

ИЗВЕСТИЯ

НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:

НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Отрасли науки:

- сельскохозяйственные науки

- технические науки

Группы специальностей:

05.18.00 Технология продовольственных продуктов

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

06.01.00 Агрономия

06.02.00 Ветеринария и Зоотехния

06.03.00 Лесное хозяйство

№ 3 (51), 2018

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2018

PROCEEDINGS

OF NIZHNEVOLZSKIY AGROUNIVERSITY COMPLEX:

SCIENCE AND HIGHER VOCATIONAL EDUCATION

Branches of science:

- agricultural sciences

- technical sciences

Groups of specialties:

05.18.00 Technology of food products

05.20.00 Processes and machines of agroengineering systems

06.01.00 Agronomy

06.02.00 Veterinary and Zootechnics

06.03.00 Forestry

№ 3 (51), 2018

Volgograd
Volgograd state agrarian university
2018

**ББК 4 (2Рос–4Вор)
И-33**

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА
ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет

ISSN 2071-9485

Выпуск № 3 (51), 2018

Отрасли науки:

- сельскохозяйственные науки
- технические науки

Группы специальностей:

05.18.00 Технология продоволь-
ственных продуктов
05.20.00 Процессы и машины
агроинженерных систем
06.01.00 Агрономия
06.02.00 Ветеринария и Зоотехния
06.03.00 Лесное хозяйство

**ББК 4 (2Рос–4Вор)
И-33**

THE MAGAZINE FOUNDER
Volgograd state
agrarian university

ISSN 2071-9485

Issue № 3 (51), 2018

Branches of science:

- agricultural sciences
- technical sciences

Groups of specialties:

05.18.00 Technology of food prod-
ucts
05.20.00 Processes and machines of
agroengineering systems
06.01.00 Agronomy
06.02.00 Veterinary and Zootechnics
06.03.00 Forestry

ИЗВЕСТИЯ

Нижеволжского агроуниверситетского комплекса:
наука и высшее профессиональное образование

Выпуск № 3 (51), 2018

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестацион-
ной комиссии Минобрнауки России от 19.02.2010 г. № 686
журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных
журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы
основные научные результаты диссертаций на соискание уче-
ных степеней кандидата и доктора наук.

Журнал индексируется в международной информационной
системе **Agricultural Research Information System (AGRIS)**
Входит в **Web of Science (RSCI)**.

Главный редактор – *Овчинников А.С.*, доктор сельско-
хозяйственных наук, профессор, **член-корреспондент**
РАН, председатель редакционного совета, председатель
правления регионального фонда «Аграрный универси-
тетский комплекс», ректор Волгоградского ГАУ.

Заместители главного редактора:

Бочарников В.С., доктор технических наук, проректор по
научно-исследовательской работе Волгоградского ГАУ;
Фомин С.Д., кандидат технических наук, доцент, зав.
Центром наукометрического анализа и международных
систем индексирования Волгоградского ГАУ, научный
редактор.

PROCEEDINGS

of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex:
science and higher vocational education

Issue № 3 (51), 2018

According to the decision of Presidium of Higher certifying com-
mission of Ministry of Education and science of Russia in
19.02.2010 № 686 the magazine was included into the list of lead-
ing peer-reviewed journals and issues where candidate and doctoral
degree thesis basic scientific results can be published.

The magazine is indexed in the International Information System
Agricultural Research Information System (AGRIS)
Included in the **Web of Science (RSCI)**.

Chief editor – *Ovchinnikov A.S.*, Doctor of Agricultural
sciences, Professor, **correspondent member of Russian**
Academy of Agricultural Sciences, the Chairman of edi-
torial board, the Chairman of regional fund «Agrarian uni-
versity complex», the Rector of the Volgograd state agrar-
ian university.

Deputy chief editor:

Bocharnikov V.S., Doctor of Technical Sciences, Vice-
Rector for Scientific Research of Volgograd State Agrarian
University

Fomin S.D., Candidate of technical Sciences, Professor,
head department scientometric analysis and international
indexing systems Volgograd state agricultural university,
science editor.

**Международный редакционный совет
научного журнала**

Главный редактор – *Овчинников А.С.*, д.с.-х.н., профессор, **член-корреспондент РАН**, председатель редакционного совета, председатель правления регионального фонда «Аграрный университетский комплекс», ректор Волгоградского ГАУ

Заместитель главного редактора – *Бочарников В.С.*, д.т.н., проректор по научно-исследовательской работе Волгоградского ГАУ

Заместитель главного редактора – *Фомин С.Д.*, к.т.н., доцент, зав. Центром наукометрического анализа и международных систем индексирования, научный редактор, Волгоградский ГАУ

Бабински Лазло, профессор, доктор, директор института кормовых и пищевых биотехнологий, Дебреценский университет (Венгрия)

Бородычев В.В., академик РАН, директор филиала Всероссийского НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова

Горлов И.Ф., академик РАН, научный руководитель Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Дубенок Н.Н., академик РАН, член бюро отделения РАН, РГАУ-МСХА

Зволинский В.П., академик РАН, научный руководитель Прикаспийского НИИ аридного земледелия

Кулик К.Н., академик РАН, Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ Агроэкологии РАН)

Лихацевич А.Л., член-корреспондент Национальной академии Беларуси, доктор технических наук (Беларусь)

**International Editorial Board
of the Scientific Journal**

Editor-in-Chief - *A.S. Ovchinnikov*, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, **Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences**, Chairman of the Editorial Board, Chairman of the Board of the Regional Fund «Agrarian University Complex», Rector of Volgograd State Agrarian University

Deputy Editor-in-Chief - *V.S. Bocharnikov*, Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector for Scientific Research of Volgograd State Agrarian University

Deputy editor-in-chief - *S.D. Fomin*, Candidate of Technical Sciences, associate professor, head of Center for Science and Analytical Analysis and International Indexing Systems, Scientific Editor, Volgograd State Agrarian University

Lazlo Babinski, professor, doctor, director of the Institute of Feed and Food Biotechnology, Debrecen University (Hungary)

V.V. Borodychev, **academician of the Russian Academy of Sciences**, director of the branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Reclamation named after A.N. Kostyakov

I.F. Gorlov, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, scientific director of the Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products

N.N. Dubenok, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, member of the Bureau of the Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University named after Timiryazev

V.P. Zvolinsky, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, scientific adviser of the Prikaspiysky Research Institute of Arid Agriculture

K.N. Kulik, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Federal Scientific Center for Agroecology, Melioration and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences

A.L. Likhatchevich, **Corresponding Member, National Academy of Belarus**, Doctor of Technical Sciences (Belarus)

Мелихов В.В., **член-корреспондент РАН**, директор Всероссийского НИИ орошаемого земледелия

Рулев А.С., **академик РАН**, Волгоградский государственный университет

Семененко С.Я., доктор сельскохозяйственных наук, директор Поволжского НИИ эколого-мелиоративных технологий – филиала ФНЦ Агроэкологии РАН

Ференц Саваи, профессор, доктор, ректор Капошварского Университета (Венгрия)

Шаговнович Драган А., директор Института экономики, Белград (Сербия)

Шеварлич Миладин М., доктор агроэкономических наук, профессор экономики сельского хозяйства и кооперативов, заведующий кафедрой экономики сельского хозяйства и рынка Белградского университета, председатель Общества агроэкономистов Сербии (Сербия)

Шилерова Эдита, Ph.D., член Академического сената Чешского земледельческого университета в Праге (Чехия)

Ятусевич А.И., **академик РАН**, доктор ветеринарных наук, ректор Витебской государственной академии ветеринарной медицины (Беларусь)

V.V. Melikhov, **Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences**, Director of the All-Russian Institute of Irrigated Agriculture

A.S. Rulev, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Volgograd State University

S.Ya. Semenenko, doctor of agricultural sciences, director of the Povolzhsky Research Institute of Ecological and Meliorative Technologies - branch of the Federal Scientific Center of Agroecology (RAS)

Ferenc Savai, Professor, Doctor, Rector of Kaposvar University (Hungary)

Dragan A.Shagovnovich, Director of the Institute of Economics, Belgrade (Serbia)

M. Miladin Shevarlich, Doctor of Agricultural Economics, Professor of Agricultural Economics and Cooperatives, Head of the Department of Agricultural Economics and Market, University of Belgrade, Chairman of the Society of Agro-Economists of Serbia (Serbia)

Edith Shilerova, Ph.D., member of the Academic Senate of the Czech Agricultural University in Prague (Czech Republic)

A.I. Yatusевич, **Academician of RAS**, Doctor of Veterinary Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Belarus)

Редакционная коллегия научного журнала**Агрономия**

Бородычев В.В., академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор филиала Всероссийского НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова

Зволинский В.П., академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, научный руководитель Прикаспийского НИИ аридного земледелия

Мелихов В.В., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор ВНИИОЗ

Тютюма Н.В., профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор ПНИИАЗ

Беленков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, РГАУ-МСХА

Дронова Т.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ВНИИОЗ

Егорова Г.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Семененко С.Я., доктор сельскохозяйственных наук, директор Поволжского НИИ эколого-мелиоративных технологий – филиала ФНЦ Агроэкологии

Филин В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Ходяков Е.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Гурова О.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, проректор, Волгоградский ГАУ

Ветеринария и Зоотехния

Горлов И.Ф., академик РАН, научный руководитель Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Ятусевич А.И., академик РАН, доктор ветеринарных наук, ректор Витебской государственной академии ветеринарной медицины (Беларусь)

Editorial Board of the Scientific Journal**Agronomy**

V.V. Borodychev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov

V.P. Zvolinsky, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, scientific leader of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture

V.V. Melikhov, corresponding member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director of All-Russia Scientific Research Institute of irrigated agriculture

N.V. Tyutyuma, Professor of RAS, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture

A.I. Belenkov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian State Agrarian University named after Timiryazev

T.N. Dronova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russia Scientific Research Institute of irrigated agriculture

G.S. Egorova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

S.Ya. Semenenko, Doctor of agricultural sciences, director Povolzhskiy Scientific-research institute of ecological and land-improvement technologies (Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation of RAS)

V.I. Filin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

E.A. Khodyakov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

O.N. Gurova, Candidate of Agricultural Sciences, vice-rector, Volgograd State Agrarian University

Veterinary and Zootechnics

I.F. Gorlov, Academician of the Russian Academy of Sciences, scientific supervisor of Volga research Institute of production and processing of meat and dairy products

A.I. Yatusевич, Academician of RAS, Doctor of Veterinary Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Belarus)

Бабински Лазло, профессор, доктор, директор института кормовых и пищевых биотехнологий, Дебреценский университет (Венгрия)

Злепкин А.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Коханов М.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Ранделин А.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Ряднов А.А., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Сивков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Филатов А.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Шинкаренко А.Н., доктор ветеринарных наук, Волгоградский ГАУ

Лесное хозяйство

Кулик К.Н., академик РАН, Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ Агроэкологии РАН)

Родин С.А., академик РАН, зам. директора, Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства

Рулев А.С., академик РАН, Волгоградский государственный университет

Барabanов А.Т., доктор сельскохозяйственных наук, ФНЦ Агроэкологии РАН

Проездов П.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Саратовский ГАУ

Танюкевич В.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова - филиал ДонГАУ

Lazlo Babinski, professor, doctor, director of the Institute of Feed and Food Biotechnology, Debrecen University (Hungary)

A.F. Zlepkin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

M.A. Kohanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

A.V. Randelin, Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

A.A. Ryadnov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

A.I. Sivkov, Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

A.S. Filatov, Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

N.G. Chamurliiev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd Agrarian State University

A.N. Shinkarenko, Doctor of Veterinary Sciences, Volgograd State Agrarian University

Forestry

K.N. Kulik, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

S.A. Rodin, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Deputy. Director, All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry

A.S. Rulev, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Volgograd State University

A.T. Barabanov, Doctor of Agricultural Sciences, Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

P.N. Proezdov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Saratov State Agricultural University

V.V. Tanyukevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Novocherkassk Engineering Reclamation Institute named after A.K. Kortunov - branch of Don State Agrarian University

Кулик А.К., кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН

A.K. Kulik, Candidate of Agricultural Sciences, the Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

Подковыров И.Ю., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Волгоградский ГАУ

I.Yu. Podkovyrov, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Volgograd State Agrarian University

Процессы и машины агроинженерных систем

Processes and machines of agro-engineering systems

Лихацевич А.Л., **член-корреспондент Национальной академии Беларуси**, доктор технических наук (Беларусь)

A.L. Likhatchevich, **Corresponding Member**. National Academy of Belarus, Doctor of Technical Sciences (Belarus)

Бочарников В.С., доктор технических наук, проректор по научно-исследовательской работе, Волгоградский ГАУ

V.S. Bocharnikov, Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector for Research and Development, Volgograd State Agrarian University

Ахмедов А.Д., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

A.D. Akhmedov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Баев В.И., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

V.I. Baev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Борисенко И.Б., доктор технических наук, Волгоградский ГАУ

I.B. Borisenko, Doctor of Technical Sciences, Volgograd State Agrarian University

Кузнецов Н.Г., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

N.G. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Цепляев А.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

A.N. Tseplyaev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Шапров М.Н., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

M.N. Shaprov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Пахомов А.А., кандидат технических наук, доцент, Волгоградский ГАУ

A.A. Pakhomov, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Volgograd State Agrarian University

Фомин С.Д., кандидат технических наук, доцент, Волгоградский ГАУ

S.D. Fomin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Volgograd State Agrarian University

***** **ИЗВЕСТИЯ** *****

№ 3 (51), 2018

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:
НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**Известия
Нижеволжского агроуниверситетского комплекса:
наука и высшее профессиональное образование № 3 (51), 2018**

Ответственный редактор *Т.В. Черкашина*

Технический редактор *Т.А. Ситникова*

Компьютерная верстка *А.В. Харлашина*

Перевод *А.В. Олянича*

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС9-2014 выдано 06 июня 2007 г.
Нижеволжским управлением Федеральной службы по надзору за соблюдением
законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.
Издается с 2006 г. Выходит 4 раза в год.

Подписной индекс 31945

Адрес редакции: 400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26

Электронная почта izvestiya-vgsha@yandex.ru

Подписано в печать 24.09.2018. Формат 60x84^{1/8}

Усл. печ. л. 43,47. Тираж 1000 (первый завод 200). Заказ 251.

Издательско-полиграфический комплекс Волгоградский ГАУ «Нива»
400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26.

* * *

**Proceedings
of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex:
science and higher vocational education № 3 (51), 2018**

Executive editor *T.V. Tcherkashina*

Technical editor *T.A. Sitnikova*

Desktop publishing *A.V. Kharlashin*

Translation *A.V. Olyanich*

Certificate of registration ПИ № ФС9-2014 given out 06 June 2007
By Nizhnevolzhskiy administration of the Russian Federal Surveillance Service for Compliance
with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage Protection

Published from 2006. It is published 4 times a year.

Subscription zip-code 31945

The magazine office address: 400002, Volgograd, Universitetskiy Prospect, 26

E-mail: izvestiya-vgsha@yandex.ru

Signed in print 24.09.2018. Printing format 60x84^{1/8}

Conventional printed sheets 43,47. Circulation 1000 (initial print run 200). Order 251.

Publishing and printing complex of Volgograd state agrarian university «Niva»
400002, Volgograd, Universitetskiy Prospect, 26.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631.674

МНОГОЦЕЛЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

THE MULTIPURPOSE USE OF IRRIGATION SYSTEMS

А.С. Овчинников¹, член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В.В. Бородычев², академик РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

М.Ю. Храбров², доктор технических наук, старший научный сотрудник

Н.Г. Колесова², старший научный сотрудник

A.S. Ovchinnikov¹, V.V. Borodychev², M.Yu. Hrabrov², N.G. Kolesova²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники
и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)

¹ Volgograd State Agrarian University

²All-Russian research institute of hydraulic engineering and land reclamation
them. A. N. Kostyakova

Создание оросительных систем с многоцелевым использованием сети и поливной техники позволит коренным образом изменить технологию орошаемого земледелия за счет одновременного внесения с водой минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химмелиорантов, ростовых веществ, гербицидов. Это приведет к внедрению энергосберегающих и времясберегающих технологий: вода является средством транспорта и потребует значительно меньше затрат энергии и времени, в сравнении с раздельным проведением технологических операций.

The creation of irrigation systems with multi-purpose use of the network and irrigation equipment will radically change the technology of irrigated agriculture due to the simultaneous application of mineral and organic fertilizers, microelements, chemical meliorants, growth substances, herbicides with water. This will lead to the introduction of energy-saving and time-saving technologies, as water itself is a means of transport and requires much less energy and time, in comparison with the separate conduct of technological operations.

Ключевые слова: оросительные системы, фертигация, многоцелевое применение, минеральные и органические удобрения, микроэлементы, ростовые вещества, химмелиоранты, гербициды.

Key words: irrigation systems, fertigation, multipurpose application, mineral and organic fertilizers, microelements, growth substances, chemical meliorants, herbicides.

Введение. В последние годы развитие способов орошения и техники полива осуществляется в направлении многоцелевого использования оросительной техники для внесения с поливной водой удобрений, химмелиорантов, пестицидов, ростовых веществ. В связи с этим весьма актуальны исследования, направленные на рациональное использование водных ресурсов, сохранение и улучшение природно-ресурсного потенциала мелиорированных земель.

При разработке новых технологий учитывается необходимость получения экономически и экологически обоснованных урожаев сельскохозяйственных культур при рациональном расходовании поливной воды, внесении макро- и микроудобрений, снижении себестоимости производства продукции с учетом охраны окружающей среды.

Создание оросительных систем с многоцелевым использованием сети и поливной техники позволит коренным образом изменить технологию орошаемого земледелия за счет одновременного внесения с водой минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химмелиорантов, ростовых веществ, гербицидов [6, 1, 8], что приведет к внедрению энергосберегающих и времясберегающих технологий: вода сама по себе является средством транспорта и потребуются значительно меньше затрат энергии и времени, чем при раздельном проведении технологических операций.

Материалы и методы. Целью настоящей работы являются анализ, обобщение и систематизация новых знаний в области многоцелевого использования орошения, выявления совокупного технологического потенциала и перспектив конструктивного совершенствования оросительных систем многоцелевого назначения. Объектом исследований является совокупность технологий и технических средств орошения нового поколения. Предметом исследований являются общие и частные взаимосвязи, особенности многоцелевого применения оросительных систем нового поколения для комплексного регулирования факторов жизни сельскохозяйственных растений. Методология исследований предполагает аналитическое обобщение и анализ опубликованного научного материала, новых результатов исследования в области многоцелевого орошения, эффективности совокупного регулирования факторов жизни, а также условий, в которых получены положительные результаты. Аналитический обзор патентной и другой научно-технической информации по проблеме многоцелевого орошения был сделан с использованием «Методических указаний о порядке проведения патентных исследований» (1988 г.). Материалы исследований представлены опубликованными научными статьями, материалами опубликованных докладов научных конференций и практических семинаров, монографий. Материалы для анализа отбирались на системной основе с учетом комплекса единообразных условий, включая обязательную экспериментальную проверку, обоснованность методик исследований, развернутым описанием условий, в которых были получены публикуемые результаты, наличием качественной и количественной оценки результатов исследований.

Результаты и обсуждение. Опытами в различных регионах страны [7, 4, 17, 9] установлено, что устойчивость растений к засухам резко увеличивается с улучшением обеспечения их потребности в минеральном питании. При внесении удобрений отдача от орошения повышается более чем в 2 раза. Действие удобрений в значительной мере зависит от влагообеспеченности растений, поэтому их эффективность, как правило, возрастает в 2-4 раза.

Особенно эффективными являются органо-минеральные удобрения, вносимые с поливной водой [15, 12]. Поэтому удобрительное орошение следует рассматривать как самостоятельный технологический прием. Первостепенное значение в системе удобрений должны занимать органические удобрения, использование которых в сочетании с минеральными позволит повысить не только урожайность сельскохозяйственных культур, но качество получаемой продукции.

Фертигация – способ внесения жидких удобрений одновременно с поливной водой. Существуют так называемые правила, которые необходимо учитывать при фертигации, а именно, особенности растений, стадии их роста и развития, антагонизм и синергизм между растениями, свойства почв (субстрата), качество воды, совместимость удобрений между собой и с используемой водой. Преимуществами фертигации являются возможность гармонично вносить элементы питания с водой, более равномерно их распределять по сравнению с другими способами. При этом снижаются нормы удобрений на единицу продукции, снижается потеря удобрений на вымывание, газообразные потери, иммобилиза-

ция. Снижается уплотнение почвы и механические повреждения растений. Элементы питания в растворе находятся в ионном виде, единственно доступном для растений. Появляется возможность контроля содержания и соотношения между элементами питания с учетом потребления конкретных культур по фазам развития. Мало вероятен при правильно подобранном составе переизбыток элементов питания и их токсичное влияние на растения. Исключается негативное влияние химикатов на окружающую среду, так как применяемый раствор слабо концентрирован (0,1-0,3 %).

К недостаткам фертигации можно отнести дополнительные затраты на оборудование, необходимое для растворения и введения удобрений в воду. Требуется постоянный мониторинг и высококвалифицированные кадры. Компоненты удобрений могут оказаться коррозионно опасными для ирригационного оборудования. При неправильном смешивании может образоваться осадок. Ограничен выбор удобрений и их высокая цена. Через фертигацию чаще всего вносят макроэлементы, а именно азот, фосфор, калий, реже магний и кальций. Микроэлементы могут быть в виде внекорневых подкормок [5, 2, 13].

Фертигация проводится по одному из трех вариантов. Первый из них предусматривает использование вспомогательных подкормок растений в дополнение к имеющемуся запасу удобрений в почве за счет основного внесения удобрений. Второй вариант учитывает, что часть питательных элементов вносилась в начальные стадии роста и развития растений обычным способом. Основная часть удобрительных веществ вносится в виде растворов с поливной водой в течение вегетационного периода. Третий вариант предусматривает внесение всей расчетной дозы питательных веществ с поливной водой в течение вегетационного периода. Для проведения фертигации строится совмещенный график поливов и внесения удобрений, который определяет сроки и дозы внесения питательных веществ, поливную норму, а также потребность в массе туков для приготовления удобрительного раствора с учетом имеющейся техники полива.

Одним из современных способов полива является капельное орошение [1]. Современные системы капельного орошения – это распределительные трубки и шланги с капельницами, которые соединяются с трубопроводом и распределяются по всей площади орошения. В действующую систему капельного орошения вносятся удобрения в поливную воду с помощью удобрительного смесителя, инжектора и дозирующего насоса. Для осуществления фертигации (способа удобрения путем подачи растворенных питательных веществ с водой) используют исключительно водорастворимые удобрения. Запрещено использовать слаборастворимые в воде удобрения во избежание засорения системы [3, 14, 18]. Современные системы капельного орошения имеют ряд преимуществ перед другими способами, т.к. обеспечивают эффективное внесение удобрений, экономят время на качественное распределение удобрений, снижают потери воды, которая, попадая на ограниченную площадь, не задевает сорняки, что препятствует их росту. Кроме того, капельное орошение можно использовать в любую погоду, не боясь солнечных ожогов растений [1, 5].

Вносить удобрения можно и с помощью дождевания. При внесении удобрений дождевальными машинами следует в первую очередь учитывать соответствие между интенсивностью дождя и водопроницаемостью почвы, от этого зависит поливная норма. Это значительно увеличит эффективность внесения удобрений. Правильно рассчитанная поливная норма обеспечит качественное увлажнение, отсутствие стока и загрязнение водоисточника.

Внесение различных удобрительных веществ с водой при дождевании обеспечивается созданием и наличием на дождевальных машинах ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100, КИ-50А, «Фрегат», «Волжанка», «Днепр», «Кубань» гидроподкормщиков. Эти

машины обеспечивают высокое качество искусственного дождя и при правильном их районировании выполняют поливы без эрозии почвы, что позволяет эффективно осуществлять удобрительное орошение. За счет этого достигается полная механизация и автоматизация процесса удовлетворения культурных растений элементами питания по их потребности на научно-обоснованной промышленной основе.

Дождевальные машины для внесения удобрений с поливной воды перспективно использовать с жидкими комплексными удобрениями (ЖКУ), к основным преимуществам которых относятся следующие: отсутствие необходимости создания специальных механизмов для растворения удобрений, так как они поступают в поле в готовом виде; комплексность и сбалансированность NPK в любых необходимых соотношениях; возможность вводить в состав удобрений при их изготовлении любые микроэлементы, что в дальнейшем способствует совмещению выполнения нескольких технологических операций одновременно вместо раздельного применения веществ в несколько приемов; внесение удобрений осуществляется по прямоточным или перегрузочным технологиям, что приводит к повышению производительности труда всех машин, участвующих в комплексе [15, 20, 21].

При внесении ЖКУ следует учитывать концентрацию раствора, которая не должна превышать 0,04 %. Если дождевальные машины работают в движении, обязательно учитывается длина гона в сцепе с разбрасывателем, что обеспечит качественное внесение на поле заданной дозы удобрений. В случае использования дождевальных машин позиционного действия необходимо иметь расчеты объема выливаемого раствора на площадь поливаемой с одной позиции, знать количество позиций (стоянок).

В хозяйствах, где на оросительных системах используют животноводческие стоки в качестве удобрений, следует учитывать такие параметры, как годовая норма внесения жидкого навоза, степень разбавления его чистой водой [10, 8].

При орошении культурных сенокосов в первую очередь следует сделать расчет потребной площади во внесении жидкого навоза, разбавленного поливной водой, обязательно увязав площади орошения с объемам стоков и их распределением по площади. Это необходимо для расчета технологии внесения стоков дождевальными машинами.

Азотные удобрения опасны из-за большой подвижности нитратного натрия, накопления нитратов и нитритов в растениях, которые затем попадают в пищу человека. С фосфорными удобрениями, вносимыми в почву, в растения попадают кадмий, свинец и другие металлы. Применение калийных удобрений может привести к нарушению баланса питательных веществ в почве. Доказано, что неконтролируемая химизация растениеводства вызывает негативные последствия у человека, вызывая аллергические, нейротоксические, онкологические и др. заболевания. Ситуация усугубляется еще и тем, что не менее 1/3 попадающих на поля удобрений смываются талыми и дождевыми водами в водотоки, что вызывает процессы эвтрофикации, т.е. переобогащения растений питательными веществами, которые ассимилируются водными растениями, что ухудшает качество водной среды [3, 14].

Технология внесения удобрений на орошаемых землях включает возможность дробного внесения элементов питания в виде подкормок как однокомпонентными минеральными удобрениями, так и различными их сочетаниями. Получаемый эффект обеспечивается за счет увеличения коэффициента использования NPK удобрений, снижения концентрации почвенного раствора и поддержания его на требуемом уровне, поступления питательных веществ в легкодоступной форме.

При проведении внекорневых подкормок, внесении ретардантов (регулятор роста), биологических и химических средств защиты растений применяется режим дождевания нормой 3-60 м³/га. Для получения минимального значения слоя осадков преду-

сматривают специальную оснастку, обеспечивающую работу дождевальных агрегатов в режиме опрыскивания при ускоренном вращении или линейном перемещении многоопорных машин.

Помимо полного и своевременного удовлетворения возделываемых растений в макроэлементах, эффективность орошаемого земледелия связывается с рациональной обеспеченностью сельскохозяйственных культур микроэлементами, которые могут вноситься с поливной водой в виде солей при использовании принципиально нового приема, предусматривающего анодное растворение редких металлов. Соли растворяются в воде при приготовлении маточных растворов. Это может быть как в виде самостоятельной операции, так и совместно с макроэлементами, гербицидами и другими пестицидами. Одним из важных элементов оросительных систем является устройство для внесения микроэлементов с оросительной водой. Оно предназначено для обогащения воды микроэлементами из металлических электродов под действием электрического тока и монтируется на трубопроводе оросительной сети или электрифицированной дождевальной машины. Аноды устройства выполнены из меди, цинка, кобальта, молибдена, марганца, железа и других металлов и их сплавов, а катоды – из нержавеющей стали. Устройство позволяет дозированно вносить перечисленные микроэлементы в дозах 10-15 г/га, что невозможно при других способах внесения. Ограничением по их внесению являются доза микроэлементов, которая составляет 1 г на 40 м³/га.

Согласно патенту № 2071245 [16], под действием электрохимического процесса между соответствующими электродами происходит перемещение ионов металлов, которые подхватываются потоком протекающей воды. Вода обогащается ионами металлов и вместе с ними поступает к месту назначения, где в конечном итоге распределяется в виде искусственного дождя или сосредоточенной струи. После окончания процесса внесения микроэлементов устройство демонтируется, промывается в соответствующем растворе и хранится на складе до следующего использования.

При многоцелевом использовании оросительных систем возможно использование для обработки сельскохозяйственных культур в качестве гербицида. Так, например, существует способ обработки посевов лука гербицидом, в качестве которого используется 5-7 % раствор аммиачной селитры.

На поле, где произведен посев лука, через 5-10 дней посева наблюдается дружное появление всходов сорняков, преимущественно широколистных (ширица, марь белая и др.). При образовании первого настоящего листа более чем у 50 % взошедших сорняков в безветренную солнечную погоду с помощью установки мелкодисперсного дождевания (МДД) производят обработку поля раствором нитрата аммония (аммиачной селитры). Для проведения обработки предварительно готовят рабочий раствор, содержащий в расчете на один гектар 50-70 кг аммиачной селитры на 1000 л воды. При проведении обработки капли раствора, размер которых не превышает 150 мкм, оседают на поверхности листьев сорняков. На появляющихся перьях лука, благодаря их вертикальному положению и покрытию водоотталкивающим воскоподобным налетом, эти капли не задерживаются. Под действием раствора аммиачной селитры происходит повреждение надземной части сорняков. Полное увядание сорняков наступает в течение двух-трех дней, после чего производят полив пресной оросительной водой нормой 100-150 м³/га. Такая норма позволяет смыть аммиачную селитру с поверхности увядших сорняков в глубину пахотного слоя, где она используется корневой системой растений лука в качестве азотной подкормки.

В случае появления новых всходов сорняков обработку следует повторить при достижении ими стадии первого настоящего листа. Так как технология выращивания лука предусматривает проведение двух-трех подкормок азотными удобрениями в первой половине вегетационного периода общей нормой до 120 кг/га аммиачной селитры, количество селитры, израсходованной на уничтожение сорняков, соответствует расчетной норме подкормки.

Применение предложенного способа борьбы с сорняками в посевах лука позволяет сочетать уничтожение сорняков с ранней подкормкой посевов, при этом исключить применение дорогостоящего гербицида и таким образом снизить стоимость работ и предотвратить попадание гербицида в растения лука.

При подаче раствора аммиачной селитры расходом 1-1,5 м/га мелкодисперсным распылением капли раствора размером до 150 мкм оседают на листовой поверхности сорняков без стекания. Раствор аммиачной селитры концентрацией 5-7 % гарантированно обеспечивает химический ожог и последующее отмирание листовой массы сорняков. На перьях лука, которые ориентированы вертикально и покрыты гидрофобным восковым налетом, гербицидный раствор не задерживается и, соответственно, не повреждает лук [11].

Наряду с внесением макро- и микроэлементов с оросительной водой, большой практический интерес представляет своевременная подача в поливной поток различных химмелиорантов для исправления неблагоприятных водно-физических свойств солонцеватых почв. Для мелиорации таких земель необходимо проведение химической мелиорации – это обязательное условие их правильного освоения и рационального использования.

С оросительной водой можно вносить химмелиоранты небольшими дозами (100-200 кг/га) с каждым поливом. Концентрация раствора в поливной воде не должна превышать 0,2 %. Степень очистки рабочего состава химмелиоранта от частиц более 0,02 мм должна быть не менее 95 %, а частиц диаметром 0,2-0,5 мм – не более 5 %.

Расчет доз внесения химмелиорантов производят исходя из условия замещения катионов Na и Mg и Ca в почвенном растворе. Для увязки доз их внесения с параметрами дождевальной техники необходимо установить концентрацию раствора для каждого вида мелиорантов. Технологические параметры рассчитываются аналогично внесению удобрений вместе с поливной водой. В связи с этим рассматривается возможность внесения дозы мелиорантов в поверхностный слой почвы за несколько вегетационных поливов [10].

Известно, что максимально допустимая концентрация питательных элементов в поливной воде по действующему веществу для азота составляет 1 %, фосфора – 2, калия – 3 %. Безвредными для растений считаются растворы удобрений в концентрации до 0,3 % (3 г/л), при этом наибольшее повреждение вызывает аммиак. Мочевину можно применять в более высоких концентрациях: для огурцов – 0,3...0,4 %; томатов и кукурузы – 0,4...0,6; табака – 0,5...1,2; яблонь, слив и вишни – 0,6...1,0; сельдерея, капусты, картофеля – 0,6...1,0; моркови – 1,2...3,0; лука – 1,6...2,0; свеклы – 1,5...2,0; зерновых – 5,0...10,0; хлопчатника и хмеля – 2,4...6,0; люцерны и сахарной свеклы – 2,0...4,0 %. Допустимая концентрация удобрений в поливной воде из условий коррозии металлоконструкций – 0,04 % [15].

При многоцелевом использовании ГМС по внесению различных агрохимикатов (минеральные удобрения, органические, химмелиоранты, пестициды, ростовые вещества) необходимо предусмотреть блок химизации.

Разработаны два блока химизации: стационарный и передвижной. При проектировании пунктов химизации выбирается прежде всего тип оборудования: стационарный или передвижной. При этом исходят из физической формы агрохимикатов (твердые, жидкие, суспензии) и их типов (удобрения, химмелиоранты, пестициды, ростовые вещества). Параметры пункта химизации должны учитывать мощность оросительной системы, тип дождевальной техники и допустимые концентрации растворов агрохимикатов.

Прежде всего определяется месторасположение пункта: у насосной станции или на сети непосредственно у гидранта, при этом обосновывается размещение системы. В дальнейшем необходимо выполнить конструкторские разработки с расчетами параметров оборудования.

Стационарный пункт состоит из ряда емкостей для хранения азотных, фосфорных, калийных удобрений, химмелиорантов, пестицидов, реагентов для деминерализации дренажно-сбросных вод, емкость для барборатора, в котором производится переливание и растворение различных смесей агрохимикатов и емкость для их подачи в оросительную сеть или для загрузки в передвижные средства для ввода непосредственно в поливную технику. Пункт предназначен для оборудования одного- трех севооборотных массивов. Передвижной пункт выполняет те же функции, но имеет одну емкость, в которой осуществляются те же операции. Обслуживает, как правило, одно поле, после чего может перемещаться на другое. Растворно-накопительный узел РНУ-15 предназначен для использования на севооборотных массивах площадью до 1500 га при групповой работе широкозахватных дождевальных машин от закрытой сети. Емкость растворной емкости – 15 м³. Доза внесения действующего вещества удобрений – до 100 кг/га.

Для реализации технологий многоцелевого применения поливной техники необходимо предъявить ряд требований к сельскохозяйственному машиностроению. Из-за того, что орошение производят не чистой водой, а растворами различной концентрации, водопроводящие элементы должны выполняться из коррозионно-стойких материалов или сплавов. В тех случаях, когда орошение не требуется, а машины применяются на таких операциях, как опрыскивание, десикация, дефолиация, раствор необходимо подавать по специальным коммуникациям, снабженных распылителями. Эти элементы необходимо изготавливать из стойких к агрессивным средам материалов, например, полиэтилена.

Заключение. Выполнение требований, изложенных выше, будет способствовать созданию экологически безопасных гидромелиоративных систем многоцелевого использования. Многоцелевые оросительные комплексы – это системы нового поколения, включающие в себя систему защиты природной среды, быстро сборную транспортирующую сеть и систему поливных многофункциональных модулей, объединяющих дождевальные машины разных типов и стационарные системы, системы синхронно-импульсного дождевания, капельного и импульсно-капельного полива, оборудование для аэрозольного увлажнения и внесения удобрений с поливной водой, технические средства «точного орошения» с интенсивностью полива, равной текущему. Реконструкция и модернизация оросительной системы обеспечит высокую экологическую и экономическую эффективность для агропромышленного комплекса.

Библиографический список

1. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур [Текст] /В.В. Бородычев. – Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. – 241 с.
2. Бородычев, В.В. Минеральное питание сои [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Агрохимический вестник. – 2005. – № 5. – С. 20-21.
3. Борисов, В.А. Эффективное применение удобрений [Текст] /В.А. Борисов, С.С. Литвинов // Картофель и овощи. – 2014. – № 2. – С. 12-14.

4. Колганов А.В. Оценка эффективности орошаемых земель и внесения минеральных удобрений методом энергетического анализа [Текст] / А.В. Колганов, Т.Н. Антипова, В.В. Бородычев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – №1. – С. 6-8.

5. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур [Текст] / А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров, В.М. Гуренко, А.В. Майер // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2(37). – С. 6-12.

6. Лысогоров, С.Д. Орошаемое земледелие. Справочник [Текст] / С.Д. Лысогоров. – М.: Изд. «Колос», 1965. – С. 186-216.

7. Максаковский, В.П. Географическая картина мира. Книга 1. Общая характеристика мира [Текст] / В.П. Максаковский. – 4 издание. – М.: Дрофа, 2008. – 495 с.

8. Методические рекомендации по применению новых способов химической и биологической мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, подверженных интенсивным антропогенным нагрузкам [Текст] / В.П. Максименко, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров и др. – М.: ВНИИГиМ, 2009. – 105 с.

9. Ольгаренко Г.В. Опыт получения двух урожаев в год при внесении средств химизации с поливной водой при дождевании [Текст]: рекомендации / Г.В. Ольгаренко / ФГНУ ВНИИ «Радуга». – М.: Росинформагротех, 2009. – 66 с.

10. Пособие СНИП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения». Внесение химмелиорантов с поливной водой [Текст]. – М., 1985.

11. Способ уничтожения сорняков в посевах лука [Текст]: патент №2480989 / Губин В.К., Жезмер В.Б., Храбров М.Ю. – 10.05.2013.

12. Сычев, В.Г. Технология применения удобрений и других средств химизации с поливной водой при синхронно-импульсном орошении в защищенном грунте. [Текст] / В.Г. Сычев, В.И. Ивашкин. – М., ВНИИА, 2004. – 472 с.

13. Техника и технологии фертигации при возделывании сельскохозяйственных культур [Текст] / Е.В. Мелихова, А.Ф. Рогачев, В.В. Бородычев, В.М. Гуренко // Научная жизнь. – 2017. – № 5. – С. 4-15.

14. Технологический регламент фертигации земляники с капельным поливом [Текст] / И.М. Куликов, С.Н. Коновалов, В.В. Бобкова, Д.Д. Дебелова, В.И. Петрова, Л.В. Помякшева // М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2016. – 91 с.

15. Удобрительное орошение: теория, технологии, технические средства [Текст] / В.В. Карпунин, В.И. Филин, А.П. Сапунков, В.Г. Абезин / Поволжский НИИЭМТ. – Волгоград, 2003. – 443 с.

16. Устройство для внесения микроэлементов с поливной водой [Текст]: патент № 2071245 / В.И. Ивашкин, А.Н. Николаенко, В.Б. Лысенко. – 1997 г.

17. Эффективное использование сточных вод и их осадка для орошения и удобрения сельскохозяйственных культур [Текст]: монография / А.В. Шуравилин, А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, Н.В. Сурикова, Е.А. Пивень. – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2009. – 633 с.

18. Da Silva E M; de Souza C.J.G.; Duarte S.N.; da Silva Barbosa F.; Maschio R. Levels of salinity and fertigation management on the characteristics on the eggplant when grown in a protected environment. Rev.Cienc.agron.2013; T. 44. N1. – P. 150-158/

19. Zeng Wen-zhi; Huang Jie-sheng; Wu Jing-wei; Xu Chiao Modeling soil salt aaaaaaand nitrogen transport under different fertigation practices with hydrus-1D. Advance Journal of Food Science and Technology, 2013; T.5, N5. – P. 592-599.

20. Dantas Junior E.E.; Garofala Chaves L.H; Melo da Costa F.A.; Gheyi H.R. Silicate fertilizer and irrigation depth in corn production. Rev. Ceres, 2013; T.60, N4. – 563-568.

21. Coeio E.F.; Oliveira A.S. de; Magalhaes A.F. de J. Irrigacao e fertirrigacao em citros. Cruz das Almas (Bahia), 2000. – 23 с.

Referens

1. Borodychev, V. V. Sovremennye tehnologii kapel'nogo orosheniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Текст] / V. V. Borodychev. - Kolomna: FGNU VNII "Raduga", 2010. - 241 p.

2. Borodychev, V. V. Mineral'noe pitanie soi [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov // Agrohimiicheskij vestnik. - 2005. - № 5. - P. 20-21.
3. Borisov, V. A. Jeffektivnoe primenenie udobrenij [Tekst] /V. A. Borisov, S. S. Litvinov // Kartofel' i ovoschi. - 2014. - № 2. - P. 12-14.
4. Kolganov A. V. Ocenka jeffektivnosti oroshaemyh zemel' i vneseniya mineral'nyh udobrenij metodom jenergeticheskogo analiza [Tekst] /A. V. Kolganov, T. N. Antipova, V. V. Borodychev // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2001. - №1. - P. 6-8.
5. Kombinirovannoe oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] /A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov, V. M. Gurenko, A. V. Majer// Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 2(37). - P. 6-12.
6. Lysogorov, S. D. Oroshaemoe zemledelie. Spravochnik [Tekst] / S. D. Lysogorov. - M.: Izd. "Kolos", 1965. - P. 186-216.
7. Maksakovskij, V. P. Geograficheskaya kartina mira. Kniga 1. Obschaya harakteristika mira [Tekst] / V. P. Maksakovskij. - 4 izdanie. - M.: Drofa, 2008. - 495 p.
8. Metodicheskie rekomendacii po primeneniyu novyh sposobov himicheskoy i biologicheskoy melioracii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya, podverzhennyh intensivnym antropogennym nagruzkam [Tekst] /V. P. Maksimenko, V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov i dr. - M.: VNIIGiM, 2009. - 105 p.
9. Ol'garenko G. V. Opyt polucheniya dvuh urozhaev v god pri vnesenii sredstv himizacii s polivnoj vodoj pri dozhddevanii [Tekst]: rekomendacii / G. V. Ol'garenko / FGOU VNII "Raduga". - M.: Rosinformagroteh, 2009. - 66 p.
10. Posobie SNIP 2.06.03-85 "Meliorativnye sistemy i sooruzheniya". Vnesenie himmeliorantov s polivnoj vodoj [Tekst]. - M., 1985.
11. Sposob unichtozheniya sornyakov v posevah luka [Tekst]: patent №2480989 / Gubin V. K., Zhezmer V. B., Hrabrov M. Yu. - 10.05.2013.
12. Sychev, V. G. Tehnologiya primeneniya udobrenij i drugih sredstv himizacii s polivnoj vodoj pri sinhronno-impul'snom oroshenii v zaschischennom grunte. [Tekst] /V. G. Sychev, V. I. Ivashkin. - M., VNIIA, 2004. - 472 p.
13. Tehnika i tehnologii fertigacii pri vzdelyvanii sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / E. V. Melihova, A. F. Rogachev, V. V. Borodychev, V. M. Gurenko // Nauchnaya zhizn'. - 2017. - № 5. - P. 4-15.
14. Tehnologicheskij reglament fertigacii zemlyaniki s kapel'nym polivom [Tekst] / I. M. Kulikov, S. N. Konovalov, V. V. Bobkova, D. D. Debelova, V. I. Petrova, L. V. Pomyaksheva // M.: FGBNU VSTISP, 2016. - 91 p.
15. Udobritel'noe oroshenie: teoriya, tehnologii, tehicheskie sredstva [Tekst] / V. V. Karpunin, V. I. Filin, A. P. Sapunkov, V. G. Abezin / Povolzhskij NII}MT. - Volgograd, 2003. - 443 p.
16. Ustrojstvo dlya vneseniya mikrojelementov s polivnoj vodoj [Tekst]: patent № 2071245 / V. I. Ivashkin, A. N. Nikolaenko, V. B. Lysenko. - 1997 g.
17. }ffektivnoe ispol'zovanie stochnyh vod i ih osadka dlya orosheniya i udobreniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] : monografiya/ A. V. Shuravilin , A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, N. V. Surikova, E. A. Piven'. - Volgograd: FGOU VPO Volgogradskaya GSXA, 2009. - 633 s.
18. Da Silva E M; de Souza C.J.G.; Duarte S.N.; da Silva Barbosa F.; Maschio R. Levels of salinity and fertigation management on the characteristics on the eggplant when grown in a protected environment. Rev.Cienc.agron.2013; T. 44. N1. - P. 150-158/
19. Zeng Wen-zhi; Huang Jie-sheng; Wu Jing-wei; Xu Chiyu Modeling soil salt aaaaaaand nitrogen transport under different fertigation practices with hydrus-1D. Advance Journal of Food Science and Technology, 2013; T.5, N5. - P. 592-599.
20. Dantas Junior E.E.; Garofala Chaves L.H; Melo da Costa F.A.; Gheyi H.R. Silicate fertilizer and irrigation depth in corn production. Rev. Ceres, 2013; T.60, N4 . - 563-568.
21. Coeioh E.F.; Oliveira A.S. de; Magalhaes A.F. de J. Irrigacao e fertirrigacao em citros. Cruz das Almas (Bahia), 2000. - 23 c.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 631.67:635.21

**ОБОСНОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ
ОРОШЕНИИ СЕМЕННЫХ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ****SUBSTANTIATION OF THE WATER REGIME OF SOIL UNDER DRIP
IRRIGATION OF SEED POTATO FIELDS IN THE LOWER VOLGA REGION****Н.Н. Дубенок¹**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**Д.А. Болотин^{1,2}**, аспирант**С.Д. Фомин^{2,3}**, кандидат технических наук, доцент**А.Г. Болотин²**, кандидат сельскохозяйственных наук**N.N. Dubenok¹, D.A. Bolotin^{1,2}, S.D. Fomin^{2,3}, A.G. Bolotin²**¹Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва²Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
г. Волгоград³Волгоградский государственный аграрный университет¹ Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow² All-Russian scientific-research institute of irrigated agriculture, Volgograd³ Volgograd State Agrarian University

Картофелеводство в Российской Федерации является одним из приоритетных направлений Федеральной программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. На решение данной программы в Нижнем Поволжье направлены представленные в статье результаты комплексных научных исследований по оптимизации водного режима почвы и адаптации новых перспективных сортов картофеля отечественной селекции, обеспечивающих получение высокопродукционного семенного материала. Так, сорта Голубизна и Роко формируют максимальную урожайность клубней семенной фракции в варианте с предполивным порогом влажности почвы 80 % НВ в слое 0,4 м, сорт Журавинка – в слое 0,6 м, а сорта Невский и Иван-да-Марья – при дифференциации расчетного слоя увлажнения почвы 0,4 и 0,6 м. Приводятся параметры режима капельного орошения картофеля, обеспечивающие необходимую влажность почвы в сухие, засушливые и средние по увлажненности годы, а также закономерности водопотребления.

Potato growing in the Russian Federation is one of the priority areas of the Federal Program for the Development of Agriculture for 2017-2015. The results of complex scientific research on the optimization of the water regime of the soil and the adaptation of new promising varieties of potato of domestic selection, which ensure the production of high-yield seed material, are presented in the Lower Volga region for the solution of this program. Thus, the Golubizna and Roko varieties form the maximum yield of the tubers of seed fraction in the variant with a presumed soil moisture threshold of 80% HB in the 0.4 m layer, Zhuravinka grade in the 0,6 m layer, and the Nevsky and Ivan-da-Marya varieties with differentiation the calculated layer of soil moistening is 0,4 and 0,6 m. The parameters of the drip irrigation regime of potato are provided, which provide the necessary soil moisture in dry, arid and humidified years, as well as the patterns of water consumption.

Ключевые слова: картофель, семенные посадки, водный режим почвы, закономерности водопотребления и урожайности.

Key words: potatoes, seed plantings, water regime of the soil, patterns of water consumption and yield.

Введение. Картофель относится к важнейшим сельскохозяйственным культурам. Возделывается он более чем 150 странах мира на площади свыше 19 млн га, а валовое производство превышает 385 млн тонн. В Российской Федерации картофель является исключительно важным продуктом питания. Объемы производства его по годам изменяются от 28 до 33 млн тонн, 85 % которого выращивается в хозяйствах населения.

При этом доля семян картофеля импортной селекции в площади посадки достигает 80 %. В засушливых условиях Нижнего Поволжья картофелеводческая отрасль базируется на орошении и привозном посадочном материале. Средняя урожайность клубней не превышает 20-24 т/га против 60-65 т/га в развитых странах, что отрицательно сказывается на эффективности картофелеводства. В связи с этим посевная площадь под картофелем в хозяйствах населения в последние годы уменьшилась в 1,7 раза, а количество хозяйств сократилось с 20,2 до 18,7 млн единиц. В связи с этим уровень самообеспеченности России картофелем снижается и по итогам 2017 г. составил 90,7 %, что 4,3 % меньше минимального показателя, установленного в Доктрине продовольственной безопасности страны [2, 6].

Одной из основных причин неудовлетворительного состояния картофелеводческой отрасли является низкое качество семенного материала. В настоящее время проблема обеспечения сельхозпроизводителей качественным семенным картофелем отечественной селекции является очень актуальной. Перспективными направлениями решения данной проблемы в Нижнем Поволжье являются летние посадки, подбор и адаптация новых отечественных сортов. При этом особую значимость приобретает разработка водосберегающих технологий орошения, направленных на получение конкурентоспособного посадочного материала высокого качества с максимальным количеством в урожае клубней семенной фракции.

Цель исследований состоит в разработке водосберегающих режимов капельного орошения различных сортов картофеля летнего срока посадки, обеспечивающих получение высокопродуктивных клубней, соответствующих семенным стандартам и конкурентоспособных по цене и качеству в отношении завозимого посадочного материала.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования по разработке закономерностей формирования водного режима почвы в посадках картофеля, водопотребления и продукционных процессов различных сортов проводятся на опытном поле ФГБНУ ВНИИОЗ в двухфакторном опыте по следующей схеме:

Фактор А (водный режим почвы).

Вариант 1. Назначение вегетационных поливов при влажности почвы в расчётном слое 0,6 метра, равном 80 % наименьшей влагоемкости (НВ).

Вариант 2. Назначение вегетационных поливов при влажности почвы в расчётном слое 0,4 метра, равном 80 % НВ.

Вариант 3. Проведение вегетационных поливов при влажности почвы 80 % НВ и дифференциации расчетного слоя от посадки до бутонизации 0,4 м, а в остальной период вегетации – 0,6 м.

Вариант 4. Без орошения (контроль).

Фактор В (сортовой состав). Включает пять вариантов следующих сортов картофеля: сорт Роко, Иван-да-Марья, Невский, Голубизна, Журавинка.

При закладке опытов и проведения исследований использовались общепринятые методики [4, 8, 9, 10].

Почвы опытного участка светло-каштановые с содержанием гумуса 1,74 -1,91 %. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое изменяется в пределах 25...44, а обменного калия – 224...330 мг/кг. Плотность принятых расчетных слоев увлажнения почвы 0,4 и 0,6 м составляет 1,28 и 1,33 т/м³, а наименьшая влагоемкость – 23,4 и 22,3 % массы сухой почвы.

Агротехника в опытах, за исключением изучаемых агрономелиоративных приемов, осуществлялась в соответствии с рекомендациями, разработанными во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия и других НИУ региона [1, 5, 6, 11-13]. Для посадки использовали семенные клубни картофеля первой репродукции (класс А). Полив картофеля осуществлялся капельным орошением с использованием капельных линий изгра-

ильской фирмы «Нетафим», оснащенных старт-коннекторами. Расход капельницы равен 1,6 л/ч, а расстояние между капельницами – 0,4 м. В период вегетации на посадках картофеля проводили фитосанитарные прочистки от пораженных вирусными и вирусными, бактериальными и грибковыми заболеваниями, а также растений по своим сортовым признакам, отклоняющихся или относящихся другому сорту. Прочистку посадок начинали, когда растения картофеля достигали высоты 0,10...0,15 м, и проводили до тех пор, пока поражение станет ниже допустимого, регламентируемого ГОСТ 33996-2016 для данной категории посадочного материала [12].

Результаты и обсуждение. Климат данной зоны характеризуется резкой континентальностью, засушливостью и изменчивостью. По условиям влаго-теплообеспеченности вегетационного периода картофеля летней посадки, территория проведения полевого эксперимента относится к сухой зоне обязательного орошения, так как гидротермический коэффициент (ГТК) в 2015 г. равнялся 0,19, 2016 г. – 0,49 и в 2017 г. – 0,17, а в среднем за три года – 0,28 (таблица 1).

Таблица 1 – Гидротермические коэффициенты территории проведения полевого опыта

Период	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средний за 2015-2017 гг.	Средне-го-летний
Июнь	0,21	0,76	0,49	0,48	0,57
Июль	0,19	0,39	0,01	0,20	0,45
Август	0,03	0,13	0,03	0,07	0,47
Сентябрь	0,34	0,90	0,21	0,46	0,51
Средний за июль-сентябрь	0,19	0,49	0,17	0,28	0,50

Вегетационный период в 2015 г. с суммой атмосферных осадков ($\Sigma P = 53,2$ мм) характеризуется как среднесухой с обеспеченностью 83 %, 2016 г. – с обеспеченностью 51 % ($\Sigma P = 97,2$ мм) как год, близкий к средне-го-летнему, а 2017 г. – сухой ($\Sigma P = 20,4$ мм) с обеспеченностью 98 %.

Запасы почвенной влаги в расчетных слоях увлажнения на дату летней посадки картофеля формировались за счет осенне-зимних и весенних атмосферных осадков и на 2,8...10,6 % превышали значения предполивного порога. Однако влажность почвы в слое 0,0...0,1 м на момент посадки по годам исследований изменялась от 64,3 до 66,4 % НВ. Поэтому для получения дружных всходов картофеля в вариантах с режимом орошения после посадки проводили дождевой полив нормой 100 м³/га. В дальнейшем для поддержания влажности почвы на уровне 80 % НВ в слое увлажнения 0,6 м по годам исследований было проведено от 9 в средне-го-летнем году (2016) до 12 поливов нормой 210 м³/га в сухом (2017) году, а в варианте с расчетным слоем увлажнения почвы 0,4 м количество поливов нормой 140 м³/га изменялось от 9 до 21 соответственно. В варианте с дифференциацией расчетного слоя (0,4 и 0,6 м) увлажнения почвы в течение вегетации от посадки по бутонизацию включительно было проведено по годам исследований от 5 до 10 поливов нормой 140 м³/га и 5-7 поливов нормой 210 м³/га в остальной период (таблица 2).

Таблица 2 – Количество вегетационных поливов и поливные нормы
семенного картофеля

Вариант водного режима почвы	Поливная норма, м ³ /га	Количество поливов, шт.			
		2015 г	2016 г	2017 г	Среднее
80 % НВ, h=0,6м	210	11	9	12	10,7
80 % НВ, h=0,4м	140	19	16	21	18,7
80 % НВ, h=0,4-0,6м	140/210	10/5	5/6	9/7	8/6

Примечание: 1. Числитель – количество поливов при увлажнении слоя почвы 0,4 м, а знаменатель – при увлажнении слоя почвы – 0,6м. 2. Для получения дружных всходов дополнительно проводился дождевой полив нормой 100 м³/га.

Оросительная норма картофеля, обеспечивающая водный режим почвы в соответствии с вариантами опыта в среднем за годы исследований изменялась от 2340 до 2713 м³/га. Максимальной она была в варианте с расчетным слоем увлажнения почвы 0,4 м, а минимальной – 0,6 м. В среднемноголетний (2016) год оросительная норма картофеля по вариантам водного режима изменялась от 1990 до 2340 м³/га, в среднесухой (2015) год – от 2410 до 2760 м³/га, а в сухой (2017) год – от 2620 до 3040 м³/га. В варианте 80 % НВ h=0,6 м по годам исследований изменялась от 1990 до 2620 м³/га. Уменьшение расчетного слоя увлажнения почвы до 0,4 м сопровождалось увеличением оросительной нормы до 2340...3040 м³/га, а в варианте с дифференцированным слоем увлажнения почвы 0,4...0,6 м – от 2060 до 2830 м³/га.

Значения эвапотранспирации (суммарного водопотребления) картофеля в наших исследованиях в среднем по вариантам с режимами орошения изменялись от 3241,7 до 3559,0 м³/га, а на контроле (без орошения) она составила 1382,3 м³/га. Закономерности изменения ее по годам исследований и вариантам опыта, за исключением контроля, соответствуют закономерностям изменения оросительной нормы. Так, максимальные значения водопотребления картофеля (3720 м³/га) получены в варианте 80 % НВ h=0,4 м в сухом 2017 году, а минимальные – 3001 м³/га в 2016 году, близким к среднемноголетним показателям в варианте 80 % НВh=0,6 м. В варианте без орошения получена обратная зависимость: в сухой год водопотребление картофеля наименьшее – 1173 м³/га, а в средний по влажности год наибольшее – 1662 м³/га.

В структуре приходных статей водного баланса летних посадок семенного картофеля в засушливых условиях Нижнего Поволжья наибольшие значения приходятся на оросительную воду (рисунок 1).

Так, доля оросительной воды в суммарном водопотреблении картофеля по вариантам и годам исследований изменялась от 66,3 до 78,3 %, а в среднем – от 72,2 до 76,2 %. На долю атмосферных осадков по годам исследований приходилось от 3,8 до 23,4 %, а в среднем – от 11,4 до 12,5 %. Запасы почвенной влаги в суммарном водопотреблении семенного картофеля по годам исследований составляли 8,2-17,7 %, а в среднем – 12,4...15,3 %.

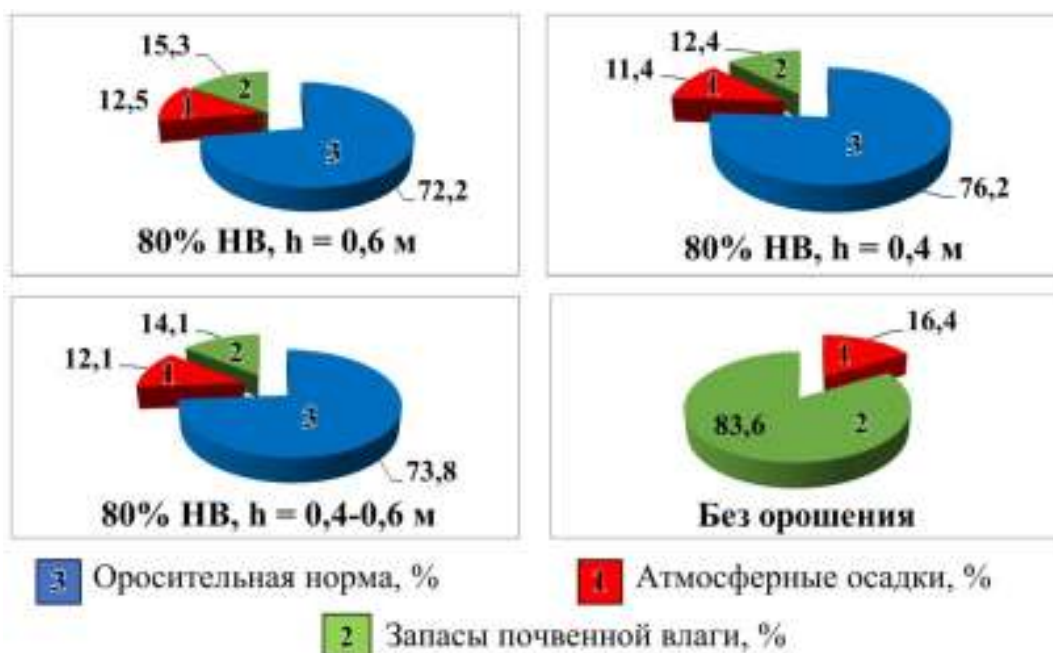


Рисунок 1 – Структура эвапотранспирации семенного картофеля летнего срока посадки (средняя за 2015-2017 гг.)

Определяющее влияние на величину потребления воды растениями в процессе формирования урожая оказывают водный режим почвы, фенологические периоды роста и развития и их продолжительность (таблица 3).

Таблица 3 – Суммарный расход влаги картофеля летней посадки по периодам роста и развития (средний за 2015-2017 гг.), м³/га

Период роста и развития	Вариант водного режима почвы					
	80% НВ, h=0,6м		80% НВ, h=0,4м		80% НВ, h=0,4-0,6м	
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
Прорастание	296,0	9,1	302,7	8,5	302,7	9,0
Рост листьев и стеблей	803,0	24,8	840,0	23,6	840,0	25,0
Бутонизация	481,3	14,8	519,0	14,6	519,0	15,4
Цветение	953,0	29,4	1069,3	30,0	980,7	29,3
Созревание	708,3	21,9	828,0	23,3	716,3	21,3
За вегетацию	3241,6	100,0	3559,0	100,0	3358,7	100,0

Наибольшее количество воды как в целом за вегетацию, так и по периодам роста и развития растений картофеля расходуется в варианте с предполивным порогом 80 % НВ в слое 0,4 м, а наименьшее – в варианте с предполивным порогом в слое 0,6 м. Максимальное потребление воды растениями по всем вариантам водного режима почвы изменялось по годам исследований в пределах 794-1178 м³/га, а в среднем за три года – от 953,0 до 1069,3 м³/га или 29,3...30,0 % от суммарного водопотребления. В период «посадка – всходы» картофель расходует минимальное количество воды, которое по годам исследований изменяется в пределах 285-313 м³/га, а в среднем 296-302,7 м³/га, что составляет 8,5-9,1 % общей потребности картофеля в воде. В первый период от посадки до бутонизации растений картофеля расходует почвенной влаги в пределах 1099-1143 м³/га или 32,1...34,0 % суммарного расхода. С образованием клубней картофеля (фаза бутонизация) и до созревания расход влаги увеличивается до 2142,6...2416,3 м³/га, что составляет 66,0-67,9 % общей потребности растений в воде. Результаты этих исследований позволили установить зависимость расхода влаги посадками картофеля в течение вегетации (рисунок 2).

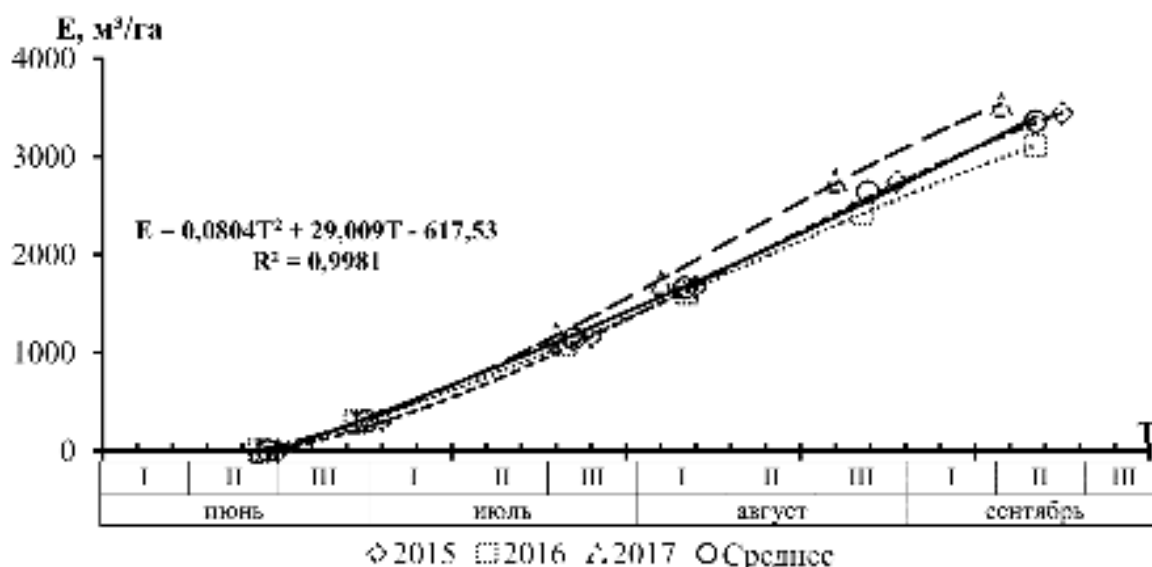


Рисунок 2 – Закономерности изменения водопотребления семенным картофелем в варианте 80 % НВ в слое почвы 0,4-0,6 м

Зависимость эта описывается уравнением криволинейной регрессии:

$$E = aT^2 + bT - c,$$

где E – расход влаги семенным картофелем летнего срока посадки, м³/га; a, b, c – постоянные коэффициенты (таблица 4); T – продолжительность от начала вегетации, дней.

Таблица 4 – Значения постоянных коэффициентов

Вариант водного режима почвы	Коэффициент		
	a	b	c
80 % НВ, h=0,6м	0,086	26,83	570,9
80 % НВ, h=0,4м	0,131	24,80	547,0
80 % НВ, h=0,4-0,6м	0,080	29,01	617,5

Максимальная урожайность картофеля в наших опытах получена в варианте 80 % НВ в слое почвы 0,4 м и по годам исследований в зависимости от изучаемых сортов изменялась от 34, 88 до 46,03 т/га, составив в среднем за три года 36,23...43,10 т/га. Увеличение расчетного слоя увлажнения почвы до 0,6 м сопровождалось существенным снижением урожайности клубней картофеля до 28,62...37,92 т/га, а в среднем за три года – до 30,63...36,07 т/га. В варианте 80 % НВ в слое почвы 0,4 и 0,6 м урожайность клубней картофеля была выше, чем в варианте 80 % НВ в слое 0,6 м, но ниже, чем в варианте 80 % НВ в слое почвы 0,4 м и в среднем за три года исследований изменялась от 33,05 до 40,39 т/га. Минимальная урожайность клубней картофеля получена в варианте без орошения, которая в зависимости от сортов изменялась по годам от 1,72 до 7,56 т/га.

Из изучаемых сортов картофеля наибольшей продуктивностью и существенной прибавкой характеризуется сорт Журавинка. Урожайность клубней данного сорта в зависимости от водных режимов почвы изменялась в исследованиях от 34,86 до 46,03 т/га, а в среднем – от 36,07 до 43,10 т/га. Прибавка урожайности клубней между сортами Голубизна и Роко незначительная, но по отношению к сортам Иван-да-Марья и Невский характеризуется существенной прибавкой. Так, урожайность клубней у сорта Голубизна по годам изменялась от 31,33 до 42,26 т/га, а сорта Роко – от 31,68 до 43,63 т/га. Урожайность клубней картофеля по сортам Иван-да-Марья и Невский изменялись в пределах 29,46-37,44 и 28,62-38,68 т/га соответственно. В варианте без орошения прибавка урожайности клубней картофеля между всеми сортами незначительная, так как последние не проявили своих потенциальных возможностей.

В структуре урожая семенных посадок картофеля семенная фракция с массой клубня от 30 до 100 г в вариантах с водным режимом почвы по сортам изменялась от 58,7 до 74,5, а в варианте без орошения – от 25, 6 до 31,9 %. При этом урожай семенных клубней картофеля составил 20,55...30,66 т/га и 1,18 – 1,66 т/га соответственно. Урожай продовольственного картофеля с массой клубня более 100 г по сортам в зависимости от водного режима почвы составил 6,96...16,42 т/га или 21,2...38,1 % общего урожая. Доля нетоварного картофеля изменялась от 3,3 до 9,5 % (таблица 5).

Максимальную долю клубней семенной фракции сформировали сорта Роко 72,3...74,5 % или 23,77...30,66 т/га и Голубизна 71,3...74,2 % или 23,58...29,56 т/га. Сорт Журавинка характеризуется невысокими показателями семенной фракции 58,7...65,7 % или 23,69...26,13 т/га. В то же время у этого сорта доля продовольственного картофеля самая высокая 28,8-38,1 % или 10,40...16,42 т/га. У сортов Невский и Иван-да-Марья урожай продовольственного картофеля 7,17...12,25 т/га, выше, чем у сортов Роко и Голубизна 6,96...9,03 т/га. Сорта Иван-да-Марья и Невский наибольшую долю клубней семенной фракции сформировали в варианте 80 % НВ в слое 0,4...0,6 м, сорта Роко и Голубизна – в варианте 80 % НВ в слое 0,4 м, а сорт Журавинка – в варианте 80 % НВ в слое 0,6 м.

Таблица 5 – Структура урожая семенных посадок картофеля (среднее за 2015-2017 гг.)

Водный режим почвы	Сорт картофеля	Нетоварный		Семенной 30-100 г		Продовольственный > 100 г	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
80% НВ, h=0,6 м	Роко	2,13	6,5	23,77	72,3	6,96	21,2
	Иван-да-Марья	2,91	9,5	20,55	67,1	7,17	23,4
	Невский	2,70	8,8	20,74	67,6	7,24	23,6
	Голубизна	2,32	7,0	23,58	71,3	7,16	21,7
	Журавинка	1,98	5,5	23,69	65,7	10,40	28,8
80% НВ, h=0,4 м	Роко	1,44	3,5	30,66	74,5	9,03	22,0
	Иван-да-Марья	2,89	8,0	21,52	61,1	11,82	32,6
	Невский	2,49	6,8	22,14	60,0	12,25	33,2
	Голубизна	1,51	3,8	29,56	74,2	8,74	22,0
	Журавинка	1,42	3,3	25,31	58,7	16,42	38,1
80% НВ, h=0,4-0,6 м	Роко	1,66	4,3	28,99	74,2	8,41	21,5
	Иван-да-Марья	3,01	9,1	22,51	68,1	7,53	22,8
	Невский	2,86	8,3	23,92	69,6	7,59	22,1
	Голубизна	1,74	4,7	27,51	73,6	8,12	21,7
	Журавинка	1,41	3,5	26,13	64,7	12,85	31,8
Без орошения (контроль)	Роко	3,35	73,8	1,19	26,2	-	-
	Иван-да-Марья	3,46	71,1	1,40	28,9	-	-
	Невский	3,54	68,1	1,66	31,9	-	-
	Голубизна	3,42	74,4	1,18	25,6	-	-
	Журавинка	3,57	73,3	1,30	26,7	-	-

Заключение. Выращивать посадочный материал картофеля, соответствующий семенным стандартам в Нижнем Поволжье на светло-каштановых почвах необходимо только на орошаемых землях, так как:

- данная территория по результатам исследований относится к сухой зоне обязательного орошения (ГТК ср =0,28);
- урожайность клубней картофеля в условиях естественной увлажненности атмосферными осадками не превышает 4,54...5,20 т/га, из которых 25,6...31,9 % относится к семенной фракции, а остальной – нетоварный.

Наиболее эффективным способом полива при возделывании картофеля является капельное орошение, обеспечивающее экономию водных ресурсов и подачу к корневой системе растений питательных веществ.

Режим капельного орошения летних посадок семенного картофеля складывается из проведения 14 -19 поливов нормой 140 – 210 м³/га каждый. При этом оросительная норма изменяется от 2340 до 2713 м³/га, а суммарное водопотребление – от 3242 до 3559 м³/га. Оросительная вода в структуре суммарного водопотребления составляет 72,2 – 76,2 %, на долю атмосферных осадков приходится 11,4 -12,5 %, а на запасы почвенной влаги – 12,4 – 15,3 %.

Урожайность клубней картофеля сорта Журавинка максимальная и изменяется в пределах 36,07-43,10 т/га, однако семенная фракция составляет не более 65,7 %. Наибольший выход клубней семенной фракции 71,3-74,5 у сортов Роко и Голубизна, а урожайность семян составляет 23,58-30,66 т/га.

Библиографический список

1. Бородычев, В.В. Обоснование режима увлажнения почвы при капельном орошении картофеля в аридной зоне [Текст] / В.В. Бородычев, А.В. Шуравилин, Ю.И. Сухарев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия. Агрономия и животноводство. – 2013. – №3. – С. 45-52.

2. Бубер, А.А. Разработка динамической модели формирования урожая «ПОТАТО» [Текст] / А.А. Бубер, В.В. Бородычев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №2. – С. 170-178.
3. ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной. Технические условия методы определения качества [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2016 – 41 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
5. Дубенок, Н.Н. Продуктивность различных сортов картофеля при капельном орошении в Нижнем Поволжье [Текст] / Н.Н. Дубенок, Д.А. Болотин, А.Г. Болотин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №2. – С. 28-37.
6. Дубенок, Н.Н. Водопотребление и продуктивность раннего картофеля при спринклерном орошении [Текст] / Н.Н. Дубенок, Р.А. Чечко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – №1. – С. 15-18.
7. Журавлева, Е.В. Картофелеводство как одно из приоритетных направлений Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2015 годы [Текст] / Е.В. Журавлева, С.В. Фурсов // Картофель и овощи. – 2018. – №5. – С. 6-9.
8. Коршунов, А.В. Многофакторные опыты по картофелю (планирование, анализ) [Текст] / А.В. Коршунов. М.: ВНИИКС, 2002. – 100 с.
9. Костяков, А.Н. Основы мелиораций [Текст] / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
10. Методика полевого опыта в условиях орошения [Текст]. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 149 с.
11. Навитная, А.А. Особенности выращивания картофеля в Волгоградской области [Текст] / А.А. Навитная // Научные основы технологического обеспечения орошаемого земледелия в современных агроэкологических условиях: сборник научных трудов. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2002. – С.184-194.
12. Овчинников, А.С. Режимы капельного орошения и водопотребления картофеля на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья [Текст] / А.С. Овчинников, Р.А. Филимонов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – С. 58-63.
13. Щербакова, Н.А. Формирование элементов продуктивности картофеля в зависимости от обработок различными препаратами в аридных условиях Нижнего Поволжья [Текст] / Н.А. Щербакова, Н.В. Тютюма // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – №1. – С. 107-112.

Reference

1. Borodychev, V. V. Obosnovanie rezhima uvlazhneniya pochvy pri kapel'nom oroshenii kartofelya v aridnoj zone [Tekst] / V. V. Borodychev, A. V. Shuravilin, Yu. I. Suharev // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya. Agronomiya i zhivotnovodstvo. - 2013. - №3. - P. 45-52.
2. Buber, A. A. Razrabotka dinamicheskoy modeli formirovaniya urozhaya «POTATO» [Tekst] / A. A. Buber, V. V. Borodychev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - №2. - P. 170-178.
3. GOST 33996-2016 Kartofel' semennoj. Tehnicheskie usloviya metody opredeleniya kachestva [Tekst]. - M.: Standartinform, 2016 - 41 p.
4. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B. A. Dospheov. - M.: Kolos, 1985. - 351 p.
5. Dubenok, N. N. Produktivnost' razlichnyh sortov kartofelya pri kapel'nom oroshenii v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] / N. N. Dubenok, D. A. Bolotin, A. G. Bolotin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - №2. - P. 28-37.
6. Dubenok, N. N. Vodopotreblenie i produktivnost' rannego kartofelya pri sprinklernom oroshenii [Tekst] / N. N. Dubenok, R. A. Chechko // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2015. - №1. - P. 15-18.
7. Zhuravleva, E. V. Kartofelevodstvo kak odno iz prioritetnyh napravlenij Federal'noj nauchno-tehnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017-2015 gody [Tekst] / E. V. Zhuravleva, S. V. Fursov // Kartofel' i ovoschi. - 2018. - №5. - P. 6-9.

8. Korshunov, A. V. Mnogofaktornye opyty po kartofelyu (planirovanie, analiz) [Tekst] / A. V. Korshunov. M.: VNIKH, 2002. - 100 p.
9. Kostyakov, A. N. Osnovy melioracij [Tekst] / A. N. Kostyakov. - M.: Sel'hozgiz, 1960. - 621 p.
10. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya [Tekst]. - Volgograd: VNIIOZ, 1983. - 149 p.
11. Navitnyaya, A. A. Osobennosti vyraschivaniya kartofelya v Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. A. Navitnyaya // Nauchnye osnovy tehnologicheskogo obespecheniya oroshaemogo zemledeliya v sovremennyh agroekologicheskikh usloviyah: sbornik nauchnyh trudov. - Volgograd: VNIIOZ, 2002. - P. 184-194.
12. Ovchinnikov, A. S. Rezhimy kapel'nogo orosheniya i vodopotrebleniya kartofelya na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volgo-Donского mezhdurech'ya [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, R. A. Filimonov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2008. - №. - P. 58-63.
13. Scherbakova, N. A. Formirovanie elementov produktivnosti kartofelya v zavisimosti ot obrabotok razlichnymi preparatami v aridnykh usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / N. A. Scherbakova, N. V. Tyutyuma // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - №1. - P. 107-112.

E-mail: vnioz2009@rambler.ru

УДК 626.81

НЕИСТОЩИТЕЛЬНОЕ ВОДОПИТАНИЕ И ОПРЕСНЕНИЕ РЕЧНЫХ ВОД ДОНСКОГО РЕГИОНА

REMAINING WATER SUPPLY AND REDUCTION OF RIVER WATERS OF THE DON REGION

В.В. Бородычев¹, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

А.К. Кулик², кандидат сельскохозяйственных наук

Н.Ф. Кулик², доктор сельскохозяйственных наук

V.V. Borodichev¹, A.K. Kulik², N.F. Kulik²

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт*

гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)

² *ФНЦ агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград*

¹ *Volgograd branch of the fgbi "all-Russian research Institute of hydraulic engineering and land reclamation them. A. N. Kostya",*

² *Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS, Volgograd*

Песчаные массивы Придонья (1027 тыс. га) делят на пески Верхнего Дона (345 тыс. га), пески Среднего Дона (527 тыс. га) и пески Нижнего Дона (155 тыс. га). Основную площадь на песчаных массивах занимают дерново-степные почвы – 59 %, примитивные – 21 %, черноземовидные – 14 %, почвы древних водотоков – 6 %. Водный режим песчаных массивов Придонья формируется в зависимости от влагоемкости почвогрунтов, плотности растительного покрова и глубины залегания грунтовых вод. Глубина грунтовых вод на первой террасе достигает 1,5-2,0 м, на второй – 3-4 м, на третьей – 8 и более м. Уменьшение плотности растительности на песках способствует увеличению их промачивания и большему питанию грунтовых вод. Накапливаемые грунтовые воды сбрасываются в речные системы в зависимости от гидрогеологических условий: с общим потоком по водопору, когда значительная часть воды сбрасывается в виде сплошного потока, выходящего в пойму, постепенное вертикальное погружение в водовмещающую толщу и оттуда очень медленное движение в сторону русла реки. Также сброс воды со стороны песчаных массивов довольно часто осуществляется в виде родников. Подземный сток грунтовых вод с песчаных территорий Верхнего Дона составляет 630 млн м³, Среднего Дона – 599 млн м³ и Нижнего Дона – 187 млн м³. Общий подземный сток – 1416 млн м³. Для песчаных массивов Придонья наиболее рентабельны пастбища, кормовые и бахчевые севообороты, леса, сады и виноградники.

Sandy massifs of the Pridonie (1027 ha) are divided into the sands of the Upper Don (345,000 ha), the sands of the Middle Don (527,000 ha) and the sands of the Lower Don (155,000 ha). The main area on sandy massifs is occupied by soddy-steppe soils – 59%, primitive – 21%, chernozem-like soils – 14%, soils of ancient watercourses – 6%. The water regime of the sandy massifs of the Pridonie is formed depending on the moisture capacity of the soil, the density of the vegetation cover and the depth of the groundwater. The depth of groundwater on the first terrace reaches 1.5-2.0 m, on the second - 3-4 m, on the third - 8 m. The decrease in the density of vegetation on the sands promotes an increase in their soaking and a greater supply of groundwater. Accumulated groundwater is discharged into river systems, depending on the hydrogeological conditions: with the total flow through the aquiclude, when a significant part of the water is discharged as a continuous stream that emerges into the floodplain; gradual vertical immersion in the water-bearing strata and from there a very slow movement towards the river bed. The total underground runoff from the sandy areas of the Upper Don is 630 million m³, the Middle Don is 599 million m³ and the Lower Don is 187 million m³. The total underground flow is 1416 million m³. For sandy massifs of the steppe zone of the Pridonie, pastures, fodder and melon crop rotations, forest lands, gardens and vineyards are most profitable.

Ключевые слова: *песчаные массивы, водный баланс, гидрологические константы, сток, формы хозяйственного использования песков.*

Key words: *sand massifs, water balance, hydrological constants, runoff, forms of economic use of sands.*

Введение. Придонские пески, занимая более 1 млн га, имеют меридиональное протяжение более 500 км и широтное 420 км. Эта территория континентального климата. Основным источником питания речных вод здесь являются атмосферные осадки, которые попадают в реку, пройдя сложные звенья природных ландшафтов путем стока. Динамика переноса влаги и объемы этого переноса зависят от водно-физических свойств почвогрунтов и форм хозяйственного использования территорий. Существует главный критерий, обуславливающий величину и форму переноса атмосферных осадков: глинистые почвы формируют внутриводосборный сток и являются основой паводкового наполнения речных систем, песчаные почвы нормируют внутриводосборный сток и поддерживают меженный уровень. Глинистые почвы функционируют только весной во время половодий, редко летом во время ливней. Песчаные земли сбрасывают воду круглогодично, поэтому они регулярно разбавляют речные воды, доводя их до нормального качества.

Материалы и методы. Цель работы – провести оценку качества и объемов поступления воды со стороны песчаных массивов в р. Дон и его притоки, определение наиболее эколого-сбалансированных типов хозяйственного использования песков, обеспечивающих стабильное меженное водопитание речных систем. При определении количественных показателей поступающей воды со стороны арен собрана следующая информация: площади песчаных земель с выделением основных типов и степенью их зарастания, водно-физические и химические свойства песчаных почв, водный режим и баланс влаги, грунтовые воды и их динамика, родниковый сток, хозяйственное использование. Значительный объем информации получен на основании полевых и лабораторных исследований, а также из литературных источников [3, 5, 6, 7, 9, 10].

Результаты и обсуждение. Пески р.Дон и его притоков можно разделить на три группы: пески Верхнего Дона со среднегодовым количеством осадков 500 мм и более, пески Среднего Дона, где осадков 380-400 мм, и пески Нижнего Дона, где осадков 440 мм (таблица 1).

На песчаных массивах Придонья выделены доминирующие ландшафтные типы песков, по которым осуществлены водобалансовые расчеты: 1) Полого-холмистые пески с черноземевидными почвами. Эти земли занимают третью террасу. 2) Полого-бугристые

пески с дерново-степными почвами различной мощности располагаются на второй и первой террасах. 3) Бугристые пески с примитивными песчаными почвами могут встречаться на всех трех террасах. 4) Почвы супесчаные древних водотоков и близководных понижений – представлены луговыми почвами, расположенными по тальвегам водотоков, по мере удаления они трансформируются в лугово-дерново-степные.

Таблица 1 – Песчаные массивы Придонья

Название песчаных массивов	Площадь, тыс. га
<i>Общая площадь Придонских песков</i>	<i>1027</i>
<i>Пески Верхнего Дона – всего</i>	<i>345</i>
В т.ч.: пески Воронежской области	150
Казанско-Вешенские пески	118
Прихоперские пески	77
<i>Пески Среднего Дона – всего</i>	<i>527</i>
В т.ч.: Арчедино-Донские пески	230
Голубинские пески	20
Цимлянские пески	150
Чирские пески	52
Пески небольших рек	75
<i>Пески Нижнего Дона – всего</i>	<i>155</i>
В т.ч.: Калитвенские пески	25
Донецкие пески	58
Усть-Кундрюченские пески	15
Донско-Кумшацкие пески	7
Пески небольших рек	50

Черноземовидные почвы обладают наибольшей водоудерживающей способностью (таблица 2), но иссушаются на максимальную глубину в теплый период года и соответственно требуют больших запасов воды для увлажнения в холодный. Эти почвы обеспечивают наибольшие урожаи трав и формирование высокопроизводительных лесных насаждений.

Таблица 2 – Гидрологические константы и объемная масса основных типов песчаных почв Придонья

Почвы	НВ, %	МГ, %	ВЗ, %	Объемная масса, г/см ³	Запас доступной влаги при НВ в слое 1 м, мм	Дефицит насыщения иссушенных летом горизонтов, мм
Черноземовидные	12	2	3	1,4	168	168
Дерново-степные	6	0,7	1,2	1,5	72	43
Примитивные	4,5	0,4	0,6	1,5	58	23
Древних водотоков	7	2	3	1,3	52	26

Основную площадь на песчаных массивах занимают дерново-степные почвы – 59 %, примитивные – 21 %, черноземовидные – 14 %, почвы древних водотоков – 6 % (таблица 3).

Растительность песчаных земель Придонья зависит от плодородия и водно-физических свойств почв. Самые богатые травостои (20-25 ц/га) характерны для черноземовидных почв с участием пырея ползучего, житняка, прутняка, полыней и астрагала. Эти почвы (гумус 1,0-1,5 %) используются для выращивания бахчевых, однолетних трав, озимой ржи.

Таблица 3 – Почвы Придонских песков, тыс. га

Пески	Наименование почвы			
	черноземовидные	дерново-степные	примитивные	почвы древних водотоков
Верхнего Дона	42	217	72	14
Среднего Дона	79	300	116	32
Нижнего Дона	26	85	32	12

На дерново-степных почвах с мощностью гумусового горизонта 30-40 см и содержанием гумуса 0,6-0,8 % преобладают типчак, тонконог изящный, полынь горькая, вейник, лапчатка, ракитник. Урожайность травостоя – 10-12 ц/га. Наиболее молодые – примитивные почвы имеют мощность гумусового горизонта 10-20 см, содержание гумуса – 0,3-0,5 %. Растительность разрежена. Доминанты: песчаный овес, песчаная полынь, вейник наземный. Средняя урожайность низкая (в пределах 5-8 ц/га).

Луговые и лугово-дерново-степные почвы древних водотоков отличаются большой комплексностью и разнообразием. Гумусовый горизонт 40-60 см, гранулометрический состав близок к супесчаному. Уровень грунтовых вод залегает на 1,5 м. Естественная лесная растительность приурочена к местам близкого залегания грунтовых вод, пониженным формам рельефа, руслам рек и родниковых систем. В видовом составе преобладают береза повислая, осина, ивы, ольха черная, дуб черешчатый. Сосна введена в культуру и доминирует по площади. Лесистость территории 15-18 %.

Водный режим и баланс влаги арен р. Дон и его притоков формируется под влиянием влагоемкости почв, объема фитомассы и глубины залегания грунтовых вод. Так, снижение фитомассы на песках и песчаных почвах способствует увеличению степени их промачивания и большему питанию грунтовых вод. Увеличение степени зарастания и появление лесных формаций ведет к большему иссушению почв и соответственно к снижению водопитания речных систем.

Обычная глубина грунтовых вод на первой террасе 1,5-2,0 м по средне пониженным местоположениям, на второй – 3-4 м, на третьей – 8-12 м и более. Воды, как правило, пресные с минерализацией 0,05-0,2 г/л. Формирование их обусловлено инфильтрацией осадков. Увлажнение песчаных почв начинается с сентября по октябрь, и к началу зимнего периода почвы примитивные и дерново-степные промачиваются целиком (на глубину летнего иссушения). На это расходуется до 30 и 60 мм осадков, соответственно. При теплой погоде дальнейшее увлажнение вызывает сквозное промачивание почвогрунтов, при морозной погоде атмосферные осадки накапливаются на поверхности земли в виде снега, а в почвогрунтах продолжает идти гравитационный сток в количестве 3-5 мм в месяц. В весенний период талая вода промачивает всю зону аэрации независимо от ее мощности и часть воды поступает к грунтовым водам. В летний период идет иссушение почв и транспирация растениями.

На влагоемких черноземовидных почвах к зиме промачивается 40-60 см, ниже остается сухой горизонт до 2-3 м. Весной промачивание продолжается, но, как правило, влаги не хватает и горизонт остается постоянно сухим (импермацидный горизонт).

На территории Верхнего Дона, а также при аномально высоких величинах осадков в других климатических зонах черноземовидные почвы могут иметь периодически промывной тип водного режима почв.

Почвы древних водотоков из-за близости грунтовых вод промачиваются ежегодно. Дефицит влаги здесь при летнем иссушении составляет 20-30 мм, и поэтому первые осенние дожди промачивают почвогрунт до грунтовых вод. Здесь сильно развитая растительность, активно использующая грунтовые воды на транспирацию в пределах 50-70 мм за период активной вегетации.

Накапливаемые грунтовые воды сбрасываются в речные системы в зависимости от гидрогеологических условий: 1) с общим потоком по водоупору – основная часть этой воды сбрасывается в реки в виде сплошного потока, выходящего в пойму; 2) постепенное вертикальное погружение в водовмещающую толщу, например, в меловые отложения, и оттуда очень медленное движение в сторону русла реки. Второй путь опасен, если поступают загрязненные воды. Они могут испортить запасы подземных вод. Сброс воды со стороны песчаных массивов часто осуществляется в виде родников. Так, на Усть-Кундрюченских песках родники образуют постоянные водотоки. На протяжении 10 км песчаного массива в р. Кундрючья поступает ежедневно 10 тыс. м³ воды с открытых водотоков. Это 1/3 часть общего поступления.

Основу водного баланса по элементам (осадки, физическое испарение, транспирация, инфильтрация и гравитационный сток) дают воднорежимные наблюдения для холодного (с ноября по март) и теплого (с апреля по октябрь) периодов по зональным группам песков и в разрезе типов или почвенных разностей (таблицы 4, 5).

Таблица 4 – Водный баланс песков Верхнего, Среднего и Нижнего Дона, мм

Зона	Почвы	Сумма осадков	Транспирация	Испарение	Изменение запасов влаги в почве	Сток в грунтовые воды, всего
Верхний Дон	Холодный период					
	Черноземовидные	235	нет	35	+168	32
	Дерново-степные	235	нет	35	+43	157
	Примитивные	235	нет	35	+23	177
	Почвы древних водотоков	235	нет	35	+26	174
	Теплый период					
	Черноземовидные	285	313	128	-168	12
	Дерново-степные	285	154	128	-43	46
	Примитивные	285	100	128	-23	80
	Почвы древних водотоков	285	357	128	-26	-174
Средний Дон	Холодный период					
	Черноземовидные	160	нет	24	+136	нет
	Дерново-степные	160	нет	24	+43	93
	Примитивные	160	нет	24	+23	113
	Почвы древних водотоков	160	нет	24	+26	110
	Теплый период					
	Черноземовидные	220	246	110	-136	нет
	Дерново-степные	220	133	110	-43	46
	Примитивные	220	73	110	-23	60
	Почвы древних водотоков	220	306	110	-26	-170
Нижний Дон	Холодный период					
	Черноземовидные	189	нет	27	+162	нет
	Дерново-степные	189	нет	27	+43	119
	Примитивные	189	нет	27	+23	139
	Почвы древних водотоков		нет	27	+26	136
	Теплый период					
	Черноземовидные	251	275	130	-154	нет
	Дерново-степные	251	134	130	-43	30
	Примитивные	251	78	130	-23	66
	Почвы древних водотоков	251	333	130	-26	-186

На песках Верхнего Дона за холодный период года выпадает 235 мм атмосферных осадков. Из них на физическое испарение расходуется 35 мм. Часть влаги используется на увлажнение почвогрунтов до наименьшей влагоемкости, оставшаяся весной стекает к грунтовым водам. Минимальный сток наблюдается на влагоемких черноземовидных почвах (32 мм), а максимальный на примитивных почвах и открытых песках (177 мм). Летом грунтовый сток сокращается в 2-3 раза. На участках древних водотоков вся накапливаемая вода идет на транспирацию древесными и травянистыми растениями, они не являются влагонакопителями. Максимальные транспирационные расходы фиксируются на черноземовидных почвах и почвах древних водотоков (333 и 357 мм), где пополнение грунтовых вод минимальное или отсутствует.

На песках Среднего Дона нет различий по водному балансу в сравнении с Верхним Доном. Но вследствие уменьшения количества годовых осадков уменьшаются все статьи водного баланса. В холодный период к грунтовым водам стекает в 1,5 раза меньше, чем на Верхнем Дону (93-113 мм). Максимальный сток наблюдается на малогумусных, примитивных почвах. На черноземовидных почвах отсутствует просачивание осадков.

Дефицит насыщения для метровой толщи – 32 мм. В год обильных зимних осадков промачивание может быть сквозное. В теплый период года просачивание осадков наблюдается в меньших объемах.

Таблица 5 – Годовой сток песков Верхнего, Среднего, Нижнего Дона, мм

Почвы	Верхний Дон	Средний Дон	Нижний Дон
Черноземовидные	44	нет	нет
Дерново-степные	203	139	149
Примитивные	257	173	205
Почвы древних водотоков	нет	-60	-50

На близководных местоположениях идет интенсивный забор грунтовой воды растительностью на 60 мм больше, чем поступает с осадками. Эти местоположения являются областью расхода грунтовой воды. В отдельных случаях на песках формируются озера, которые дренируют и испаряют грунтовую воду с близлежащих территорий.

На песках Нижнего Дона в холодный период в основном весной на дерново-степных почвах просачивается 119 мм, на примитивных – 139 мм. На влагоемких черноземовидных почвах сквозного просачивания нет. В теплый период на дерново-степных и примитивных почвах просачивается 30-66 мм. Участки древних водотоков с буйной растительностью расходуют на транспирацию 333 мм, беря из грунтовых вод 186 мм.

Общий подземный сток с песчаных территорий Верхнего Дона составляет 630 млн м³, Среднего Дона – 599 млн м³ и Нижнего Дона – 187 млн м³. Общий подземный сток равен 1416 млн м³.

Песчаные массивы получают воду с приводораздельных склонов. На всю площадь песков в Придонуе приходится 500 тыс. га тяжелых почв, с которых можно ожидать весенний и ливневый сток (50 мм с учетом прибалочных площадей, занятых многолетниками).

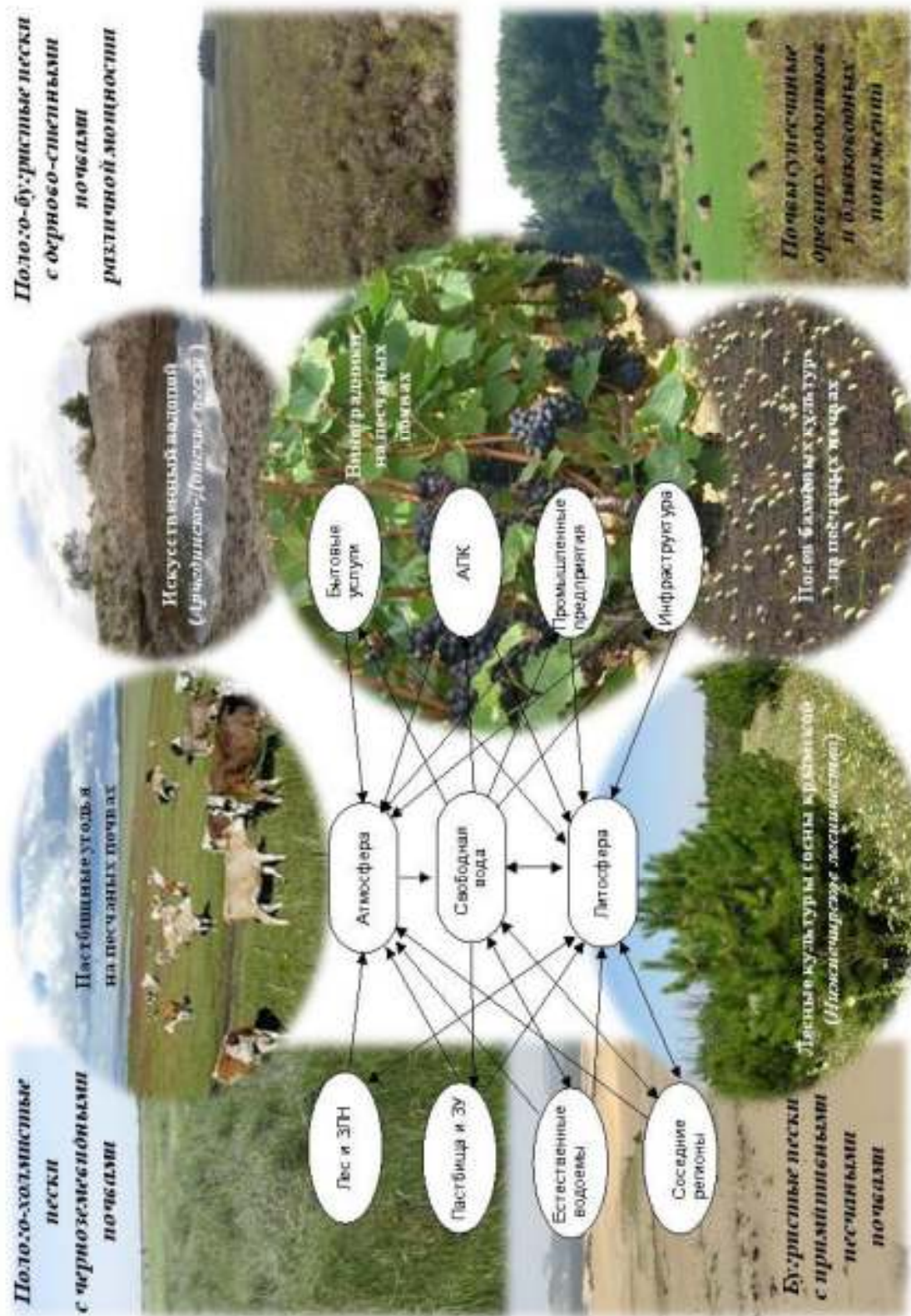


Рисунок 1 – Комплексный метод освоения песчаных массивов Приорья

Общий сток с полей – 250 млн м³. Общее количество воды, поступающей в р. Дон и притоки с песков – 1,7 км³, из которых ежемесячный сброс с июля по февраль – 100 тыс. м³.

Сущность комплексного метода освоения песков заключается в выборе приемлемых угодий для типа песчаных территорий (рисунок 1) [4, 1, 2, 8].

В степной зоне наиболее рентабельны пастбища, кормовые и бахчевые севообороты, лесные угодья, сады и виноградники. В основе сельскохозяйственного производства на песках должно лежать пастбищное хозяйство с летними кочующими базами. Небольшое разбивание пастбищ окажет положительное влияние на увеличение стока. Полевые угодья на черноземовидных почвах имеют в составе 6-8-польные севообороты. В перспективе полевые угодья с кормовыми почвозащитными севооборотами в системе лесных полос должны занять 150 тыс. га. Лес на песках расходует воду больше, чем травы. Увеличение лесистости способствует уменьшению стока. Для лесонасаждений рекомендуются почвы древних водотоков и площади, прилегающие к ним с уровнем грунтовых вод 1,5-2 м. Это даст 8-10 % облесенности. Садоводство и виноградарство на песках при близких грунтовых водах ранее имело промышленные масштабы. Но в последние годы эта отрасль развивается ограниченно и только для личных нужд.

Заключение. Пески Придонья дают пресную, высокого качества воду, которая опресняет воды р. Дон и делает их пригодными для водопотребления. В общем объеме речных вод низовий р. Дон доля пресных вод песчаных массивов в межень составляет 22 %. Лесистости песчаных территорий 15-20 % достаточно для надежной противодефляционной защиты. Большее увеличение лесистости может привести к снижению поступления пресных вод в р. Дон. При соблюдении норм природопользования лесистость песчаных территорий и интенсификация сельскохозяйственного производства могут быть увеличены.

Библиографический список

1. Барабанов, А.Т. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии [Текст]/ А.Т. Барабанов. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1993. – 156 с.
2. Воронков, Н.А. Роль лесов в охране вод [Текст] /Н.А. Воронков. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 186 с.
3. Глобус, А.М. Почвенно-гидравлическое обеспечение агроэкологических математических моделей [Текст]/ А.М. Глобус. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 427 с.
4. Концепция социально-экономического развития агропромышленного комплекса Прикаспийского региона [Текст]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1990. – 59 с.
5. Кулик, А.К. Водный режим и баланс влаги песчаных земель Нижнего Дона [Текст] : диссер... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / А.К. Кулик. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – 143 с.
6. Кулик, Н. Ф. Водный режим песков аридной зоны [Текст]/ Н.Ф. Кулик. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 277 с.
7. Кулик, А.К. Эколого-гидрологическая оценка воздействия сельского и лесного хозяйства на песчаные земли верхнего Дона [Текст]/ А.К. Кулик, М.В. Власенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 1. – С. 89.
8. Кулик, А.К. Опреснение и водность р. Кумылги под влиянием песков [Текст]/ А.К. Кулик, М.В. Власенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия, 2014. – №56-2. – С. 14-18.
9. Лебедев, А.В. Методы изучения баланса грунтовых вод [Текст] / А.В. Лебедев. – М.: Недра, 1976. – 223 с.
10. Роде, А.А. Вопросы водного режима почв [Текст]/ А.А. Роде. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 215 с.

Reference

1. Barabanov, A. T. Agrolesomeliioraciya v pochvozaschitnom zemledelii [Tekst]/ A. T. Barabanov. - Volgograd: VNIALMI, 1993. - 156 p.
2. Voronkov, N. A. Rol' lesov v ohrane vod [Tekst] /N. A. Voronkov. - L.: Gidrometeoizdat, 1988. - 186 p.
3. Globus, A. M. Pochvenno-gidravlichesкое obесpechenie agro]kologicheskikh matematicheskikh modelej [Tekst]/ A. M. Globus. - L.: Gidrometioizdat, 1987. - 427 p.
4. Koncepciya social'no-jekonomicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Pri-kaspijskogo regiona [Tekst]. - Volgograd: VNIALMI, 1990. - 59 p.
5. Kulik, A. K. Vodnyj rezhim i balans vlagi peschanyh zemel' Nizhnego Dona [Tekst] : disser... kand. s. -- h. nauk: 06.03.03 / A. K. Kulik. - Volgograd: VNIALMI, 2005. - 143 p.
6. Kulik, N. F. Vodnyj rezhim peskov aridnoj zony [Tekst]/ N. F. Kulik. - L.: Gidrometeoizdat, 1979. - 277 p.
7. Kulik, A. K. Jekologo-gidrologicheskaya ocenka vozdejstviya sel'skogo i lesnogo ho-zyajstva na peschanye zemli verhnego Dona [Tekst]/ A. K. Kulik, M. V. Vlasenko // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2015. - № 1. - P. 89.
8. Kulik, A. K. Opresnenie i vodnost' r. Kumylgi pod vliyaniem peskov [Tekst]/ A.K. Kulik, M. V. Vlasenko // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya, 2014. - №56-2. - P. 14-18.
9. Lebedev, A. V. Metody izucheniya balansa gruntovyh vod [Tekst] / A. V. Lebedev. - M.: Nedra, 1976. - 223 p.
10. Rode, A. A. Voprosy vodnogo rezhima pochv [Tekst]/ A. A. Rode. - L.: Gidrometeoizdat, 1978. - 215 p.

E-mail: vkovniigim@yadex.ru

УДК: 633.18: 631.674

**ДИНАМИКА СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ
ПЕРИОДИЧЕСКИ УВЛАЖНЯЕМОГО РИСА ПРИ ДОЖДЕВАНИИ
И КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**DYNAMICS OF TOTAL WATER CONSUMPTION AND
PRODUCTIVITY OF PERIODICALLY HUMIDIFIED RICE AT OVERHEAD
IRRIGATION AND DROP WATERING IN THE VOLGOGRAD REGION**

И.П. Кружилин^{1,2}, академик РАН, профессорМ.А. Ганиев¹, кандидат технических наукН.В. Кузнецова², доктор сельскохозяйственных наук, профессорК.А. Родин¹, кандидат сельскохозяйственных наукI.P. Kruzhilin^{1,2}, M.A. Ganiyev¹, N. V. Kuznetsova², K.A. Rodin¹¹ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград² Волгоградский государственный аграрный университет¹All-Russian research Institute irrigated agriculture, Volgograd²Volgograd State Agricultural University

В статье по результатам многолетних исследований (1999-2015 гг.), проведённых Всероссийским НИИ орошаемого земледелия на разных территориальных исследовательских площадках Волгоградской области, рассматриваются нормы реакции растений риса на водный и пищевой режим почвы в посевах толерантного сорта Волгоградский к не насыщенной водой почве с использованием двух способов орошения: дождевание агрегатом ДДА-100 МА, стационарными аппаратами Роса-1 и системы капельного орошения. В результате проведённых исследований установлено, что на разных дождевальных установках и водных режимах суммарное водопотребление за годы опытов изменялось от 2800 до 5400 м³/га, а при поливе системой капельного орошения от 4440 до

6060 м³/га. В то же время в рисоводческих хозяйствах России оросительная норма при постоянном затоплении с проточностью находится в интервале от 12 000 до 25 000 м³/га. Исходя из вышеизложенного можно заключить, что разработка технологии орошения риса, как и других культур семейства мятликовых не затоплением чеков, а проведением периодических поливов актуальна в особенности в связи с обостряющимся дефицитом водных ресурсов и ухудшением качества воды из-за антропогенного загрязнения водотоков, всевозрастающей потребностью и конкуренцией на воду между различными водопользователями. Снижение на 10 % оросительной нормы затопляемого риса эквивалентно примерно 25 % общего объема пресной воды, используемой во всем мире для несельскохозяйственных целей.

In article by results of long-term researches (1999-2015) conducted the All-Russian scientific research institute of the irrigated agriculture on different territorial research platforms of the Volgograd region, rassmatrivayutsya norma of reaction of plants of rice to the water and food mode of the soil in crops of a tolerant grade Volgograd to nonsaturated water to the soil by a sispolzovaniye of two ways of irrigation: overhead irrigation by the DDA-100 MA unit, stationary devices Dew-1 and systems of drop irrigation. As a result of the conducted researches it is established that on different water sprinklers and the water modes total water consumption for years of experiences changed from 2800 to 5400 м³/ ha, and when watering by the system of drop irrigation from 4440 to 6060 м³/ ha. In too time the irrigating norm at constant flooding with a pro-accuracy is in rice-growing farms of Russia in the range from 12000 up to 25000 м³/ ha. Proceeding from above stated, it is possible to conclude that development of technology of irrigation of rice as other cultures of family bluegrass, not flooding of checks, but carrying out periodic waterings is relevant in particular in connection with the becoming aggravated deficiency of water resources and deterioration of water because of anthropogenic pollution of water currents, ever-increasing requirement and a konkurentsiyeyna water between various water users. Decrease by 10% of irrigating norm of the flooded rice is equivalent to about 25% of total amount of the fresh water used around the world for the nonagricultural purposes.

Ключевые слова: рис, дождевание, капельное орошение, суммарное водопотребление, урожайность.

Key words: rice, overhead irrigation, drop irrigation, total water consumption, productivity.

Введение. В мировой практике орошения наибольшее распространение получил способ полива риса продолжительным затоплением чеков слоем воды. Рис возделывается при орошении затоплением на площади более 100 млн га и потребляет более 50 % общего объема оросительной воды, или 24-30 % запасов пресной воды в мире [10, 11, 16, 18, 20].

При таком орошении расход поливной воды на возделывание риса значительно превосходит биологическую потребность растений, а основная часть ее теряется на фильтрацию, сброс и боковой отток. Фильтрационные потери являются основной расходной статьей из непродуктивных потерь на рисовых полях. В зависимости от типа почвы, потери воды на фильтрацию составляют от 1 до 30 мм в день, или 25-50 % общего объема поступающей на поле оросительной воды на тяжелых почвах [13, 15] и достигают 50-85 % на почвах легкого гранулометрического состава [19, 22]. На затопляемых рисовых полях расход воды на эвапотранспирацию включает испарение со слоя воды и транспирацию растений риса и составляет 6-7 мм в день. За период вегетации культуры около 30-40 % эвапотранспирации приходится на испарение [21, 22]. Следовательно, в производственных условиях оросительная норма при постоянном затоплении с проточностью находится в интервале от 15 до 30 тыс. м³/га [9, 14, 23]. В то же время за период вегетации суммарное водопотребление в зависимости от погодных и почвенных условий, уровня урожайности составляет 6-8 тыс. м³ воды с 1 га рисового поля [3, 4, 17].

Стремление снизить затраты воды на орошение риса и определило направление наших исследований, связанных с поиском новых водосберегающих технологий орошения этой самой водозатратной культуры. Один из путей решения проблемы водосбережения видится в разработке и освоении технологии орошения риса, как и других культур семейства мятликовых не затоплением чеков, а проведением периодических поливов.

Исходя из вышеизложенного нами были поставлены опыты по изучению норм реакции растений риса на водный режим почвы при дождевании и капельном орошении.

Материалы и методы. Исследования проводились на разных территориальных площадках: одна располагалась в ГНУ ВНИИОЗ с 1999 по 2001 гг. на полигоне технических средств управления факторами жизни растений в г. Волгоград, вторая – с 2003 по 2005 гг. на землях Светлоярского филиала ФГУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» Светлоярский район Волгоградская область, третья – с 2013 по 2015 гг. на Волго-Донском стационаре ФГБНУ ВНИИОЗ в пределах землепользования ФГУП «Орошаемое» г. Волгограда.

На первой площадке исследования проводились при дождевании стационарными аппаратами Роса-1. Изучались три водных режима: **1.** В течение всего жизненного цикла риса влажность почвы в слое 0,6 м поддерживалась поливами не ниже 70 % НВ; **2.** Поддержание влажности почвы в слое 0,6 м в период от посева до конца фазы всходов и от конца фазы молочная спелость до полной спелости зерна не ниже 70 % НВ, а от начала фазы кушения до конца молочной спелости зерна не ниже 80 % НВ в том же слое; **3.** Водный режим в слое почвы 0,6 м в течение всего жизненного цикла риса поддерживался поливами не ниже 80 % НВ.

На второй площадке исследования проводились при дождевании агрегатом ДДА-100 МА на трёх водных режимах: **1.** Поддержание влажности почвы в слое 0,4 м в период от посева до начала кушения и от конца фазы молочная спелость до полной спелости зерна в слое 0,6 м не ниже 70 % НВ, а от начала кушения до конца фазы молочная спелость 80 % НВ в слое 0,6 м; **2.** Водный режим почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м поддерживался от посева до начала кушения, а от начала кушения до полной спелости зерна – 0,6 м; **3.** В течение всего жизненного цикла риса влажность почвы в слое 0,6 м поддерживалась поливами не ниже 80% НВ.

На третьей площадке исследования проводились при поливе капельной системой также на трёх водных режимах: **1.** В течение всего жизненного цикла риса влажность почвы в слое 0,6 м поддерживалась поливами не ниже 80% НВ; **2.** Вегетационные поливы проводились при предполивном пороге влажности не ниже 80 % НВ в период от посева до конца фазы кушения в слое – 0,4м, а от выхода растений в трубку до полной спелости зерна – 0,6 м; **3.** Поддержание влажности почвы не ниже 80 % НВ в период от посева до конца фазы кушения в слое 0,4 м, а от выхода растений в трубку до восковой спелости – 0,6 м и от восковой до полной спелости зерна не ниже 70 % НВ в том же слое.

Исследования проводились на посевах риса сорта Волгоградский. Норма посева составляла 5 млн всхожих зёрен/га. Доза удобрений при дождевании рассчитывалась на планируемую урожайность 5 ($N_{95}P_{62}K_{75}$) т/га зерна, а при поливе капельной системой на 6 ($N_{114}P_{74}K_{90}$) т/га зерна по методике В.И. Филина (1994) с учётом содержания подвижных форм элементов питания в почве [8].

Полевые опыты сопровождалось наблюдениями, учётами и измерениями, выполненными при соблюдении требований методик полевого опыта [1, 5, 6], суммарное водопотребление – по А.Н. Костякову, поливные нормы – по А.Н. Костякову, при капельном орошении – в модификации И.П. Кружилина и др. [2, 7].

Результаты и обсуждение. Из данных таблицы 1 видно, что суммарное водопотребление при дождевании стационарными аппаратами Роса 1 возрастало с улучшением влагообеспеченности и в разные по метеоусловиям годы изменялось в интервале от 4992 до 6346 м³/га.

Таблица 1 – Динамика суммарного водопотребления при разных водных режимах почвы (N₉₅P₆₂K₇₅ (5 т/га) опыт № 1 и 2, N₁₁₄P₇₄K₉₀ (6 т/га) опыт № 3, сорт Волгоградский)

Варианты водного режима почвы	Годы исследований	Оросительная норма, м ³ /га	Влага от осадков, м ³ /га	Влага использованная из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
Опыт № 1					
70% НВ, h = 0,6 м	1999	3850	873	305	5028
	2000	2800	2128	279	5207
	2001	3500	1234	343	5077
	среднее	3383	1412	309	5104
70-80-70% НВ, h = 0,6 м	1999	4550	873	204	5627
	2000	3450	2128	313	5891
	2001	4200	1234	243	5677
	среднее	4067	1412	253	5732
80% НВ, h = 0,6 м	1999	5000	873	146	6019
	2000	4000	2128	218	6346
	2001	4500	1234	15	5749
	среднее	4500	1412	126	6038
Опыт № 2					
70-80-70% НВ, h = 0,4 и 0,6 м	2003	4400	1472	364	6237
	2004	4400	1240	476	6116
	2005	4600	1443	205	6308
	среднее	4467	1385	348	6200
80% НВ, h = 0,4 и 0,6 м	2003	4800	1496	265	6561
	2004	5200	1240	142	6582
	2005	4800	1443	187	6430
	среднее	4933	1393	198	6524
80% НВ, h = 0,6 м	2003	5000	1496	157	6653
	2004	5400	1240	36	6676
	2005	4800	1443	187	6430
	среднее	5067	1393	127	6586
Опыт № 3					
80% НВ, h = 0,6 м	2013	4440,0	1696,0	1,0	6137,0
	2014	5550,0	497,0	75,4	6122,0
	2015	4810,0	1478,0	4,8	6293,0
	среднее	4933,0	1224,0	27,0	6184,0
80% НВ, h = 0,4 и 0,6 м	2013	4700,0	1696,0	25,7	6602,0
	2014	6060,0	497,0	7,5	6605,0
	2015	5310,0	1488,0	21,9	6808,0
	среднее	5357,0	1227,0	18,4	6672,0
80 и 70% НВ, h = 0,4 и 0,6 м	2013	4510,0	1696,0	26,2	6464,0
	2014	5500,0	497,0	7,7	6465,0
	2015	4750,0	1478,0	22,2	6658,0
	среднее	4920,0	1224,0	18,7	6529,0

Наибольшее суммарное водопотребление отмечено в третьем варианте с поддержанием предполивного порога влажности почвы не ниже 80 % НВ и в среднем за трёхлетие составило 6039 м³/га с изменениями от 5749 до 6346. Во втором варианте с дифференцированным предполивным порогом расход воды растительным организмом уменьшался и составил в среднем за трёхлетие 5732 м³/га с интервалом от 5627 до 5891. Наименьшее суммарное водопотребление риса отмечено в первом варианте водного режима, которое в среднем за трёхлетие составило 5104 с варьированием за период опытов от 5028 до 5207 м³/га. Максимальное количество подаваемой на поле поливной воды растения расходовали в третьем варианте водного режима с предполивным порогом не ниже 80 % НВ, и в среднем за трёхлетие она составила 4500 м³/га. Минимальное значение оросительной воды сложилось в первом изучаемом варианте, когда предполивной порог находился не ниже 70 % НВ, и в среднем за три года оно составило 3383 м³/га. Во втором варианте с дифференцированным по ростовым фазам развития риса водном режиме оно составило в среднем за трёхлетие 4067 м³/га.

Во всех трёх вариантах водных режимов участие атмосферных осадков было одинаковым и в среднем за трёхлетие составило 1412 м³/га. За весь жизненный цикл рисом было использовано почвенной влаги от 15 до 343 м³/га.

Из данных таблицы 1 видно, что наибольшее суммарное водопотребление при дождевании агрегатом ДДА-100 МА отмечено в третьем варианте с предполивным порогом не ниже 80 % НВ с глубиной увлажнения 0,6 м и в среднем за трёхлетие составило 6586 м³/га с изменениями от 6430 до 6676. В варианте с идентичным предполивным порогом (80 % НВ), но с переменной глубиной увлажнения почвы ($h = 0,4$ и $0,6$ м) расход воды растениями риса уменьшался и составил в среднем за трёхлетие 6524 м³/га с интервалом от 6430 до 6582. Наименьшее суммарное водопотребление риса отмечено в первом варианте водного режима с дифференцированным водным режимом и глубиной увлажнения, которое в среднем за трёхлетие составило 6200 с варьированием за период опытов от 6116 до 6308 м³/га.

Максимальная оросительная норма сложилась в третьем варианте водного режима с предполивным порогом 80 % НВ и в неизменяемом слое увлажнения 0,6 м, и в среднем за трёхлетие она составила 5067 м³/га. Минимальное использование оросительной воды получено в первом варианте с поддержанием дифференцированного водного режима и слоя увлажнения почвы (70-80-70 % НВ, $h = 0,4$ и $0,6$ м), которое в среднем за трёхлетие составило 4467 м³/га. Во втором варианте водного режима не ниже 80 % НВ с изменяющейся по ростовым фазам контролируемого по влажности слоя почвы $h = 0,4$ и $0,6$ м доля оросительной воды составила в среднем за трёхлетие 4933 м³/га.

Участие атмосферных осадков в росте и развитии риса на изучаемых водных режимах в зависимости от влагообеспеченности года изменялось от 873 до 2128 м³/га. Использование запасов почвенной влаги по годам изменялось от 36 до 476 м³/га.

Наибольшее суммарное водопотребление при поливе капельной системой сложилось во втором варианте поддержания влажности почвы, объем которой в среднем за трёхлетие составил 6672 м³/га с изменениями за годы опытов в диапазоне от 6602 – 6808 м³/га. В третьем варианте с дифференцированной влажностью почвы и регулируемого поливами слоя ($h = 0,4$ и $0,6$ м) водопотребление риса уменьшалось и изменялось за трёхлетие в пределах от 6464 до 6658 со средним числовым значением 6529 м³/га. Наименьшее суммарное водопотребление отмечено в первом варианте, которое в среднем за трёхлетие составило 6184 с варьированием за период опытов от 6122 до 6293 м³/га.

Во втором исследовательском варианте, когда предполивной порог находился не ниже 80 % НВ с меняющимся по ростообразующим фазам слоем почвы с $0,4$ до $0,6$ м, сложилась максимальная оросительная норма, и за трёхлетие в среднем она составила 5257 м³/га. В варианте с назначением поливов при влажности почвы 80 % НВ в слое $0,6$ м она снизилась за трёхлетие в среднем до 4933 м³/га. Минимальные затраты воды для

орошения, 4920 м³/га в среднем за период опытов, были получены в третьем исследовательском варианте поддержания дифференцированного водного режима и увлажняемого слоя почвы (80 и 70% НВ, h = 0,4 и 0,6 м).

Участие естественных запасов влаги в почве для удовлетворения потребности растений в воде при капельном орошении было ниже по сравнению с дождеванием стационарными аппаратами Роса 1 и агрегатом ДДА-100 МА и изменялось по годам от 1,0 до 75 м³/га.

В наших исследованиях на полигоне технических средств управления факторами жизни растений ГНУ ВНИИОЗ г. Волгограда (1999-2001 гг.) в варианте водного режима почвы 80 % НВ при внесении N₉₅P₆₂K₇₅ (5 т/га) сформировался максимальный сбор зерна риса и в среднем за три года составил 5,28 с изменениями от 5,04 до 5,54 т/га зерна (таблица 2). Во втором варианте с дифференцированным предполивным порогом влажности почвы 70-80-70 % НВ и глубиной увлажнения 0,6 м при внесении той же дозы удобрений урожайность снизилась и изменялась от 4,81 до 5,36, а среднее значение за трёхлетие составило 5,10 т/га зерна. В варианте водного режима почвы с предполивным порогом влажности почвы 70 % НВ в слоях 0,6 м отмечался минимальный сбор зерна, который изменялся от 3,70 до 4,02, а в среднем за трёхлетие он составил 3,87 т/га зерна.

В научно-производственных исследованиях на землях Светлоярского филиала ФГУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» (2003-2005 гг.) максимальный сбор зерна риса был в варианте поддержания влажности не ниже 80 % НВ до начала кущения в почвенном слое 0,4 с необходимым последующим его увеличением до 0,6 м и изменялся от 4,98 до 5,34 при среднем значении 5,15 т/га (таблица 2). В третьем варианте с предполивным порогом влажности почвы 80 % НВ и глубиной увлажнения 0,6 м при внесении той же дозы удобрений урожайность снизилась и изменялась от 4,78 до 5,25, а среднее значение за трёхлетие составило 4,99 т/га зерна. В варианте водного режима почвы с дифференцированной предполивной влажностью почвы 70-80-70% НВ в слоях 0,4 и 0,6 м отмечался минимальный сбор зерна, который изменялся от 4,68 до 4,93, а в среднем за трёхлетие он составил 4,81 т/га зерна.

Таблица 2 – Влияние водного режима почвы на урожайность риса
(N₉₅P₆₂K₇₅ (5 т/га) опыт № 1 и 2, N₁₁₄P₇₄K₉₀ (6 т/га) опыт № 3, сорт Волгоградский)

Варианты по водному режиму	Годы исследований			Средняя
Опыт № 1				
	1999 г.	2000 г.	2001 г.	
70 % НВ, h = 0,6 м	3,70	4,02	3,89	3,87
70-80-70 % НВ, h = 0,6 м	4,81	5,36	5,14	5,10
80 % НВ, h = 0,6 м	5,04	5,54	5,26	5,28
НСР ₀₅	0,2732	0,1456	0,1597	
Опыт № 2				
	2003	2004	2005	
70-80-70 % НВ, h = 0,4 и 0,6 м	4,79	4,68	4,93	4,81
80 % НВ, h = 0,4 и 0,6 м	5,13	4,98	5,34	5,15
80 % НВ, h = 0,6 м	4,94	4,78	5,25	4,99
НСР ₀₅	0,1923	0,2215	0,2084	
Опыт № 3				
	2013	2014	2015	
80 % НВ, h = 0,6 м	5,91	5,79	5,99	5,90
80 % НВ, h = 0,4 и 0,6 м	6,17	6,12	6,40	6,23
80 и 70 % НВ, h = 0,4 и 0,6 м	6,05	6,02	6,28	6,11
НСР ₀₅	0,2563	0,1424	0,1767	

Полученные нами в результате опытов на Волго-Донском стационаре ФГБНУ ВНИИОЗ в пределах землепользования ФГУП «Орошаемое» г. Волгограда (2013-2015 гг.) данные показывают (таблица 2), что максимальный сбор зерна риса был в варианте поддержания влажности не ниже 80 % НВ до конца кущения в почвенном слое 0,4 с необходимым последующим его увеличением до 0,6 м и изменялся от 6,12 до 6,40 при среднем значении 6,23 т/га. В третьем варианте с предполивным порогом влажности почвы 80 и 70 % НВ и глубиной увлажнения 0,4 и 0,6 м при внесении той же дозы удобрений урожайность снизилась и изменялась от 6,02 до 6,28, а среднее значение за трёхлетие составило 6,11 т/га зерна. В варианте водного режима почвы с предполивной влажностью 80 % НВ в слое 0,6 м отмечался минимальный сбор зерна, который изменялся от 5,79 до 5,99, а в среднем за трёхлетие он составил 5,90 т/га зерна.

Заключение. Полученные в процессе исследований результаты показали возможность возделывания риса на светло-каштановых почвах Волгоградской области с использованием дождевания и капельного орошения при значительном снижении оросительных норм в 2,0-8,9 раз по сравнению с затоплением поверхности почвы слоем воды. Основными условиями успешного освоения рекомендуемой инновационной технологии орошения риса является наличие толерантных сортов к не насыщенным водой почве, размещение посевов по очищенным от сорной растительности полям, использование, при необходимости, системы защиты посевов от сорняков и сочетание оптимального водного режима почвы с дозами внесения удобрений, рассчитанными на получение планируемой урожайности.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]/Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Костяков, А.Н. Основы мелиорации [Текст] /А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
3. Оценка предпочтительности использования предшествующих культур периодически поливаемого риса [Текст]/ И.П. Кружилин, М.А. Ганиев, Н.В. Кузнецова, К.А. Родин, А.Б. Небезина // Журнал фундаментальных и прикладных исследований: Естественные науки. – 2017. – № 4 (62). – С. 50-59.
4. Оценка способов орошения риса на оросительных системах общего назначения [Текст]/ И.П. Кружилин, М.А. Ганиев, Н.В. Кузнецова, К.А. Родин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №3 (43). –С. 6-11.
5. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения [Текст]: рекомендации / В. Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 149 с.
6. Роде, А.А. Методы изучения водного режима почв [Текст]/ А.А. Роде. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 244 с.
7. Способ определения поливных норм при капельном орошении томатов [Текст]: патент № 2204241, 20.05.2003. / Кружилин, И.П., Ходяков Е.А., Кружилин Ю.И., Салдаев А.М., Галда А.В.
8. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая [Текст]/ В.И. Филин // ВГСА. – Волгоград, 1994. – 274 с.
9. Balasubramanian, R. Weed population and biomass in direct- seeded rice (*Oryza sativa*) as influenced by irrigation/ R. Balasubramanian, J. Krishnarajan// Indian J. Agron.-2001.-Vol. 46. - P.101-106.
10. Barker, R. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production. In: Assessment and orientation towards the 21st century Proceedings of the 19th session of the International Rice Commission, 7-9 September 1998, Cairo, Egypt / R. Barker, D. Dawe, T. Tuong// Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.-1999.-P.96-109.

11. Bouman, B.A. Rice and water/ B.A. Bouman, E. Humphreys, T.P. Tuong, R. Barker// *Advances in Agronomy*.-2007.-Vol. 92.-P. 187-237.
12. Bouman, B.A. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems/ B.A. Bouman, S. Peng, A.R. Castañeda, R.M. Visperas// *Agric Water Manage*.-2005.-Vol.74. P. 87–105.
13. Cabangon, R.J. Effect of irrigation method and N-fertilizer management on rice yield, water productivity and nutrient-use efficiencies in typical lowland rice conditions in China/ R.J. Cabangon, T.P. Tuong, E.G. Castillo, L.X. Bao, G. Lu, G. Wang, Y. Cui, B.A. Bouman, Y. Li, C. Chen, J. Wang// *Paddy Water Environ*.- 2004.-Vol. 2. P. 195-206
14. Choudhury, B.U. Yield and water productivity of rice-wheat on raised beds at New Delhi, India/ B. U. Choudhury, B.A. Bouman, A.K. Singh// *Field Crops Res*.- 2007.-Vol. 100.-P. 229-339.
15. Dong, B. Farm level practices and water productivity in Zanghe irrigation system/ B. Dong, D. Molden, R. Loeve, Y.H. Li, C.D. Chen, J.Z. Wang// *Paddy Water Environ*.-2004.-Vol. 2.-P. 217-226.
16. Fan, R. Assessment of water resources in China/ R. Fan, S.h. Ed// Beijing: Hydro and Electricity Press.-1996.-P. 14-65.
17. Kruzhilin, I. P. Mode of rice drip irrigation/ I. P. Kruzhilin, N.N. Doubenok, M. A. Ganiev, A.S. Ovchinnikov, V.V. Melikhov, N.M. Abdou, K. A. Rodin, S.D. Fomin // *Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN)*, Pakistan.-2017.- Vol. 12 (24).-P. 7118 – 7123.
18. Ladha, J.K. New Paradigms of Growing Rice to Address Emerging Shortages of Water and Labor/ J.K. Ladha // *IRRI, New Delhi*, Science at the 4th International Rice Congress IRC.-2014.-P.1-2.
19. Sharma, P.K. Crop-water relations in rice-wheat cropping under different tillage systems and water-management practices in a marginally sodic, medium-textured soil/ P.K. Sharma, L. Bhusan, J.K. Ladha, R.K. Naresh, R.K. Gupta, B.V. Balasubramanian, B.A. Bouman// *International Rice Res*.-2002.P.223- 235.
20. Shashidhar, H.E. Aerobic rice- an efficient water management strategy for rice production. In: *Food and water security in developing countries/ H.E. Shashidhar// 2007. - Chapter 12.-P.131-139.*
21. Simpson, H.J. Stable isotope ratios in irrigation water can estimate rice crop evaporation/ H.J. Simpson, A.L. Herczeg, W.S. Meyer// *Geophys. Res. Lett*.-1992.-Vol.19.-P. 377-380.
22. Singh, A.K. Effects of rice establishment methods on crop performance, water use, and mineral nitrogen/ A.K. Singh, B.U. Choudhury, B.A. Bouman// In: B.A. Bouman, H. Hengsdijk, B. Hardy, P.S. Bindraban, T.P. Tuong, Ladha JK, editors. *Water-wise rice production*. Los Baños (Philippines).2002.-P. 237-246.
23. Tabbal, D.F. On- farm strategies for reducing water input in irrigated rice: case studies in the Philippines/ D.F. Tabbal, B.A. Bouman, S.I. Bhuiyan, E.B. Sibayan, M.A. Sattar// *Agric. water Manage*.-2002.-Vol.56.-P. 93-112.

Reference

1. Dospëhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Tekst]/ B. A. Dospëhov. - 5-e izd., dop. i pererab. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
2. Kostyakov, A. N. Osnovy melioracii [Tekst] /A. N. Kostyakov. - M.: Sel'hozgiz, 1960. - 621 p.
3. Ocenka predpochtitel'nosti ispol'zovaniya predshestvuyuschih kul'tur periodicheskogo polivaemogo risa [Tekst]/ I. P. Kruzhilin, M. A. Ganiev, N. V. Kuznecova, K. A. Rodin, A. B. Nevezhina // *Zhurnal fundamental'nyh i prikladnyh issledovaniy: Estestvennye nauki*. - 2017. - № 4 (62). - P. 50-59.
4. Ocenka sposobov orosheniya risa na orositel'nyh sistemah obshchego naznacheniya [Tekst]/ I. P. Kruzhilin, M. A. Ganiev, N. V. Kuznecova, K. A. Rodin // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2016. - №3 (43). -P. 6-11.
5. Pleshakov, V. N. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya [Tekst]: rekomendacii / V. N. Pleshakov. - Volgograd: VNIIOZ, 1983. - 149 p.
6. Rode, A. A. Metody izucheniya vodnogo rezhima pochv [Tekst]/ A. A. Rode. - M.: Izd-vo AN SSSR, 1960. - 244 p.

7. Sposob opredeleniya polivnyh norm pri kapel'nom oроshenii tomatov [Tekst]: patent № 2204241, 20.05.2003. / Kruzhilin, I. P., Hodyakov E. A., Kruzhilin Yu. I., Saldaev A. M., Galda A. V.
8. Filin, V. I. Spravochnaya kniga po rastenievodstvu s osnovami programmirovaniya urozhaya [Tekst]/ V. I. Filin // VGSXA. - Volgograd, 1994. - 274 p.
9. Balasubramanian, R. Weed population and biomass in direct-seeded rice (*Oryza sativa*) as influenced by irrigation/ R. Balasubramanian, J. Krishnarajan// Indian J. Agron.-2001.-Vol. 46. - P.101-106.
10. Barker, R. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production. In: Assessment and orientation towards the 21st century Proceedings of the 19th session of the International Rice Commission, 7-9 September 1998, Cairo, Egypt / R. Barker, D. Dawe, T. Tuong// Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.-1999.-P.96-109.
11. Bouman, B.A. Rice and water/ B.A. Bouman, E. Humphreys, T.P. Tuong, R. Barker// Advances in Agronomy.-2007.-Vol. 92.-P. 187-237.
12. Bouman, B.A. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems/ B.A. Bouman, S. Peng, A.R. Castañeda, R.M. Visperas// Agric Water Manage.-2005.-Vol.74. P. 87-105.
13. Cabangon, R.J. Effect of irrigation method and N-fertilizer management on rice yield, water productivity and nutrient-use efficiencies in typical lowland rice conditions in China/ R.J. Cabangon, T.P. Tuong, E.G. Castillo, L.X. Bao, G. Lu, G. Wang, Y. Cui, B.A. Bouman, Y. Li, C. Chen, J. Wang// Paddy Water Environ.- 2004.-Vol. 2. P. 195-206
14. Choudhury, B.U. Yield and water productivity of rice-wheat on raised beds at New Delhi, India/ B. U. Choudhury, B.A. Bouman, A.K. Singh// Field Crops Res.- 2007.-Vol. 100.-P. 229-339.
15. Dong, B. Farm level practices and water productivity in Zanghe irrigation system/ B. Dong, D. Molden, R. Loeve, Y.H. Li, C.D. Chen, J.Z. Wang// Paddy Water Environ.-2004.-Vol. 2.-P. 217-226.
16. Fan, R. Assessment of water resources in China/ R. Fan, S.h. Ed// Beijing: Hydro and Electricity Press.-1996.-P. 14-65.
17. Kruzhilin, I. P. Mode of rice drip irrigation/ I. P. Kruzhilin, N.N. Doubenok, M. A. Ganiev, A.S. Ovchinnikov, V.V. Melikhov, N.M. Abdou, K. A. Rodin, S.D. Fomin // Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN), Pakistan.-2017.- Vol. 12 (24).-P. 7118 – 7123.
18. Ladha, J.K. New Paradigms of Growing Rice to Address Emerging Shortages of Water and Labor/ J.K. Ladha // IRRI, New Delhi, Science at the 4th International Rice Congress IRC.-2014.-P.1-2.
19. Sharma, P.K. Crop-water relations in rice-wheat cropping under different tillage systems and water-management practices in a marginally sodic, medium-textured soil/ P.K. Sharma, L. Bhusan, J.K. Ladha, R.K. Naresh, R.K. Gupta, B.V. Balasubramanian, B.A. Bouman// International Rice Res.-2002.P.223- 235.
20. Shashidhar, H.E. Aerobic rice- an efficient water management strategy for rice production. In: Food and water security in developing countries/ H.E. Shashidhar// 2007. - Chapter 12.- P.131-139.
21. Simpson, H.J. Stable isotope ratios in irrigation water can estimate rice crop evaporation/ H.J. Simpson, A.L. Herczeg, W.S. Meyer// Geophys. Res. Lett.-1992.-Vol.19.-P. 377-380.
22. Singh, A.K. Effects of rice establishment methods on crop performance, water use, and mineral nitrogen/ A.K. Singh, B.U. Choudhury, B.A. Bouman// In: B.A. Bouman, H. Hengsdijk, B. Hardy, P.S. Bindraban, T.P. Tuong, Ladha JK, editors. Water-wise rice production. Los Baños (Philippines).2002.-P. 237-246.
23. Tabbal, D.F. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice: case studies in the Philippines/ D.F. Tabbal, B.A. Bouman, S.I. Bhuiyan, E.B. Sibayan, M.A. Sattar// Agric. water Manage.-2002.-Vol.56.-P. 93-112.

УДК 574.45:574.42:632.125

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ
СУХОДОЛЬНЫХ ВОДОСБОРОВ СРЕДНЕГО ДОНА****BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF PASTURE ECOSYSTEMS
OF DRYLAND CATCHMENTS OF THE MIDDLE DON****В.П. Воронина**¹, доктор сельскохозяйственных наук**А.И. Узолин**², кандидат сельскохозяйственных наук**А.В. Кулик**³, кандидат сельскохозяйственных наук**V.P. Voronina**¹, **A.I. Uzolin**², **A.V. Kulik**³¹ Волгоградский государственный аграрный университет² Клетская научно-исследовательская агролесомелиоративная опытная станция – филиал
ФНЦ агроэкологии РАН, ст. Клетская, Волгоградская обл.³ ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного
лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград¹ Volgograd State Agrarian University² Scientific-research agroforest melioration experimental station Kletsky – branch of FSBSI
«Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Science», Kletskaya, Volgograd area³ FSBSI «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration
and Protective Afforestation of the Russian Academy of Science», Volgograd

Приводятся результаты оценки биологической продуктивности мятликово-разнотравных рыхлокустовых ассоциаций, сформировавшихся на пастбищах в суходольной сети Среднего Дона. В балке Сидельникова (49°16' с.ш. 43°04' в.д.) при ландшафтно-экологическом профилировании определялась продуктивность фитоценозов, их биоразнообразие. Балка входит в агролесоландшафтную противозрозионную систему, созданную в 1960-1970 гг. Растительный покров бедный, представлен 37 видами растений, устойчивых к выпасу, адаптированных к недостатку влаги и низким температурам в зимний период. При численности овец и коз выше, чем количество КРС в 4-5,5 раза (2008-2016 гг.), возрастает угроза опустынивания склоновых земель. По профилю выделено 7 элементарных ландшафтов (по Б.Б. Польшину-М.А. Глазовской). Склон балки СВ экспозиции пологий, а ЮЗ экспозиции более крутой и протяженный, с выходом меловых пород. На склоне ЮЗ экспозиции в транзитно-склоновой и транзитно-аккумулятивной склоновой зоне, где происходит активный вынос твердого вещества, гумусовый слой составляет 10-16 см, проективное покрытие низкое 20-55 %. Глубина ризосферного горизонта в балке определяется мощностью гумусового слоя и близостью расположения меловых отложений. Поэтому на склоне ЮЗ экспозиции корневые системы проникают на 20-40 см, а в нижней части склона и на дне балки до глубины 100 см. Первичная биологическая продуктивность фитоценозов элементарных ландшафтов образуется из 3-5 доминантных видов, представителей родов: *Calamagrostis*, *Dactylis*, *Bromus*, *Poa*, *Festuca*, *Agrostis*, *Elytrigia*, *Medicago*, *Echinops*, *Artemisia*, *Achillea*, *Thymus*. Максимальная биологическая продуктивность (6,94-9,28 т/га) отмечается в аккумулятивных зонах. Минимальная – (0,21 т/га) в транзитно-склоновой зоне на сильно смытых почвах. На среднесмытых почвах в структуре фитомассы доля злаков составляет 55-70 %. Выявлено превышение массы корней в 4,7-17,9 раз. Соотношение подземной к надземной фитомассе описывается уравнением $y=0,2785x+2,9858$ ($R^2 = 0,935$). Основная доля корней (39-59 %) сосредоточена в 0-10 см слое почвы.

The results of the evaluation of the biological productivity of the meadow-and-motley grasshopping associations formed on pastures in the middle reaches of the Middle Don are given. In the Sidelnikov girder (49°16' N, 43°04' E), with landscape-ecological profiling the productivity of phytocenoses, biodiversity was determined. The girder is included in the agroforestry erosion protection system created in 1960-1970. The vegetative cover is poor, it is represented by 37 species of plants resistant to grazing, adapted to lack of moisture and low temperatures in winter. When the number of sheep and goats is higher than the

number of cattle 4-5.5 times (2008-2016), the threat of desertification of slope lands increases. Seven elementary landscapes are distinguished along the profile (according to B.B. Polynov-M.A. Glazovskaya). The slope of the NE beam is flat, and the SW of the exposure is steeper and more extended, with the appearance of chalky rocks. On the slope of SW, exposures in the transit-slope and transit-accumulative slope zone, where active removal of solid matter takes place, the humic layer is 10-16 cm, the projective coating is low 20-55%. The depth of the rhizosphere horizon in the girder is determined by the thickness of the humus layer and the proximity of the Cretaceous deposits. Therefore, on the slope of SW exposure root systems penetrate 20-40 cm, and in the lower part of the slope and at the bottom of the beam to a depth of 100 cm. The primary biological productivity of phytocenoses of elementary landscapes is formed from 3-5 dominant species, representatives of genera: Calamagrostis, Dactylis, Bromus, Poa, Festuca, Agrostis, Elytrigia, Medicago, Echinops, Artemisia, Achillea, Thymus. The maximum biological productivity (6,94-9,28 t / ha) is noted in the accumulation zones. Minimal - (0.21 t / ha) in the transit-slope zone on heavily washed soils. On average soils in the structure of phytomass, the share of cereals is 55-70%. The excess of root mass in 4,7-17,9 times was revealed. The ratio of the subterranean to the aboveground phytomass is described by the equation $y = 0.2785x + 2.9858$ ($R^2 = 0.935$). The major part of the roots (39-59%) is concentrated in the 0-10 cm soil layer.

Ключевые слова: биологическая продуктивность растений, надземная и подземная фитомасса, овражная система, элементарные ландшафты.

Key words: biological productivity of plants, above-ground and underground phytomass, gully system, elementary landscapes.

Введение. Биологическая продуктивность растений тесно связана с сохранностью почвы, поэтому сокращение структурного разнообразия растительного покрова неизбежно ведет к снижению первичной биологической продукции и оборота питательных соединений [13]. Актуальность исследований в области формирования надземной и подземной фитомассы, её зависимость от почвенно-климатических факторов, видового состава в условиях меняющегося климата и неадаптированных антропогенных нагрузках определяется необходимостью повышения уровня первичной продукции [2]. Масштабные научно-исследовательские работы по оценке биологической продуктивности в сухостепных и пустынных районах проводились в 1950-1980-х годах [6, 7, 10]. Они позволили выявить широкий ассортимент фитомелиорантов для восстановления деградированных из-за перевыпаса пастбища.

Изучение особенностей формирования первичной биологической продуктивности степных фитоценозов, сформировавшихся в суходольной сети, позволит выявить устойчивость элементарных ландшафтов склоновых водосборов к антропогенным воздействиям и оптимизировать пастбищное природопользование.

Материалы и методы. Овражно-балочная система суходола Кобелевский располагается в правобережье р. Дон на территории Волгоградской области. Водосборная площадь суходола составляет 35,11 км² и образована балками Фаткина, Кипучая, Цицулина, Черникова, Турапова, Сидельникова и многочисленными отвершками [9, 5]. Отметки высот суходола изменяются от 48 до 220 м. Объектом исследований стала балка Сидельникова, являющаяся наименее лесомелиорированной пастбищной территорией. Она ориентирована с юго-востока на северо-запад. Имеет густую сеть промоин и оврагов, склоны крутые, поэтому эти земли используются только для выпаса животных. Здесь проведено ландшафтно-экологическое профилирование (49°16' с.ш. 43°04' в.д.): выявлялись микрорельефные особенности, мощность плодородного слоя почвы, геоботанический состав травянистой растительности.

Определение продуктивности растительных сообществ, отражающих миграционные потоки веществ, проводилось с привязкой к элементарным ландшафтам по Полюнову Б.Б. – Глазовской М.А. [7]. На ключевых (типичных) точках определялся видо-

вой состав, проективное покрытие. Продуктивность надземной фитомассы оценивалась в период максимального развития травостоя [2]. Закладывались учетные площадки 1 м² (3-х кратная повторность), травостой срезался до поверхности почвы. Фитомасса взвешивалась в воздушно-сухом состоянии с учетом видовой структуры травостоя. Одновременно определялась подземная фитомасса: минимонолиты отбирались через 10 см до глубины 1 м буром Шаина с сечением 15×15 см. Корни отмывались через сито диаметром 0,25 мм, высушивались, определялась их масса [11]. Виды растений уточнялись по депозитарию живых систем [4] и С.К. Черепанову [13].

Результаты и обсуждение. Агроресоландшафтная система на территории Клетской гидрографической сети была сформирована в 1960-1970-х годах. Уникальные работы по комплексной (коренной) мелиорации включали выполаживание оврагов глубиной до 6 м на площади 90 га, создание на этих землях систем стокорегулирующих защитных лесных насаждений на площади 52 га и противозерозионных гидротехнических сооружений (плотины-перемычки, валы). В суходоле Кобелевском почвенный покров представлен темно-каштановыми маломощными почвами разной степени смытости. На крутосклонах коренные породы (опоки, мергели, писчий мел) выходят на поверхность, способствуя развитию эрозионных процессов.

Изучаемый район относится, согласно ботанико-географическому районированию, к Причерноморско-Казахстанской подобласти степной области Евразии, к Среднедонской степной подпровинции [7], где в растительном покрове господствуют дерновинные злаки, адаптированные к недостатку летнего водопитания, низким зимним температурам, постоянному вытаптыванию и стравливанию животными.

Суходольные водосборы традиционно использовались для выпаса животных. Максимальная численность животных отмечалась в 1963 году (рисунок 1) и стала детонатором эрозионных процессов на склоновых землях. Приостановить овражную эрозию удалось при использовании комплексных лесомелиоративных мероприятий. Также позитивную роль сыграло снижение численности овец (1973-1989 гг.), эти животные могут прокладывать тропы на крутосклонах и съедать травостой на уровне земли. В последнее десятилетие отмечается опасная тенденция увеличения поголовья овец и коз, превосходящего в 4-5,5 раза численность коров. Соответственно угроза повторного разрушения почвенно-растительного покрова возросла многократно.

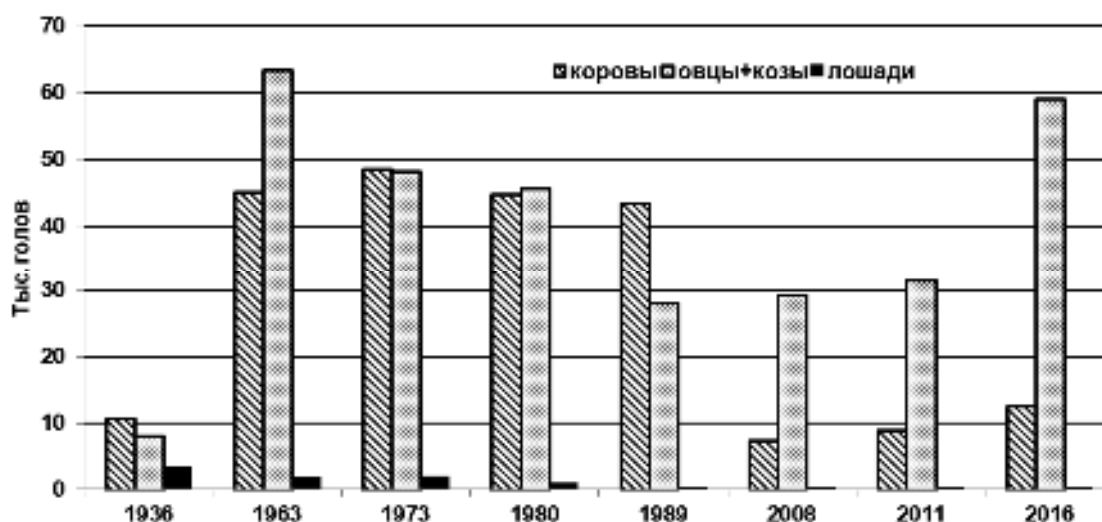


Рисунок 1 – Динамика и структура поголовья животных в Клетском районе Волгоградской области

Анализ почвенно-растительного покрова показал, что в составе злаковых и разнотравно-злаковых травостоев произрастает 37 видов растений, устойчивых к вытаптыванию и срастанию. Проективное покрытие растительного покрова невысокое, особенно в транзитно-склоновой части балки (f) на склоне юго-западной экспозиции – 20 % (таблица 1), где мощность гумусового горизонта около 10 см и отмечается выход меловых отложений на поверхность почвы.

Лавренко Е.М. [7] отмечает, что господствующая сингузия в степных сообществах, образующая максимум первичной биологической продукции, представлена дерновинными злаками, где в состав фитоценозов входят высокие дерновинные и менее высокие мелкодерновинные злаки. Количество разнотравья, как правило, уменьшается с увеличением засушливости условий.

Аналогичная структура фитоценозов выявляется в суходольной овражно-балочной сети Среднего Дона. Здесь могут произрастать рыхлокустовые злаки, которые быстро реагируют на изменение условий влагообеспеченности. Такие виды хорошо адаптированы к низким зимним температурам, т.к. почки возобновления хорошо защищены отмершими нижними листьями, которые в свою очередь задерживают твердые и жидкие осадки, улучшая влагообеспеченность поверхностного горизонта, где сосредоточены мелкие всасывающие корни, поэтому формируется особый биогоризонт, обеспечивающий абиотические условия выживания злаковых видов в экстремальных условиях и названный Гордеевой Т.К. приповерхностно-подземный [3].

Таблица 1 – Анализ биоэкологического состояния гидрографической сети
Кобелевского суходола, балка Сидельникова

Показатель	Микрорельефные элементы овражно-балочной системы						
	склон северо-восточной экспозиции			дно (d)	склон юго-западной экспозиции		
	бровка (a)	средняя часть (b)	нижняя часть (c)		нижняя часть (e)	средняя часть (f)	бровка (g)
Крутизна, град.	3	27	23	2	30	24	7
Гумусовый горизонт, см	38	22	20	55	16	10	30
Проективное покрытие, %	60	60	50	70	55	20	65
Глубина проникновения корней, см	90	90	100	100	100	20	40
Влажность в 0-10 см слое почвы, %	3,4	4,9	6,9	6,0	4,7	3,1	3,8

Видовая насыщенность злаково-разнотравных фитоценозов балки Сидельникова достаточно бедная, так как основную массу образуют 3-5 видов (*Festuca rupicola*, *Festuca valesiaca*, *Calamagrostis epigeios*, *Calamagrostis arundinacea*, *Poa angustifolia*, *Artemisia lerchiana*), являющихся доминантами растительного покрова. Всходы из-за переуплотненности почвы при выпасе животных, наличия поверхностного стока появляются только при редком сочетании гидротермических условиях, как правило необходимо, чтобы условия для возобновления были благоприятными в течение 2-3 лет подряд.

На склоне северо-восточной экспозиции, приводораздельная часть которого имеет систему стокорегулирующих насаждений, выделяются **a** - элювиально-аккумулятивная и **b** - аккумулятивно-транзитная склоновые зоны, где формируется около

0,5 т/га надземной фитомассы (рисунок 2), образованной мезофитными видами: *Poa pratensis* L., *Agrostis stolonifera* L., *Agrostis salsa* Korsh., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Elytrigia elongata* (Host) Nevski, а также полукустарничками *Artemisia lerchiana* Web., *Thymus kondratjukii* M.Ostapko. Доля злаковых видов в структуре фитомассы составляет 54,7-72,0 %. В транзитно-склоновой зоне (с) отмечается уменьшение гумусового горизонта, так как происходит вынос почвы как по склону, так и по донной части в нижние части мезорельефа. Здесь основными массообразующими видами являются: *Bromus squarrosus* L., *Poa angustifolia* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth (58,2 %) а также *Echinops ruthenicus* Bie. (41,8 %).

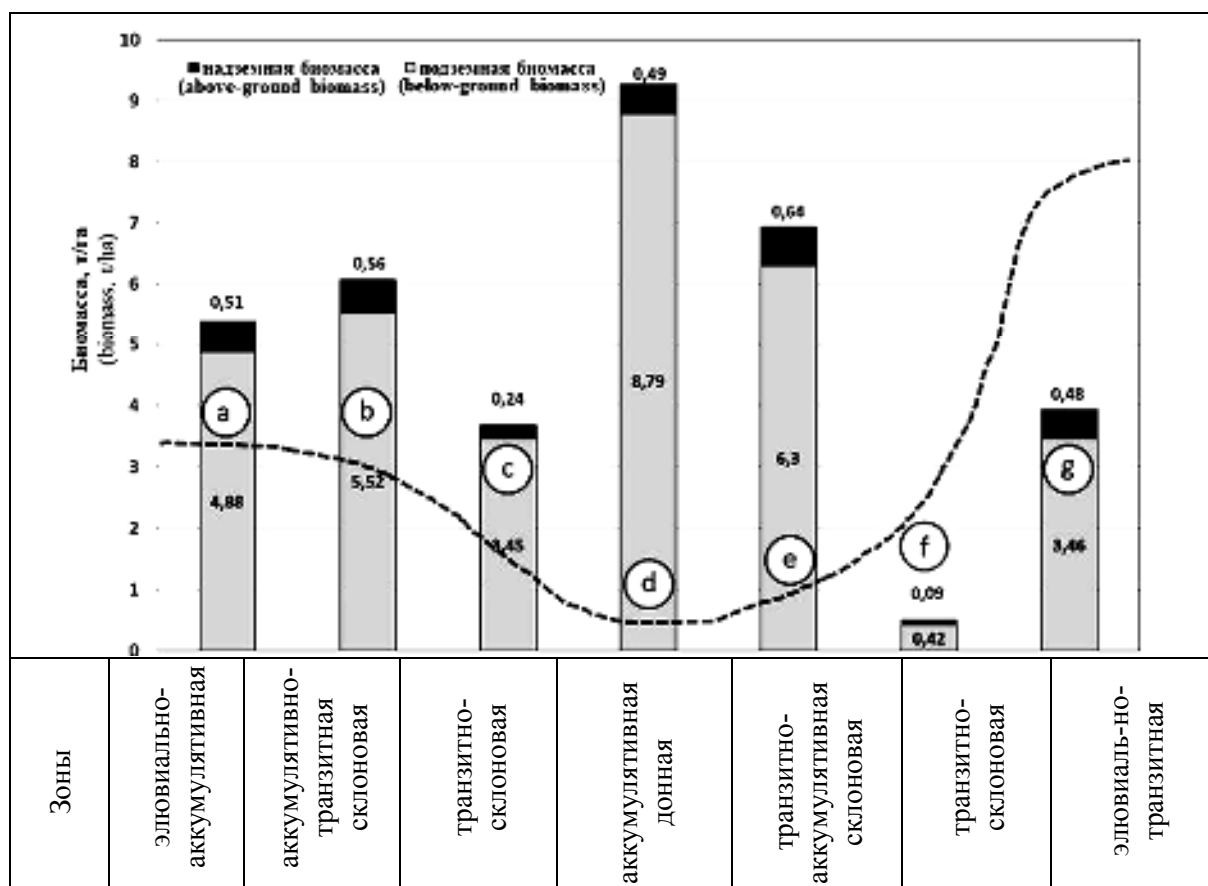


Рисунок 2 – Особенности распределения травянистой фитомассы в овражно-балочной системе суходола Кобелевский: **a-c** склон СВ экспозиции (пологий склон, левый берег), **e-g** склон ЮЗ экспозиции (крутой склон, правый берег), **d** – дно балки

Дно балки, где аккумулируются основные потоки твердого вещества, надземная фитомасса образуется из многолетних рыхлокустовых злаков: *Poa angustifolia* L., *Festuca pratensis* Huds., *Agrostis capillaris* L. (около 26,5 %), а также из *Echinops ruthenicus* Bieb., *Medicago romanica* Prod. (около 70,0 %).

Склон юго-западной экспозиции более крутой и протяженный, его приводораздельная часть занята пашней. Повсеместно на покатых склонах имеются меловые вычленения, пронизанные промоинами.

Здесь на бровке в элювиально-транзитной зоне (**g**) формируются злаково-разнотравные ассоциации из более засухоустойчивых видов продуктивностью около 0,5 т/га. Виды из семейства Poaceae представлены *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth,

Festuca valesiaca Schleich. ex Gaudin, *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth и составляют 33 % надземной фитомассы. На долю *Artemisia absinthium* L. и *Achillea millefolium* L. приходится около 67 % фитомассы, которая не поедается животными.

Наиболее экстремальные условия для роста растений выявлены в транзитно-склоновой части (f), где мощность плодородного слоя составляет 10 см, корневая система сосредоточена в 20 см слое, так как ниже располагаются плотные коренные породы. Здесь могут произрастать белополынные ассоциации с продуктивностью 0,09 т/га.

Формирование ризосферного горизонта в суходольной сети напрямую зависит от мощности гумусового горизонта. Изучение биологической продуктивности показало, что во всех элементарных ландшафтных зонах выявляется превышение массы корней в 4,7-17,9 раз над надземной фитомассой (рисунок 3). Соотношение массы корней к надземной фитомассе описывается уравнением прямой $y=0,2785x+2,9858$ (коэффициент детерминации – 0,935). Основная масса корней (39-59 %) сосредоточена в 0-10 см слое почвы.

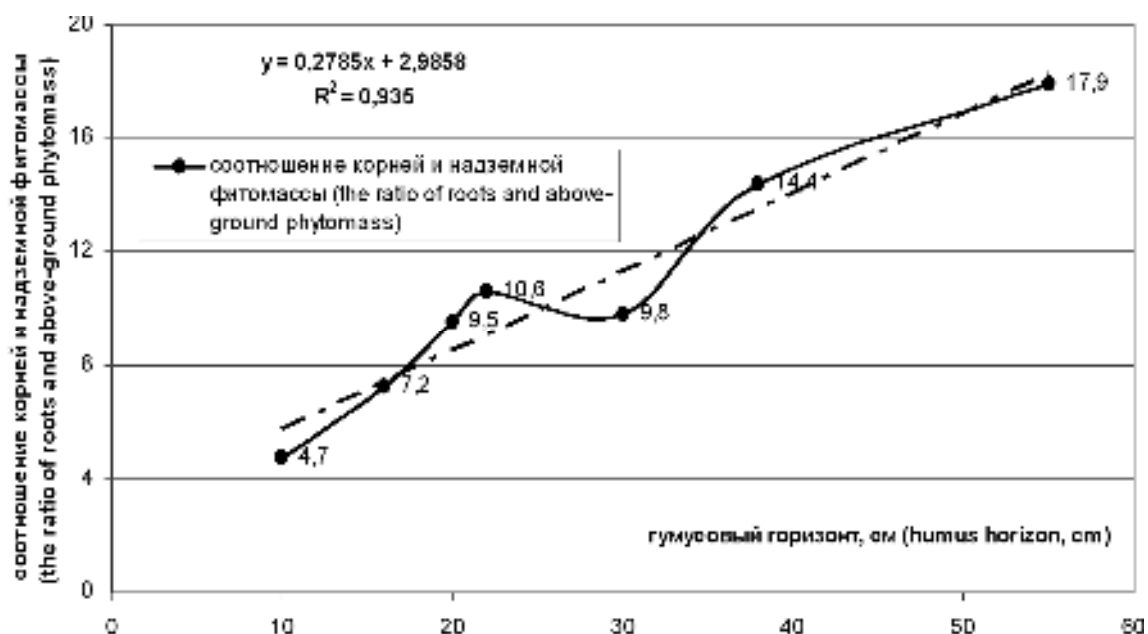


Рисунок 3 – Зависимость соотношения накопления корней и надземной фитомассы от мощности гумусового горизонта почвы в суходольной системе

На равнинах в дерновиннозлаковых степях на хорошо развитых темно-каштановых почвах подземная фитомасса составляет 14,9-30 т/га, а на светло-каштановых почвах с участием полыни – 7-18 т/га [7], что в 3-5 раз выше, чем в суходольных водосборах Среднего Дона. Развитие корневых систем на пастбищах склоновых земель, подверженных эрозии, наиболее сходно с условиями глинистых пустынь Казахстана, где подземная масса превосходит надземную в 4-8 раз [6], а распространение корней ограничивается до глубины 60-70 см.

Заключение. Проведенная оценка биопродуктивности растительных сообществ в агролесоландшафтной противоэрозионной системе выявила закономерности их формирования в зависимости от интенсивности эрозионных процессов и влияния выпаса животных. В суходольной гидрографической сети Среднего Дона сформировались рыхло-кустовые злаково-разнотравные фитоценозы продуктивностью 0,21-9,28 т/га, где доля подземной фитомассы превосходит надземную в 4,7-17,9 раз.

Библиографический список

1. Агроландшафтоведение [Текст] : учеб. пособие / Н.Г. Ковалев, А.А. Ходырев, Д.А. Иванов, В.А. Тюлин. – Москва-Тверь, 2004. – 492 с.
2. Воронина, В.П. Лесомелиорированные суходольные луга как объект сохранения биоразнообразия [Текст] / В.П. Воронина // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях: матер. Междун. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне 1941-1945 гг. – Волгоград: ВГСХА, 2015. – С. 288-294.
3. Гордеева, Т. К. Особенности вертикальной структуры фитомассы некоторых сообществ Монголии [Текст] / Т.К. Гордеева // Проблемы экологии, геоботаники, ботанической географии и флористики. – Л., 1977. – С. 109-118.
4. Депозитарий живых систем: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова [Электронный ресурс]. – Режим доступа свободный <https://depo.msu.ru/open/public/search?searchBy=any&queryString=Agrostis%20tenuis%20Sibth>.
5. Духнов, В.К. Лесомелиорация эродированных склонов засушливой полосы Правобережья Среднего Дона [Текст] / В.К. Духнов // Сборник научно-исследовательских работ Клетского опорного пункта. Волгоград, 1964. – Вып. 47. – С. 8-32.
6. Кириченко, Н.Г. Пастбища пустынь Казахстана [Текст] / Н.Г. Кириченко. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1980. – 276 с.
7. Лавренко, Е.М. Степи Евразии [Текст] / Е.М. Лавренко, З.В. Карамышева, Р.И. Никулина. – Л.: Наука, 1991. – 146 с.
8. Малышева, Г.С. Растительность меловых обнажений национального парка «Хвалынский» [Текст] / Г.С. Малышева, П.Д. Малаховский // Поволжский экологический журнал. – 2011. – №2. – С. 223-230.
9. Опыт и стратегия защитного лесоразведения в правобережье Среднего Дона Волгоградской области [Текст] / А.Т. Барабанов, А.С. Манаенков, А.И. Узолин, А.В. Кулик // Нива Поволжья. – № 4(45). – 2017. – 17-23 с.
10. Ресурсы биосферы пустынь Средней Азии и Казахстана [Текст] / Под ред. Н.Т. Нечаевой. – М.: Наука, 1984. – 192 с.
11. Рожков, В.А. Методы изучения корневых систем растений в поле и лаборатории [Текст] : учеб.-методич. пособие / В.А. Рожков, И.В. Кузнецова, Х.Р. Рахматуллоев. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 51 с.
12. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств [Текст] / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.
13. Экосистемы и благосостояние человека: опустынивание [Текст] / Доклад международной программы: Оценка экосистем на пороге тысячелетия/ Институт мировых ресурсов. – Вашингтон, округ Колумбия. – 2005. – 36 с.

Reference

1. Agrolandshaftovedenie [Tekst] : ucheb. posobie / N.G. Kovalev, A.A. Hodyrev, D.A. Ivanov, V. A. Tyulin. - Moskva-Tver', 2004. - 492 p.
2. Voronina, V. P. Lesomeliorirovannye suhodol'nye luga kak ob'ekt sohraneniya bioraznoobraziya [Tekst] / V. P. Voronina // Strategicheskoe razvitie APK i sel'skih territorij RF v sovremennyh mezhduнародnyh usloviyah: mater. Mezhdun. nauch. - prakt. konf., posvyaschennoj 70-letiyu Pobedy v Velikoj Otechestvennoj Vojne 1941-1945 gg. - Volgograd: VGSXA, 2015. - P. 288-294.
3. Gordeeva, T. K. Osobennosti vertikal'noj struktury fitomassy nekotoryh soobschestv Mongolii [Tekst] / T. K. Gordeeva // Problemy jekologii, geobotaniki, botanicheskoy geografii i floristiki. - L., 1977. - P. 109-118.
4. Depozitarij zhivyh sistem: Moskovskij gosudarstvennyj universitet imeni M. V. Lomonosova [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa svobodnyj <https://depo.msu.ru/open/public/search?searchBy=any&queryString=Agrostis%20tenuis%20Sibth>.
5. Duhnov, V. K. Lesomelioraciya jerodirovannyh sklonov zasushlivoj polosy Pravoberezh'ya Srednego Dona [Tekst] / V. K. Duhnov // Sbornik nauchno-issledovatel'skih rabot Klet'skogo opornogo punkta. Volgograd, 1964. - Vyp. 47. - P. 8-32.

6. Kirichenko, N. G. Pastbischa pustyn' Kazahstana [Tekst] / N. G. Kirichenko. - Alma-Ata: "Nauka" KazSSR, 1980. - 276 p.
7. Lavrenko, E. M. Stepi Evrazii [Tekst] / E. M. Lavrenko, Z. V. Karamysheva, R. I. Nikulina. - L.: Nauka, 1991. - 146 p.
8. Malysheva, G. S. Rastitel'nost' melovyh obnazhenij nacional'nogo parka "Hvalynskij" [Tekst] / G. S. Malysheva, P. D. Malahovskij // Povolzhskij jekologicheskij zhurnal. - 2011. - №2. - P. 223-230.
9. Opyt i strategiya zaschitnogo lesorazvedeniya v pravoberezh'e Srednego Dona Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. T. Barabanov, A. S. Manaenkov, A. I. Uzunov, A. V. Kulik // Niva Povolzh'ya. - № 4(45). - 2017. - 17-23 p.
10. Resursy biosfery pustyn' Srednej Azii i Kazahstana [Tekst] / Pod red. N. T. Nechaevoy. - M.: Nauka, 1984. - 192 p.
11. Rozhkov, V. A. Metody izucheniya kornevyh sistema rastenij v pole i laboratorii [Tekst] : ucheb. - metodich. posobie / V. A. Rozhkov, I. V. Kuznecova, H. R. Rahmatulloev. - M.: GOU VPO MGUL, 2008. - 51 p.
12. Cherepanov, S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv [Tekst] / S. K. Cherepanov. - SPb.: Mir i sem'ya, 1995. - 990 p.
13. Jekosistemy i blagosostoyanie cheloveka: opustynivanie [Tekst] / Doklad mezhdunarodnoj programmy: Ocenka jekosistem na poroge tysyacheletiya/ Institut mirovyh resursov. - Vashington, okrug Kolumbiya. - 2005. - 36 p.

E-mail: v.p.voronina@mail.ru

УДК 634.723:631.535

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ МИКРОКЛОНАЛЬНОМ РАЗМНОЖЕНИИ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ

EFFECT OF GROWTH REGULATORS FOR MICROCLONAL BREEDING OF BLACK CURRANT

Л.В. Григорьева¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Н.А. Куликова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
О.Г. Гиченкова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

L.V. Grigor'eva¹, N.A. Kulikova², O.G. Gichenkova²

¹ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹FGBOU VO «Michurinsk State Agrarian University»

²Volgograd State Agrarian University

Одним из разделов биотехнологии является клеточная инженерия, занимающаяся выделением и культивированием тканей и клеток животных и растительных организмов. Растения, в отличие от животных, не теряют своей способности реализовывать генетическую информацию, сохраняют свою информацию в ядре. Растительная клетка способна дать начало новому идентичному организму, что является основой многих методов генетики. Одним из методов размножения растений является микроклональное размножение – способ вегетативного размножения в условиях *in-vitro*. В отличие от клонирования растения черенками, почками или клубнями, размножение растения «в пробирке» имеет ряд преимуществ, что влияет на выбор метода размножения растения. В статье рассмотрены вопросы, связанные с использованием синтетических регуляторов роста из группы ауксинов и цитокининов на всех этапах микроклонального размножения смородины черной.

One of the sections of biotechnology is cellular engineering, which is engaged in the extraction and cultivation of tissues and cells of animals and plant organisms. Plants, unlike animals, do not lose their ability to realize genetic information, preserving their information in the nucleus. The plant cell is able to give rise to a new identical organism, which is the basis of many methods of genetics. One of the methods of plant reproduction is microclonal reproduction - a method of vegetative repro-

duction in conditions of *in-vitro*. Unlike cloning plants cuttings, buds and tubers, propagation of plants "in vitro" has a number of advantages that increasingly influences the choice of method of plant propagation. The article deals with the issues related to the use of synthetic growth regulators from the group of auxins and cytokinins at all stages of microclonal reproduction of black currant.

Ключевые слова: клеточная инженерия, микроклональное размножение, смородина черная, сорта, регуляторы роста, ауксины, цитокинины.

Keywords: cell engineering, microclonal reproduction, black currant, varieties, growth regulators, auxins, cytokinins.

Введение. Всевозможные методы клеточной инженерии дают возможность получать ткани или даже целые организмы из отдельных клеток как растительных, так и животных. Одним из таких методов является клонирование, означающее для групп растений получение идентичных организмов от одного растения-производителя вегетативным способом.

Клонирование позволяет сохранить редкие и исчезающие виды растений, сократить продолжительность селекционного процесса, использовать высокий коэффициент размножения, ускорить процесс перехода от ювенильной до репродуктивной фазы, получить экономически эффективный результат, провести работы в течение года и освободить растения от различных заболеваний (вирусных, грибных или бактериальных) за счёт использования меристемной культуры [6].

Растительный организм как объект клонирования выбран неслучайно: он больше всех поражается вирусными заболеваниями. Получить безвирусное растение возможно двумя способами: из верхушечных почек с апикальным доминированием, не успевших заразиться вирусом от старых клеток, и введением гена вируса в плазмиду бактерии с целью размножения и дальнейшего введения оболочки вируса в растение для получения антигена от вирусных заболеваний [4, 5].

Используя растительный организм, мы имеем следующие преимущества над животными клетками: дифференциация растительных клеток, позволяющая образовывать целое растение, удобство встраивания чужого гена и введения отбора на продуктивность [1].

Микроклональное размножение растений, проходящее в условиях *in-vitro*, имеет ряд преимуществ над другими традиционными методами вегетативного размножения за счёт уникальной способности клетки использовать присущее ей свойство тотипотентности, т.е. способности клетки с помощью деления давать начало целому организму [3].

Проведение работ по разработке и усовершенствованию клонального микроразмножения на примере смородины черной (*Ribes nigrum*) определяет актуальность и новизну данного направления исследований.

Материалы и методы. Работы по изучению биологических особенностей микроклонального размножения *Ribes nigrum* в условиях *in-vitro* проводились в период с 2014 по 2017 гг. в лаборатории биотехнологии растений на базе ГБУ ВО «Волгоградский региональный ботанический сад».

Объектами исследований являлись следующие сорта смородины черной: «Тамерлан», «Шалунья», «Кармелита» селекции ВНИИС им. И.В. Мичурина.

Основной целью работы было определение влияния регуляторов роста на корнеобразование смородины при микроклональном размножении.

Исследования проводились согласно общепринятым классическим методикам по культивированию клеток и разработке питательных сред.

Растительный материал культивировался в лаборатории, оборудованной стеллажами с освещением от 1200 до 2000 лк. Расстояние от светильников до края лабораторной посуды было равно 40 см. Соблюдался 16-часовой световой и 8-часовой темновой периоды, при температуре 23 - 26°C и относительной влажности воздуха 70 %.

Исследования проводились согласно общепринятым классическим методикам в трехкратной повторности с десятью вариантами (10 пробирок) в каждой повторности.

Подготовительным этапом являлся подбор элитного растительного материала 2-3-х летнего возраста без инфекционных признаков для получения стартового стерильного материала. Следующим этапом было введение экспланта в культуру *in-vitro* на питательную среду с базовым сбалансированным составом по содержанию макро- и микроэлементов, органических соединений и витаминов, для перехода растительных клеток из одной стадии в другую – в стадию роста тканей экспланта. Собственно размножение происходило на последующих этапах, где получали максимальное количество побегов, их удлинение и укоренение. На последней стадии микрорастения переносили в тепличные условия для их акклиматизации.

Стерилизация посуды, инструментов, материалов проводилась в специальном помещении. В микробиологическом боксе стерилизовали экспланты с помощью хлорсодержащего агента Лизоформин-3000 (действующее вещество – глутаровый альдегид, глиоксаль и дидецилдиметиламмоний хлорид) и раствором бытовой белизны с различной временной экспозицией. Микрочеренки, подготовленные с помощью скальпеля, подвергали ступенчатой стерилизации: 1) промывание в слабом мыльном растворе в течение 15 минут; 2) промывание в проточной воде в течение 2,5 часов; 3) стерилизация 95 % раствором этанола в течение 30 секунд; 4) ополаскивание в стерильной дистиллированной воде; 5) стерилизация раствором лизоформина и белизны (разная концентрация и экспозиция); 6) промывание в стерильной дистиллированной воде.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 представлены данные по выходу жизнеспособных эксплантов черной смородины в зависимости от концентрации агента и экспозиции.

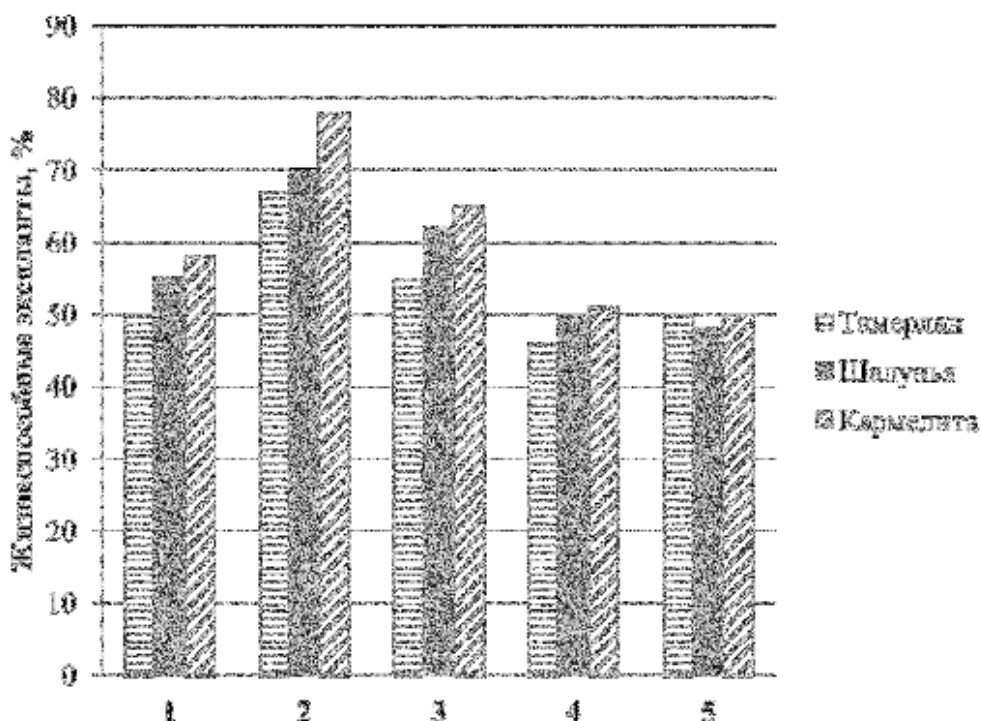


Рисунок 1 – Зависимость жизнеспособности эксплантов черной смородины от режимов стерилизации (2014-2017 гг), %

1 – лизоформин 3 %, 3 минуты; 2 – лизоформин 3 %, 5 минут;
3 – лизоформин 5 %, 3 минуты; 4 – белизна 35 %, 10 минут; 5 – белизна 35 %, 15 минут

По результатам данных на рисунке 1 видно, что наиболее эффективным режимом стерилизации является 3 % раствор лизоформина с продолжительностью действия 5 минут, где выход жизнеспособных эксплантов составил от 68 % у сорта Тамерлан и до 78 % у сорта Кармелита. В пределах 45-51 % жизнеспособных эксплантов наблюдалось при обработке раствором белизны в течение 10-15 минут, что является самым низким результатом.

Питательные среды, применяемые для культивирования клеток, условно разделяют на две группы: для травянистых и древесных растений. В наших опытах использовались следующие среды для выращивания эксплантов:

1. Питательная среда Мурасиге-Скуга (MS0), созданная физиологами растений Т. Мурасиге и Ф. К. Скугом в 1962 году. Число, стоящее после букв, обозначает концентрацию сахарозы в среде.

2. Среда Гамборга и Эвелега (среда B5), разработанная в 1968 году.

3. Питательная среда под аббревиатурой WPM (woody plant medium), которую разработали В. McCown и G. Lloyd в 1990 г.

К настоящему времени разработано много питательных сред с разным составом для культивирования клеток, но точных сведений о том, какая питательная среда обеспечивает лучший рост того или иного экспланта, пока нет [8, 9, 10].

Все вышеперечисленные питательные смеси дополнялись цитокинином 6-БАП (6-бензиламинопуридин или кинетин) с концентрацией 0,5 мг/л для стимулирования деления клеток.

Таблица 1 – Влияние минерального состава питательной среды на коэффициент размножения смородины черной, среднее 2014-2017 гг.

№ п/п	Название сорта	Коэффициент размножения, шт		
		MS0+6-БАП 0,5 мг/л	WPM+6-БАП 0,5 мг/л	B5+6-БАП 0,5 мг/л
1.	Тамерлан	14±0,05	4±0,01	6±0,3
2.	Шалунья	16±0,3	7±0,3	8±0,4
3.	Кармелита	14±0,1	6±0,2	7±0,05

Данные таблицы 1 показывают лучший рост эксплантов на среде Мурасиге-Скуга (MS0), что повлияло на выбор питательной среды для дальнейших экспериментов. С небольшой разницей наблюдался коэффициент размножения на двух других средах, где наилучшей была среда Гамборга и Эвелега (B5).

К основным группам классических гормонов относят цитокинины, поддерживающие апикальную меристему побега, и ауксины, стимулирующие рост побегов как по фототропизму, так и по гравитропизму. В наших опытах использовались два синтетических стимулятора роста из группы цитокининов: цитадеф и кинетин и одно вещество группы ауксинов – гетероауксин [2].

Для определения влияния концентрации регуляторов роста на коэффициент размножения смородины черной использовали следующие варианты сред: 6-БАП (0,5 мг/л); 6-БАП (1,0 мг/л); ЦФ (цитадеф) 0,5 + ИУК 0,02 мг/л (гетероауксин); ЦФ1,0 + ИУК 0,02 мг/л.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста в составе питательной среды на коэффициент размножения смородины черной, среднее 2014-2017 гг.

№ п/п	Название сорта	Контроль (без гормонов)	6-БАП 0,5 мг/л	6-БАП 1,0 мг/л	ЦФ 0,5+ИУК 0,02 мг/л	ЦФ 1,0+ИУК 0,02 мг/л
1.	Тамерлан	1,7±0,4	3,5±0,1	4,5±0,3	9,0±0,4	8,5±0,1
2.	Шалунья	1,6±0,2	3,0±0,1	3,5±0,2	7,5±0,3	6,0±0,4
3.	Кармелита	1,7±0,5	3,8±0,3	4,0±0,1	8,2±0,3	6,8±0,1

По результатам данных таблицы 2 видно, что наибольший коэффициент размножения смородины черной по всем сортам наблюдался при совместном использовании цитокининов и ауксинов на варианте ЦФ 0,5 мг/л + ИУК 0,02 мг/л и на варианте ЦФ 1,0 мг/л + ИУК 0,02 мг/л с чуть меньшим результатом. Варианты с применением только цитокининов уступали совместным регуляторам роста, но показали наилучшие результаты в сравнении с контролем (без применения искусственных стимуляторов роста).

Укоренение размноженных побегов – важный этап микроклонального размножения, обеспечивающий адаптацию растения и успех вегетативного размножения в условиях *in-vitro*. На этапе укоренения использовали два вещества группы ауксинов: гетероауксин (ИУК) – $C_{10}H_9NO_2$ и индолил-3-масляную кислоту (ИМК) – $C_{12}H_{13}NO_2$, влияющие на рост клетки в зоне растяжения, стимулирующие рост камбия, регулирующие коррелятивный рост и взаимодействие отдельных органов, а также помогающие формировать придаточные корни [7].

Таблица 3 – Влияние концентрации и типа ауксинов на количество корней сортов черной смородины, среднее 2014-2017 гг.

№ п/п	Название сортов	Количество корней, шт.			
		ИУК 1,0 мг/л	ИУК 2,0 мг/л	ИМК 1,0 мг/л	ИМК 2,0 мг/л
1.	Тамерлан	6±0,3	4±0,2	4±0,3	3±0,2
2.	Шалунья	8±0,1	6±0,04	5±0,2	2±0,1
3.	Кармелита	7±0,1	3±0,5	5±0,03	4±0,3

Сравнительный анализ полученных данных таблицы 3 показывает оптимальное влияние гетероауксина в концентрации 1,0 мг/л на все изучаемые сорта смородины черной. При увеличении концентрации гетероауксина дозой до 2,0 мг/л количество корней снижалось на 2 - 4 штуки. При использовании индолил-3-масляной кислоты с разной концентрацией результаты были более низкими в сравнении с применением гетероауксина.

Заключение. В результате исследований проводилась стерилизация эксплантов с выбором оптимальной дозы лизоформина, которая отмечалась при 3 % концентрации препарата с длительностью обработки в 5 минут.

Следующим этапом исследований был подбор оптимальной питательной среды по минеральному составу и с максимальным коэффициентом размножения всех сортов *Ribes nigrum*, где наилучшие результаты показала среда Мурасиге-Скуга с добавкой цитадефа в дозе 0,5 мг/л и гетероауксина в дозе 0,02 мг/л.

На момент укоренения побегов лучший вариант на всех сортах смородины черной был с добавкой гетероауксина в концентрации 1,0 мг/л.

Использование регуляторов роста, воздействующих на процессы регенерации придаточных корней у черенков смородины черной, стимулирует развитие камбия и мобилизует естественные силы растения, обеспечивая большой экономический эффект при малых затратах труда и средств.

Библиографический список

1. Астахов, А.И. Смородина черная: состояние и перспективы селекции [Текст]/А.И. Астахов // Современное состояние культур смородины и крыжовника: сб. науч. тр. ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 2007. – С. 21-31.
2. Евсеева Р.П. К вопросу о применении сочетаний фиторегуляторов в культуре тканей плодовых растений [Текст] /Р.П. Евсеева // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии: материалы 6 Междунар. конф. 26- 28.06.2001. – М., 2001.

3. Молканова, О.И. Научные основы сохранения устойчивого воспроизводства генофонда растений в культуре *in vitro* [Текст] / О.И. Молканова, О.Г. Васильева, Л.Н. Коновалова // Вестник Удмуртского университета. «Биология. Науки о земле». – 2015. – Вып. 2.
4. Питомниководство садовых культур [Электронный ресурс] : учеб. / Н.П. Кривко [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56606>. – Загл. с экрана.
5. Плодоводство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.П. Кривко [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/51724>. – Загл. с экрана.
6. Паутов А.А. Размножение растений [Электронный ресурс]: учебник / А.А. Паутов. – СПб: СПбГУ, 2013. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/941413>
7. Регуляторы роста растений [Текст] / Г. С. Муромцев [и др.] ; под ред. Г. С. Муромцева. – М. : Колос, 1979. – 246 с.
8. Ходаева, В. П. Размножение сортов картофеля в культуре *in vitro* на различных питательных средах = Reproduction of Potato Cultivars in Vitro on Different Nutrient Media [Текст] / В. П. Ходаева, В. И. Куликова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 10. – С. 66-68.
9. Черемисин, А.И. Влияние состава питательной среды при микроклональном размножении сортов и гибридов картофеля [Текст] / А.И. Черемисин, В.Н. Кумпан // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4. – С. 87-90.
10. Шумихин, С.А. Оптимизация питательной среды при микроклональном размножении георгины культурной [Текст] / С.А. Шумихин // Вестник Пермского университета. Серия Биология. – 2005. – № 6. – С. 59-63.

Referens

1. Astahov, A. I. Smorodina chernaya: sostoyanie i perspektivy selekcii [Tekst]/A. I. Astahov // Sovremennoe sostoyanie kul'tur smorodiny i kryzhovnika: sb. nauch. tr. VNI sadovodstva im. I. V. Michurina. - Michurinsk, 2007. - P. 21-31.
2. Evseeva R. P. K voprosu o primeneniі sochetaniy fitoregulyatorov v kul'ture tkanej plodovykh rasteniy [Tekst] /R. P. Evseeva // Regulyatory rosta i razvitiya rasteniy v biotekhnologii: materialy 6 Mezhdunar. konf. 26- 28.06.2001. - M., 2001.
3. Molkanova, O. I. Nauchnye osnovy sohraneniya ustojchivogo vosproizvodstva genofonda rasteniy v kul'ture in vitro [Tekst] /O. I. Molkanova, O. G. Vasil'eva, L. N. Konovalova // Vestnik Udmurtskogo universiteta. "Biologiya. Nauki o zemle". - 2015. - Vyp. 2.
4. Pitomnikovodstvo sadovykh kul'tur [Elektronnyj resurs] : ucheb. / N. P. Krivko [i dr.]. - Sankt-Peterburg : Lan', 2015. - Rezhim dostupa: <https://e.lanbook.com/book/56606>. - Zagl. s jekrana.
5. Plodovodstvo [Elektronnyj resurs] : ucheb. posobie / N. P. Krivko [i dr.]. - Sankt-Peterburg : Lan', 2014. - Rezhim dostupa: <https://e.lanbook.com/book/51724>. - Zagl. s jekrana.
6. Pautov A. A. Razmnozhenie rasteniy [Elektronnyj resurs]: uchebnik / A. A. Pautov. - SPb: SPbGU, 2013. - Rezhim dostupa: <http://znanium.com/catalog/product/941413>
7. Regulyatory rosta rasteniy [Tekst]/ G. S. Muromcev [i dr.]; pod red. G. S. Muromceva. - M. : Kolos, 1979. - 246 p.
8. Hodaeva, V. P. Razmnozhenie sortov kartofelya v kul'ture in vitro na razlichnykh pitatel'nykh sredah = Reproduction of Potato Cultivars in Vitro on Different Nutrient Media [Tekst] / V. P. Hodaeva, V. I. Kulikova // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2016. - № 10. - P. 66-68.
9. Cheremisin, A. I. Vliyanie sostava pitatel'noj sredy pri mikroklonal'nom razmnozhenii sortov i gibridov kartofelya [Tekst] / A. I. Cheremisin, V. N. Kumpan // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2017. - № 4. - P. 87-90.
10. Shumihin, S. A. Optimizaciya pitatel'noj sredy pri mikroklonal'nom razmnozhenii georginy kul'turnoj [Tekst] / S. A. Shumihin // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Biologiya. - 2005. - № 6. - P. 59-63.

E-mail: agro@volgau.com

УДК 631.674:635.25

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ОЗДОРОВЛЕННОГО
СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ ПРИ ОРОШЕНИИ**
**SPECIFIC FEATURES OF IMPROVED POTATOE SEEDS MATERIAL
UNDER IRRIGATION**

Т.Н. Дронова¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В.В. Бородычев², академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
Н.И. Бурцева¹, кандидат сельскохозяйственных наук
И.А. Дергачева¹, А.А. Дергачев¹

**T.N. Dronova¹, V.V. Borodychev², N.I. Burtseva¹,
I.A. Dergacheva¹, A.A. Dergachev¹**

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
г. Волгоград

²Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)

¹All-Russian research Institute of irrigated agriculture, Volgograd

²All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration
them. A.N. Kostyakov

Представлены результаты исследований по определению рациональных сочетаний условий водного и пищевого режимов почвы, сортового состава на продуктивность картофеля летних сроков посадки, обеспечивающих получение высококачественного посадочного материала. Установлено, что поддержание предполивного порога влажности почвы при капельном орошении на уровне 80 % НВ в слое почвы 0,4 м в сочетании с внесением расчетных доз удобрений $N_{150-180}P_{60-80}K_{135-180}$ обеспечивает получение максимальных урожаев 30-37 т/га оздоровленных клубней. Сорт Роко во все годы исследований имел достоверное преимущество перед сортом Романо, урожайность его на удобренных вариантах была на 12-22 % выше. Содержание сухих веществ, витамина С, крахмала с улучшением условий водного и пищевого режимов почвы увеличивалось. Возделывание картофеля летних сроков посадки экологически выгодно, рентабельность производства оздоровленного семенного материала составляет 250-400 %.

The results of studies to determine the rational combinations of the conditions of the water and food regimes of the soil, the variety composition, and the potato productivity of summer planting dates, which ensure the production of high-quality planting stock, are presented. It has been established that maintenance of the preliminarily threshold soil moisture during drip irrigation at a level of 80% HB in a soil layer of 0.4 m in combination with the application of calculated doses of fertilizers $N_{150-180}P_{60-80}K_{135-180}$ ensures maximum yields of 30-37 t / ha of healthy tubers. The Roco variety throughout the years of research had a significant advantage over the Romano variety, its yield on fertilized variants was 12-22% higher. The content of dry substances, vitamin C, starch with an improvement in the conditions of the water and food regimes of the soil increased. Cultivation of potatoes of summer planting terms is environmentally beneficial, the profitability of production of healthy seed is 250-400%.

Ключевые слова: картофель, летние сроки посадки, режимы орошения, дозы удобрений, продуктивность, качество.

Key words: potatoes, summer planting terms, irrigation regimes, fertilizer doses, productivity, quality.

Введение. В России ежегодные площади под картофелем составляют около 2,2 млн гектаров, из них 72 % приходится на частные хозяйства, где преобладает мелкотоварный тип производства с малоразвитой механизацией, большой долей ручного труда и низкой продуктивностью культуры [6].

Одной из главных причин низкого уровня урожайности картофеля является использование некачественного семенного материала, зараженного различными заболеваниями [1].

В условиях Юга России альтернативой ежегодному завозу семенного материала может стать размножение семян картофеля при летнем сроке посадки.

Всероссийским НИИ орошаемого земледелия установлено, что картофель, вегетация которого приходится на вторую половину лета и начало осени, уходит от основных болезней и в течение 3-5 лет может формировать стабильные урожаи [2, 3, 5, 9].

Ученые института в последние годы проводят научную работу по разработке приемов сохранения высокой продуктивности картофеля.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытном поле института на зональных светло-каштановых почвах с низким содержанием гумуса (1,42-1,70 %). Почвы тяжелосуглинистого механического состава с наименьшей влагоемкостью 22,2-23,2 %, плотностью 1,33-1,38 т/м³.

В ходе полевых исследований изучались режимы капельного орошения:

-1 вариант - поддержание предполивного порога увлажнения в пределах 80% НВ в течение всей вегетации в слое 0,6 м,

-2 вариант – тот же предполивной порог в слое 0,4 м,

-3 вариант – поддержание 80 %-ного порога увлажнения в слое 0,4 м до фазы бутонизации, а затем в слое 0,6 м до конца вегетации,

-4 вариант – поддержание 80 %-ного порога увлажнения в слое 0,4 м до фазы бутонизации и 70 %-ного - в слое 0,6 м до конца вегетации;

-пищевой режим почвы: создание фонов питания путем внесения доз удобрений, рассчитанных на получение 30 и 40 т/га клубней, контроль – вариант без удобрений (20 т/га);

-в опытах использовали два среднеранних сорта голландской селекции: Романо и Роко.

Исследования и наблюдения проводились по общепринятым методикам [4, 7, 8].

Картофель возделывали с применением голландской гребневой технологии. Опытный участок пахали осенью, весной проводили боронование. Перед посадкой на участке вносили удобрения, затем проводили обработку почвы доминатором Румпстад, культиватором КР-3 формировали гребни. Посадку картофеля осуществляли картофелесажалкой VL20KLZ. Одновременно с посадкой проводили обработку клубней препаратом Престиж (расход рабочей жидкости 10 литров на 1 тонну клубней). В опытах использовали капельные линии «Нетафим», проложенные через 0,75 м по гребню. После посадки участок поливали с целью промачивания почвы на заданную глубину.

От посадки до всходов обычно проходит не менее 15-20 дней. За это время почва уплотняется, прорастают сорняки, которые могут заглушить посадки картофеля и снизить его урожайность до 30-35 %. Для разуплотнения почвы необходимо проводить рыхление междурядий и формирование гребней. В опытах междурядные обработки начинали проводить при появлении всходов с помощью пропашной фрезы RF-4, формировали гребни высотой 0,22-0,25 м, сорняки при этом засыпались почвой. При высокой засоренности обязательным приемом должно быть внесение гербицидов. В наших опытах использовался Зенкор, доза внесения – 0,5 кг/га в фазу полных всходов картофеля до достижения растениями высоты 0,10 м.

Картофель повреждается многочисленными вредителями и болезнями, что приводит к снижению урожайности и качественных показателей клубней. В связи с этим для защиты от болезней проводили обработку вегетирующих растений картофеля фунгицидом Сектин (доза внесения 1,25 кг/га).

Защиту растений от колорадского жука проводили при появлении личинок этого насекомого. Обработывали посадки картофеля инсектицидом Танрек (200 г/га). Перед уборкой подсыхшую картофельную ботву скашивали и убирали с поля.

Результаты и обсуждение. К моменту посадки картофеля (июнь) запасы почвенной влаги в метровом слое малы, а в верхнем 0,2-метровом слое, куда попадают при посадке клубни, они ничтожны. Поэтому важно увлажнять этот слой сразу после посадки. В годы исследований (2015-2017) на посадках картофеля проводилось от 14-15 до 16-27 поливов. Оросительная норма колебалась в пределах 1400-2700 м³/га. Суммарное водопотребление картофеля составило 3178-3554 м³/га. Максимальные значения оросительной нормы и суммарного водопотребления (2700 и 3742 м³/га) были отмечены в засушливом 2015 г. в варианте с поддержанием заданной предполивной влажности почвы в слое 0,4 м в течение всей вегетации. На таком же уровне данные показатели были в варианте с поддержанием 80%-ного порога увлажнения в слое 0,4 м до фазы бутонизации и 80% НВ в слое 0,6 м от фазы бутонизации до уборки картофеля (2460 и 3530 м³/га).

На этих делянках заданный предполивной порог влажности почвы поддерживался за счет проведения поливов – от 18 до 23 в разные годы, поливная норма составляла 100-140 м³/га.

Оросительная норма в общем расходе влаги составляла по вариантам опыта от 63,2 до 70,3 % (таблица 1).

Таблица 1 – Водопотребление картофеля в среднем за 2015-2017 гг.

Варианты увлажнения почвы	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Структура водопотребления, %					
		оросительная норма		осадки		использовано из запасов почвенной влаги	
		м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
Первый	3313	2200	66,4	521	15,7	593	17,9
Второй	3554	2500	70,3	521	14,7	533	15,0
Третий	3404	2310	67,8	521	15,3	575	16,9
Четвертый	3178	2010	63,2	521	16,4	648	20,4

При определении коэффициентов водопотребления выяснилось, что на удобренных вариантах опыта эти показатели были значительно ниже, чем на контроле. В контрольном варианте по сорту Романо коэффициент водопотребления изменялся в пределах от 214 до 230, на варианте с внесением удобрений дозой N₁₅₀P₃₀K₁₃₀ - от 140 до 156, дальнейшее улучшение питательного режима приводило к уменьшению коэффициента водопотребления до 114-126 м³/т. Аналогичная тенденция отмечалась и по сорту Роко (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты водопотребления картофеля, м³/т

Сорт	Фон питания		
	контроль	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₃₅	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀
80 % НВ, h – 0,6 м			
Романо	230	154	120
Роко	201	132	105
80 % НВ, h – 0,4 м			
Романо	214	140	114
Роко	191	122	96
80 % НВ, h – 0,4, 0,6 м			
Романо	222	145	116
Роко	204	126	102
80 % НВ, h – 0,4, 70% НВ, h – 0,6 м			
Романо	222	156	126
Роко	208	138	107

В результате исследований было выявлено, что повышение продуктивности изучаемых сортов картофеля в значительной степени зависит от улучшения фона питания. На контроле в среднем за 2015-2017 гг. урожайность сорта Романо изменялась от 14,1 до 16,6, Роко – от 15,3 до 18,6 т/га. Внесение $N_{150}P_{60}K_{135}$ обеспечивало получение соответственно 20,3-25,4 т и 23,0-29,1 т/га, а увеличение дозы удобрений до $N_{190}P_{80}K_{180}$ повышало эти показатели до 25,2-31,2 и 29,7-37,0 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность картофеля в зависимости от изучаемых факторов, т/га
(среднее за 2015-2017 гг.)

Предполивная влажность почвы и глубина промачивания	Фон питания	Сорт	Урожайность
80 % НВ, h – 0,6 м	контроль	Романо	14,4
		Роко	16,5
	$N_{150}P_{60}K_{135}$	Романо	21,5
		Роко	25,2
	$N_{190}P_{80}K_{180}$	Романо	27,6
		Роко	31,5
80 % НВ, h – 0,4 м	контроль	Романо	16,6
		Роко	18,6
	$N_{150}P_{60}K_{135}$	Романо	25,4
		Роко	29,1
	$N_{190}P_{80}K_{180}$	Романо	31,2
		Роко	37,0
80 % НВ, h–0,4, 0,6 м	контроль	Романо	15,3
		Роко	16,7
	$N_{150}P_{60}K_{135}$	Романо	23,5
		Роко	27,0
	$N_{190}P_{80}K_{180}$	Романо	29,3
		Роко	33,4
80 % НВ, h – 0,4, 70 % НВ, h – 0,6 м	контроль	Романо	14,1
		Роко	15,3
	$N_{150}P_{60}K_{135}$	Романо	20,3
		Роко	23,0
	$N_{190}P_{80}K_{180}$	Романо	25,2
		Роко	29,7

Максимальные урожаи картофеля были получены в вариантах с поддержанием 80 %-ного предполивного порога влажности в слое 0,4 м в течение всей вегетации и внесении $N_{190}P_{80}K_{180}$ – 31,2-37,0 т/га. Поддержание дифференцированного по слоям и фазам вегетации порога увлажнения обеспечило получение 29,3-33,4 т/га клубней картофеля.

Минимальные урожаи 25,2-29,7 т/га были сформированы при соблюдении дифференцированного увлажнения по слоям почвы и фазам развития растений: 80 % НВ в слое 0,4 м от посадки до бутонизации, 70 % НВ в слое 0,6 м – от бутонизации до окончания вегетации.

Сорт Роко имел достоверное преимущество перед сортом Романо. На контроле урожайность его составила 15,3-18,6, в варианте с фоном питания $N_{150}P_{60}K_{135}$ – 23,0-29,1, $N_{190}P_{80}K_{180}$ – 29,7-37,0 т/га или на 9,2-18,7 % больше, чем сорт Романо (таблица 3).

Лежкость клубней картофеля оценивали дважды: в апреле и непосредственно перед посадкой, критерием оценки были результаты клубневого анализа (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты клубневого анализа перед посадкой картофеля

Год	Масса клубня, г	Здоровых клубней, %	С нитевидными ростками, %	Пораженные болезнями, %			
				ризокто-ния	фуза-риоз	фитофтора	всего
2015	54	80	2	6,0	5,0	7,0	18,0
2016	52	84	1	5,0	4,0	6,0	15,0
2017	52	86	1	5,0	3,0	5,0	13,0

Сравнительная оценка состояния семенного материала перед посадкой в год за-воза и регулярно в каждой местной репродукции показала следующее: летний срок посадки значительно оздоравливает картофель от грибковых заболеваний, которые, как правило, в массовом количестве присутствуют в исходных семенах. В наших исследова-ниях удалению после проведения клубневого анализа в 2015 году подлежало 18%. Основные заболевания: фитофтора – 7 %, фузариозы – 5 %, ризоктаниоз – 6 %. Трех-летнее репродуцирование летними сроками позволило частично избавиться от фузари-озов и фитофторы, а пораженность клубней ризоктаниозом снизить с 6 % до 5 %.

Оценка качества урожая, проводимая на основании содержания в клубнях крах-мала, сухих веществ и нитратов, показала, что изучаемые сорта накапливают 12,7-15,8 % крахмала, 19,5-22,4 % сухих веществ. Количество крахмала в клубнях картофе-ля, выращенного на фоне естественного плодородия, составило 13,6-15,5 %, а на вари-антах с внесением удобрений – 12,7-15,8 %. По вариантам водного режима заметных различий отмечено не было, количество крахмала колебалось в пределах 14,0-14,5 %. В клубнях сорта Роко содержание крахмала было несколько больше, чем у Романо – 13,5-15,8 и 12,7-15,0 % соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Биохимический состав клубней в зависимости от изучаемых факторов

Предполивная влаж-ность почвы и глу-бина промачивания	Фон пи-тания	Сорт	Показатели		
			крахмал, %	нитраты, мг/кг	сухие вещества, %
80 % НВ, h – 0,6 м	контроль	Романо	15,0	85	21,5
		Роко	15,0	47	21,8
	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₃₅	Романо	14,1	70	21,4
		Роко	15,2	62	21,8
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	Романо	13,6	92	20,6
		Роко	14,4	65	21,2
80 % НВ, h – 0,4 м	контроль	Романо	13,6	80	20,9
		Роко	15,5	55	21,6
	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₃₅	Романо	13,2	92	20,6
		Роко	13,5	56	22,4
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	Романо	13,0	91	19,5
		Роко	15,8	85	22,5
80 % НВ, h – 0,4, 0,6 м	контроль	Романо	13,7	80	20,3
		Роко	14,5	47	21,5
	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₃₅	Романо	12,7	70	20,2
		Роко	14,0	50	21,0
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	Романо	14,5	106	20,5
		Роко	14,6	94	21,2
80 % НВ, h – 0,4, 70 % НВ, h – 0,6 м	контроль	Романо	13,7	87	20,4
		Роко	15,0	60	21,7
	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₃₅	Романо	13,6	92	20,4
		Роко	14,4	62	20,7
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	Романо	13,8	91	20,8
		Роко	15,1	87	21,8

Сорт Роко превосходил сорт Романо и по содержанию сухих веществ – 20,7-22,4 % против 19,5-21,5 %.

Количество нитратов в клубнях картофеля при улучшении фона питания увеличилось, но при этом не превышало допустимую санитарную норму (220 мг на 1 кг).

Возделывание картофеля на капельном орошении при летних сроках посадки экономически выгодно. Рентабельность производства семенного материала в зависимости от варианта опыта составила 140-378 %.

Заключение. В результате полевых исследований определены основные параметры формирования урожайности картофеля летнего срока посадки. Поддержание предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ в слое почвы 0,4 м в сочетании с внесением расчетных доз удобрений $N_{150-190}P_{60-80}K_{135-180}$, обеспечивает на капельном орошении получение 25,4-37,0 тонн клубней с 1 гектара. Дифференциация такого порога увлажнения по слоям почвы и фазам вегетации растений способствует получению 23,5-33,4 т/га. Сорт Роко по урожайности имеет достоверный плюс перед Романо – 9,2-17,2 %. Трехлетнее репродуктивное летними сроками позволило частично избавиться от фузариозов и фитофторы, а пораженность клубней ризоктаниозом снизить с 6 до 5 %.

Библиографический список

1. Анисимов, Б.В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля [Текст]/ Б.В. Анисимов. – М.: МСХ РФ, 2014. – С. 3-19.
2. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур [Текст] / В.В. Бородычев. – Волгоград, 2010. – С. 213-219.
3. Дергачева, И.А. Совершенствование агротехнических приемов возделывания картофеля летних посадок при капельном орошении [Текст]/ И.А. Дергачева, А.А. Дергачев, Е.А. Стрижакова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. – Тверь, Рязань, 2014. – С. 275-286.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст]/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
5. Дронова, Т.Н. Технология выращивания летнего картофеля при капельном орошении [Текст]/ Т.Н. Дронова, И.А. Дергачева // Проблемы рационального использования природо-хозяйственных комплексов засушливых территорий: сб. научных тр. Междунар. научно-практ. конференции. – Волгоград, 2015. – С. 286-290.
6. Колчина, Л.М. Технологии и оборудование для производства картофеля [Текст]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – С. 3-15.
7. Методика полевого опыта в условиях орошения [Текст]. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 56 с.
8. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст]. – М.: ВНИИ овощеводства, 2011. – 648 с.
9. Навитня, А.А. Перспективы использования картофеля в условиях Нижнего Поволжья [Текст]/ А.А. Навитня, И.А. Дергачева // Научные основы эффективного использования орошаемых земель аридных территорий России. – Волгоград, 2007. – С. 60-70.

Reference

1. Anisimov, B. V. Fitopatogennyye virusy i ih kontrol' v semenovodstve kartofelya [Tekst]/ B. V. Anisimov. - M.: MSX RF, 2014. - P. 3-19.
2. Borodychev, V. V. Sovremennyye tehnologii kapel'nogo orosheniya ovoschnyyh kul'tur [Tekst] / V. V. Borodychev. - Volgograd, 2010. - P. 213-219.
3. Dergacheva, I. A. Sovershenstvovanie agrotehnicheskikh priemov vozdel'yvaniya kartofelya letnih posadok pri kapel'nom oroshenii [Tekst]/ I. A. Dergacheva, A. A. Dergachev, E. A. Strizhakova // Jekologicheskoe sostoyanie prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennykh meliorativnykh tehnologij: sb. nauch. tr. - Tver', Ryazan', 2014. - P. 275-286.
4. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst]/ B. A. Dospheov. - M.: Kolos, 1985. - 351 s.

5. Dronova, T. N. Tehnologiya vyraschivaniya letnego kartofelya pri kapel'nom oroshenii [Tekst] / T. N. Dronova, I. A. Dergacheva // Problemy racional'nogo ispol'zovaniya prirodno-hozyajstvennykh kompleksov zasushlivykh territorij: sb. nauchnykh tr. Mezhdunar. nauchno-prakt. konferencii. - Volgograd, 2015. - P. 286-290.
6. Kolchina, L. M. Tehnologii i oborudovanie dlya proizvodstva kartofelya [Tekst]. - M.: FGBNU "Rosinformagroteh", 2014. - P. 3-15.
7. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya [Tekst]. - Volgograd: VNIOZ, 1983. - 56 p.
8. Metodika polevogo opyta v ovoshevodstve [Tekst]. - M.: VNI ovoshevodstva, 2011. - 648 p.
9. Navitnyaya, A. A. Perspektivy ispol'zovaniya kartofelya v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. A. Navitnyaya, I. A. Dergacheva // Nauchnye osnovy jeffektivnogo ispol'zovaniya oroshaemykh zemel' aridnykh territorij Rossii. - Volgograd, 2007. - P. 60-70.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 631.872: 633.17 (470.44/47)

СОЛОМА – ВАЖНЫЙ ФАКТОР БИОЛОГИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВОГО СОРГО НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

STRAW IS AN IMPORTANT FACTOR OF BIOLOGICAL FUNCTION IN THE CULTIVATION OF GRAIN SORGHUM IN THE VOLGA REGION

А.В. Зеленов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.В. Семинченко², младший научный сотрудник

A.V. Zelenev¹, E.V. Seminchenko²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Ниже-Волжский НИИ сельского хозяйства – филиал ФНЦ
агроэкологии РАН, Волгоградская область, Городищенский район,
пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции

¹Volgograd State Agrarian University

²Lower Volga research institute of agriculture – a branch FNTS agroecology Russian Academy
of Sciences, Volgograd region, Gorodishche district, pos. Regional Agricultural Experimental Station

Изложены материалы исследований поступления в почву соломы как биологического фактора, влияющего на плодородие почвы и урожайность зерна сорго. Опыт проведен на светло-каштановых почвах сухостепной зоны Волгоградской области. Изучались предшественники (озимая пшеница, горох) и приемы биологизации (солома). При посеве сорго на зерно самые высокие запасы продуктивной влаги в почве обеспечиваются в четырехпольном и шестипольном севооборотах по озимой пшенице, солома которой запахивается в почву в слое 0-0,1 м – 116,4 и 114,2 мм. Самое высокое суммарное водопотребление сорго обеспечивается в четырехпольном севообороте по предшественнику озимая пшеница, солома которой поступает в почву – 236,4 мм, в этом же севообороте сорго расходует влагу на формирование единицы урожая – 83,8 мм/т. Самая высокая общая засоренность посевов сорго на зерно отмечается к уборке в варианте, где эта культура возделывается по гороху в восьмипольном севообороте, в котором отсутствует чистый пар, самый сильный сороочиститель – 53 шт./м², здесь же отмечается самая высокая общая воздушно-сухая масса – 60,7 г/м². Баланс органического вещества при возделывании сорго в четырех- и шестипольном севооборотах по озимой пшенице, а также в восьмипольном севообороте по гороху, солома которых поступает в почву, положительный и соответственно составляет +3,36; 3,48 и 3,41 т/га. Положительный баланс основных элементов питания в этих севооборотах обеспечивается по азоту и калию соответственно +6,0-11,8 кг/га и 64,7-66,8 кг/га. Отрицательный баланс наблюдается по фосфору – 0,8-1,6 кг/га. Самая высокая прибавка урожайности зерна сорго по сравнению с контролем обеспечивается при возделывании в четырехпольном севообороте по озимой пшенице с запашкой соломы – 0,28 т/га, где урожайность составила в среднем 2,82 т/га.

The article presents the materials of researches of straw entering into the soil as a biological factor influencing the soil fertility and grain yield of sorghum. The experiment was carried out on light chestnut soils of the dry steppe zone of the Lower Volga region. Studied predecessors (winter wheat, peas) and methods of biologization (straw). When sowing a sorghum for grain, the highest reserves of productive moisture in the soil are provided in the four-and six-pole crop rotations for winter wheat, straw of which is scented into the soil in the layer 0-0,1 m – 116,4 and 114,2 mm. The highest total water consumption of the sorghum is provided in the four-field crop rotation according to the predecessor of winter wheat, straw which enters the soil-236,4 mm, in the same crop rotation, the sorghum consumes moisture for the formation of the crop unit – 83,8 mm/t. The highest total contamination of sorghum crops for grain is noted for harvesting in the variant, where this crop is cultivated on peas in the eight-pole rotation, in which there is no net vapor, the strongest fortification – 53 pcs/m², here is the most common air-dry mass – 60,7 g/m². The balance of organic matter in the cultivation of sorghum in the four-and six-pole crop rotations on winter wheat, as well as in the eight-pole crop rotation on peas, straw which enters the soil is positive and, accordingly, is +3,36; 3,48 and 3,41 t/ha. The positive balance of basic nutrients in these crop rotations is provided by nitrogen and potassium respectively +6,0-11,8 kg/ha and 64,7-66,8 kg/ha. Negative balance is observed for phosphorus-0,8-1,6 kg/ha. The highest increase in the yield of sorghum grain compared to the control is provided by the cultivation in the four-field crop rotation for winter wheat with straw plowing – 0,28 t/ha, where the yield was an average of 2,82 t/ha.

Ключевые слова: солома, севооборот, запас продуктивной влаги, коэффициент водопотребления, засоренность посевов, органическое вещество, элементы питания, сорго зерновое, урожайность.

Key words: straw, crop rotation, stock of productive moisture, water consumption coefficient, clogged crops, organic matter, nutrients, grain sorghum, yield.

Введение. Использование соломы и пожнивных остатков сельскохозяйственных культур имеет важное значение для сохранения плодородия почв. Основные элементы питания, которые содержатся в растительных остатках зерновых и зернобобовых культур, вносят существенный вклад в общий баланс питательных веществ. Органическое вещество соломы служит источником углекислого газа, потребляемого растениями. Внесение соломы предотвращает вымывание растворимого азота, закрепленного в органических соединениях, повышает доступность фосфатов, улучшает условия питания растений. Внесение соломы увеличивает запасы влаги в метровом слое на 25 мм. Одна тонна соломы зерновых культур по содержанию органического вещества, азота, фосфора и калия равноценна 2-3 т полуперепревшего навоза влажностью 75%. Это определяет довольно высокую ценность соломы как удобрения. Солома при внесении в почву гумифицируется, что приводит к увеличению содержания гумуса в почве [4, 5].

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле Нижне-Волжского НИИСХ. Почва – светло-каштановая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в пахотном слое 1,74 %. Повторность четырехкратная. Площадь опытной делянки 200 м². Сумма среднегодовых осадков 339,7 мм. Высевали сорго Камышинское 75.

Солому как важнейший фактор биологизации изучали в полевых биологизированных севооборотах: 1) зернопаропропашной четырехпольный: пар черный – озимая пшеница – сорго на зерно – овес (контроль); 2) зернопаропропашной четырехпольный сидеральный: пар сидеральный (озимая рожь) – озимая пшеница – сорго на зерно – овес; 3) зернопаропропашной шестипольный сидеральный: пар сидеральный (рыжик) – озимая пшеница – сорго на зерно – нут – сафлор – овес; 4) зернопропашной восьмипольный: горох – озимая пшеница – нут – сафлор – горох – сорго на зерно – нут – овес.

В контрольном четырехпольном севообороте, где предшественником сорго была озимая пшеница, солома которой убиралась с поля. Во втором четырехпольном и третьем шестипольном севооборотах, где предшественником сорго была также озимая пшеница, где ее солома оставалась на поле. В четвертом восьмипольном севообороте в качестве органического удобрения под сорго использовали солому гороха. Вся нетоварная часть (солома) озимой пшеницы и гороха заделывалась в верхний слой почвы тяжелой дисковой бороной. Основная обработка почвы во всех вариантах – чизелевание на 0,30-0,32 м с оборотом поверхностного пласта на глубину 0,20-0,22 м орудием ОЧО-5-40 с многофункциональными рабочими органами модульного типа «РАНЧО» (отвал и широкое долото).

Результаты и обсуждение. Исследованиями установлено, что применение соломы повышало запас влаги в почве до 88-133 мм против 82,8-121,6 мм в вариантах, где солома не применялась [2, 6]. Запасы продуктивной влаги почвы в посевах сорго в зависимости от применения соломы озимой пшеницы в четырех- и шестипольном севооборотах и соломы гороха в восьмипольном севообороте представлены на рисунке 1.

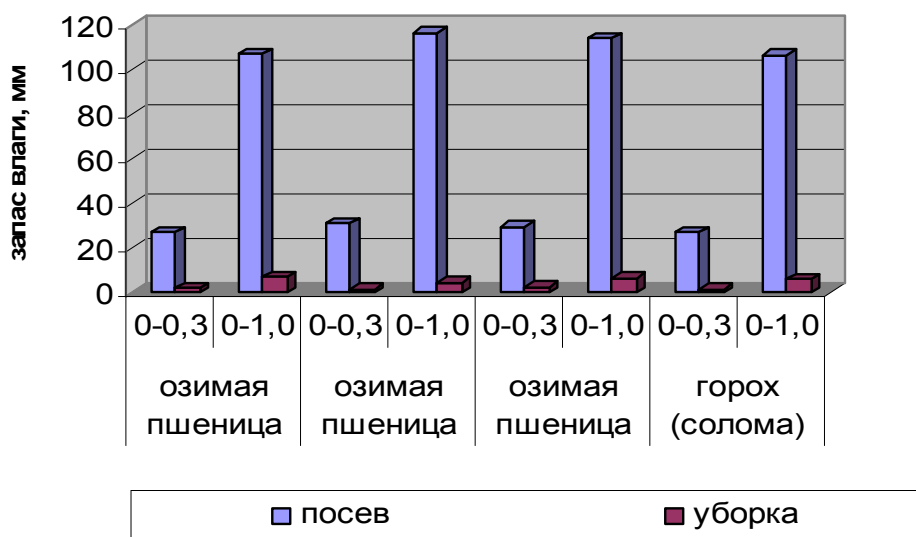


Рисунок 1 – Запас продуктивной влаги в посевах сорго в зависимости от применения соломы озимой пшеницы и гороха в севооборотах различной ротации (среднее за 2014-2017 гг.)

Из данных рисунка 1 видно, что при посеве сорго самые высокие средние запасы продуктивной влаги в почве обеспечиваются в четырехпольном и шестипольном севооборотах по озимой пшенице, солома которой запахивается в почву в слое 0-0,3 м соответственно 31,1 и 29,2 мм, в слое 0-0,1 м – 116,4 и 114,2 мм. Из-за поздних сроков уборки сорго и выпадения осадков к концу его вегетации запасы почвенной влаги сохраняются в пахотном слое почвы на уровне 1,2-2,4 мм, в метровом – 4,6-6,8 мм.

В условиях Нижнего Поволжья поступление в почву органического вещества в виде соломы способствует более эффективному использованию запасов продуктивной влаги к уборке сорго [1, 8]. Суммарное водопотребление и его коэффициенты в зависимости от различных предшественников и внесения в почву соломы представлены на рисунке 2.

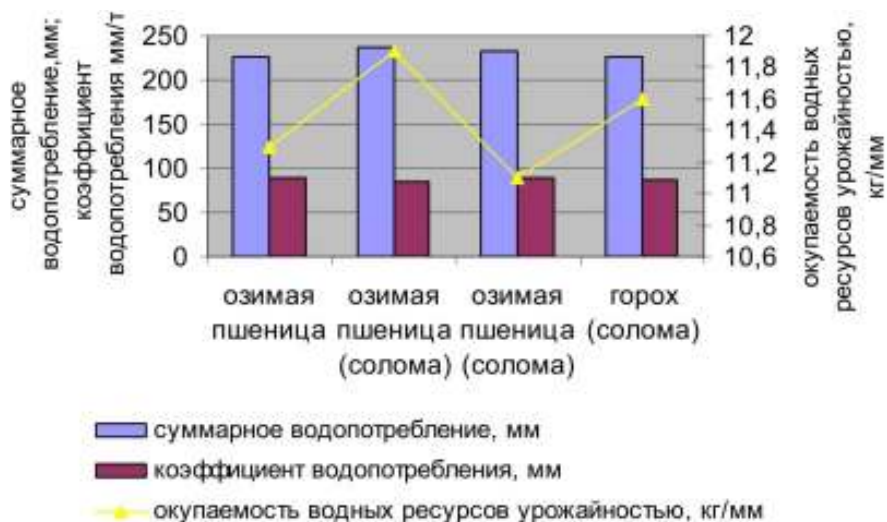


Рисунок 2 – Суммарное водопотребление сорго в 1,0 м слое почвы и его коэффициенты в зависимости от применения соломы озимой пшеницы и гороха в севооборотах различной ротации (среднее за 2014-2017 гг.)

Из данных рисунка 2 видно, что у сорго самое высокое суммарное водопотребление обеспечивается в четырехпольном севообороте по предшественнику озимая пшеница, солома которой поступает в почву, – 236,4 мм, что выше контрольного варианта на 5,0 %. Коэффициент водопотребления у сорго колеблется от 83,8 мм/т при возделывании в четырехпольном севообороте, где предшественником является озимая пшеница до 90,1 мм/т в шестипольном севообороте по такому же предшественнику. На 1 мм влаги образуется 11,1-11,9 кг зерна сорго.

Сорняки являются конкурентами культурных растений, поэтому снижают урожайность зерновых культур на 30-50 %. Одним из главных средств борьбы с ними является смена возделываемых на каждом поле культур посредством правильного их чередования в севообороте [3, 9]. В полевых биологизированных севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами, где чистый пар заменяется занятым сидеральным, а также сорго размещается по непаровому предшественнику, не наблюдается снижения засоренности этой культуры, причем внесение соломы в почву оказывает меньшее влияние на засоренность посевов, чем состав и структура культур и паров в севооборотах (таблица 1).

Таблица 1 – Засоренность посевов сорго к уборке в зависимости от предшественников и применения соломы зерновых и зернобобовых культур в полевых севооборотах (среднее за 2014-2017 гг.)

№ варианта	Предшественник, прием биологизации	Группа сорняков	Количество, шт./м ²	Воздушно-сухая масса, г/м ²
1(к)	Озимая пшеница	Малолетние	14	16,9
		Многолетние	6	14,3
		Всего	20	31,2
2	Озимая пшеница (солома)	Малолетние	22	23,9
		Многолетние	16	17,0
		Всего	38	40,9
3	Озимая пшеница (солома)	Малолетние	26	29,5
		Многолетние	19	18,9
		Всего	45	48,4
4	Горох (солома)	Малолетние	31	37,6
		Многолетние	22	23,1
		Всего	53	60,7

Из данных таблицы 1 видно, что самая высокая общая засоренность посевов сорго на зерно отмечается к уборке в варианте, где эта культура возделывается по гороху в восьмипольном севообороте, в котором отсутствует чистый пар, самый сильный сороочиститель – 53 шт./м². Варианты, где сорго возделывается по озимой пшенице в четырехпольном и шестипольном севооборотах с занятыми парами, в структуре посевных площадей, где солома заделывается в верхний слой почвы, превышают контроль по этому показателю соответственно на 15,4 и 35,3 %.

Самая высокая общая воздушно-сухая масса отмечается к уборке сорго, которое размещается в восьмипольном севообороте по гороху, солома которого поступает в почву – 60,7 г/м². При возделывании этой культуры по озимой пшенице, солома которой поступает в почву, превышение составляет по сравнению с контролем 15,6-36,9 %.

Одним из путей, обеспечивающих повышение плодородия почвы и увеличение сбора сельскохозяйственной продукции, является использование в качестве органического удобрения измельченной соломы зерновых и зернобобовых культур, использование биологического азота за счет введения в структуру посевных площадей азотфиксирующих культур – гороха. Использование сидерата и соломы повышает поступление растительных остатков более чем на 2,5 т/га [7, 12]. Поступление в пахотный слой почвы нетоварной части урожая озимой пшеницы и гороха способствует увеличению накопления и возврата в почву органического вещества с растительными остатками сорго (таблица 2).

Таблица 2 – Круговорот органического вещества сорго в зависимости от предшественников, применения соломы озимой пшеницы и гороха в севооборотах различной ротации, т/га (среднее за 2014-2017 гг.)

№ варианта	Предшественник, прием биологизации	Накопилось	Отчуждено	Поступило	Баланс, ±
1(к)	Озимая пшеница	8,12	6,56	1,56	–5,00
2	Озимая пшеница (солома)	9,00	2,82	6,18	+3,36
3	Озимая пшеница (солома)	8,64	2,58	6,06	+3,48
4	Горох (солома)	8,63	2,61	6,02	+3,41

Из данных таблицы 2 видно, что меньше всего с органическим веществом сорго в почву поступает растительных остатков в контрольном севообороте, где нетоварная часть полевых культур убирается с поля, где этот показатель равняется 1,56 т/га. В четырех- и шестипольном севооборотах, где предшественником сорго является озимая пшеница, солома которой заделывается в почву, с органическим веществом сорго возвращается 6,18 и 6,06 т/га соответственно, что выше контрольного варианта на 4,62 и 4,5 т/га.

Баланс органического вещества при возделывании в четырех- и шестипольном севооборотах по озимой пшенице, а также в восьмипольном севообороте по гороху, солома которых поступает в почву, положительный и соответственно составляет +3,36; 3,48 и 3,41 т/га.

Исследованиями установлено, что с 1 т соломы зернобобовых культур в почву возвращается – азота – 6,9-8,2, фосфора – 4,4-4,6, калия – 16,6-18,0 кг/га; озимых культур – азота – 4,1-4,9, фосфора – 2,6-3,1, калия – 15,3-17,7 кг/га [10]. Регулирование основных элементов питания, поступающих в почву с растительными остатками полевых культур, возможно за счет внесения в почву соломы (таблица 3).

Таблица 3 – Круговорот основных элементов питания с органическим веществом сорго в зависимости от предшественников, применения соломы озимой пшеницы и гороха в полевых севооборотах различной ротации, кг/га (среднее за 2014-2017 гг.)

№ варианта	Накопилось			Отчуждено			Поступило			Баланс, ±		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1(к)	97,0	26,1	72,5	85,4	22,0	62,2	11,6	4,1	10,3	-73,8	-17,9	-51,9
2	119,4	32,4	87,4	53,8	17,0	10,4	65,6	15,4	77,0	+11,8	-1,6	+66,6
3	117,0	29,4	85,6	54,8	15,5	9,4	62,2	13,9	76,2	+7,4	-1,6	+66,8
4	112,8	30,2	82,7	53,4	15,5	9,0	59,4	14,7	73,7	+6,0	-0,8	+64,7

Из данных таблицы 3 видно, что азота больше всего с органическим веществом сорго поступает в почву в варианте возделывания в четырех- и шестипольном севооборотах с запашкой соломы озимой пшеницы в почву соответственно 65,6 и 62,2 кг/га, что выше контроля, где листостебельная масса сорго убирается с поля на 54,0 и 50,6 кг/га. Такая же зависимость наблюдается по балансу азота, где он положительный и составляет соответственно +11,8 и +7,4 кг/га.

Самое большое количество фосфора поступает в почву с органическим веществом сорго в четырех- и восьмипольном севооборотах, где эта культура размещается по озимой пшенице и гороху, солома которых запахивается в почву соответственно 15,4 и 14,7 кг/га, что выше контроля на 11,3 и 10,6 кг/га. Однако баланс во всех вариантах, где возделывается сорго, обеспечивается отрицательный и колеблется от –17,9 в контроле до –1,6 кг/га в четырех- и шестипольном севооборотах.

Поступление калия в вариантах, где органическое вещество сорго возвращается в почву, обеспечивает превышение в отношении с контролем на 63,4-66,7 кг/га. Баланс в этих вариантах также положительный и составляет +64,7-66,8 кг/га.

Установлено, что наибольший сбор зерна сорго получен в варианте солома + сидерат + NPK – 4,2 т/га. Самая низкая (1,3 т/га) – на не удобренном фоне [11]. Поступление в пахотный слой почвы органического вещества в виде соломы зерновых и зернобобовых культур способствует росту урожайности зерна сорго (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность зерна сорго в зависимости от предшественников, применения соломы озимой пшеницы и гороха в полевых севооборотах различной ротации, т/га

№ варианта	Предшественник, прием биологизации	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средняя
1(к)	Озимая пшеница	2,50	2,10	3,40	2,14	2,54
2	Озимая пшеница (солома)	2,34	2,32	3,95	2,67	2,82
3	Озимая пшеница (солома)	2,13	2,06	3,63	2,49	2,58
4	Горох (солома)	2,52	2,15	3,54	2,22	2,61
НСР ₀₅		0,10	0,09	0,11	0,14	-

Из данных таблицы 4 видно, что самая высокая урожайность зерна сорго была в 2016 г., самая низкая – в 2015 г. из-за складывающихся погодных условий. Так, средняя урожайность сорго составила в контрольном варианте при возделывании по озимой пшенице 2,54 т/га. На этом же уровне она была у этой культуры по озимой пшенице, но солома которой поступает в пахотный слой почвы в шестипольном севообороте – 2,58 т/га и в восьмипольном севообороте по гороху с запашкой также в почву соломы – 2,61 т/га. Самая высокая достоверная прибавка в урожайности зерна сорго обеспечивается при возделывании в четырехпольном севообороте по озимой пшенице по сравнению с контролем 0,28 т/га или 11,0 %.

Заключение. В условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья возвращение в почву нетоварной части урожая зерновых и зернобобовых культур является эффективным приемом, который повышает урожайность зерна сорго в четырех- и восьмипольном полевых биологизированных севооборотах, способствует увеличению запасов продуктивной влаги в почве и экономному ее расходованию, высокому поступлению органического вещества и элементов питания в почву.

Библиографический список

1. Бабичев, А.Н. Агротелиоративная система повышения эффективности использования орошаемых земель на юге России [Текст]: дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.02 / Бабичев Александр Николаевич. – Новочеркасск, 2016. – 346 с.
2. Денисов, Е.П. Эффективность внесения соломы в качестве биотелиоранта [Текст] / Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Б.З. Шагиев // Нива Поволжья. – 2009. – №2. – С. 12-16.
3. Егорова, Г.С. Засоренность и продуктивность зерновых культур на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья [Текст]: монография / Г.С. Егорова, Ю.Н. Плещачев, К.В. Шиянов. – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. – 104 с.
4. Зеленев, А.В. Использование соломы как органического удобрения при выращивании сорго на зерно в севооборотах Нижнего Поволжья [Текст] / А.В. Зеленев, В.В. Тупицина // Формирование и развитие сельскохозяйственной науки в XXI веке: материалы круглого стола / ФГБНУ «ПНИИАЗ». – Солонное Займище, 2016. – С. 275-283.
5. Зеленев, А.В. Солома как органическое удобрение при возделывании сорго на зерно в Нижнем Поволжье [Текст] / А.В. Зеленев, Е.В. Семинченко, В.В. Тупицина // Научно-агрономический журнал. – 2016. – №2. – С. 6-9.
6. Лебедева, Т.Б. Использование соломы для улучшения гумусового состояния почв [Текст] / Т.Б. Лебедева, А.В. Арефьева, А.Н. Арефьев // Нива Поволжья. – 2008. – №1. – С. 12-16.
7. Матюк, Н.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве [Текст] / Н.С. Матюк, О.В. Селицкая, С.С. Солдатова // Известия ТСХА. – 2013. – №3. – С. 63-74.
8. Оконов, М.М. Оптимизация возделывания сорговых культур на орошаемых землях Калмыкии [Текст] / М.М. Оконов, Т.А. Балинова // Вестник института комплексных исследований аридных территорий. – 2011. – №2. – С. 58-62.
9. Особенности технологии возделывания сорговых культур в засушливых районах Юго-Востока Европейской части России [Текст]: рекомендации / А.Г. Ишин, Г.И. Костина, И.Г. Ефремова и др.; под ред. А.Г. Ишина. – Саратов: изд-во ФГНУ РосНИИСК «Россорго», 2008. – 24 с.
10. Пехота, А.П. Поступление элементов питания с соломой зерновых и зернобобовых культур в дерново-подзолистую супесчаную почву в зависимости от системы удобрения [Текст] / А.П. Пехота // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – №2. – С. 179-185.
11. Фомин, В.Н. Урожайность сорго в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений в условиях лесостепи Поволжья [Текст] / В.Н. Фомин, М.М. Нафиков, И.З. Валиев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №2. – С. 25-27.
12. Campbell, C.O. Effect of crop rotation and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in the Black Chernozem [Text] / C.O. Campbell, V.O. Biederbeck, R.P. Zentner, O.P. Lafond // Can. J. Soil Sci. – 1991. – Vol.71. – P. 363-376.

Reference

1. Babichev, A. N. Agromeliorativnaya sistema povysheniya jeffektivnosti ispol'zovaniya oroshaemyh zemel' na yuge Rossii [Tekst]: dis. ... dokt. s.-h. nauk: 06.01.02 / Babichev Aleksandr Nikolaevich. – Novocherkassk, 2016. - 346 p.
2. Denisov, E. P. Jeffektivnost' vneseniya solomy v kachestve bioteliioranta [Tekst] / E.P. Denisov, K. E. Denisov, B. Z. Shagiev // Niva Povolzh'ya. – 2009. – №2. – P. 12-16.
3. Egorova, G. S. Zasorennost' i produktivnost' zernovykh kul'tur na svetlo-kashtanovykh pochvakh Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: monografiya / G. S. Egorova, Yu. N. Pleskachev, K. V. Shiyanov. – Volgograd: FGOU VPO Volgogradskaya GSXA, 2011. – 104 p.

4. Zelenev, A. V. Ispol'zovanie solomy kak organicheskogo udobreniya pri vyraschivanii sorgo na zerno v sevooborotah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. V. Zelenev, V. V. Tupicina // Formirovanie i razvitie sel'skohozyajstvennoj nauki v XXI veke: materialy kruglogo stola / FGBNU "PNI-IAZ". – Solenoe Zajmische, 2016. – P. 275-283.
5. Zelenev, A. V. Soloma kak organicheskoe udobrenie pri vozdeleyvanii sorgo na zerno v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] / A. V. Zelenev, E. V. Semichenko, V. V. Tupicina // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. – 2016. – №2. – P. 6-9.
6. Lebedeva, T. B. Ispol'zovanie solomy dlya uluchsheniya gumusovogo sostoyaniya pochv [Tekst] / T. B. Lebedeva, A. V. Aref'eva, A. N. Aref'ev // Niva Povolzh'ya. – 2008. – №1. – P. 12-16.
7. Matyuk, N. S. Rol' sideratov i solomy v stabilizacii processov transformacii organicheskogo veschestva v dernovo-podzolistoj pochve [Tekst] / N. S. Matyuk, O. V. Selickaya, S. S. Soldatova // Izvestiya TSXA. – 2013. – №3. – P. 63-74.
8. Okonov, M. M. Optimizaciya vozdeleyvaniya sorgovyh kul'tur na oroshaemyh zemlyah Kalmykii [Tekst] / M. M. Okonov, T. A. Balinova // Vestnik instituta kompleksnyh issledovanij aridnyh territorij. – 2011. – №2. – P. 58-62.
9. Osobennosti tehnologii vozdeleyvaniya sorgovyh kul'tur v zasushlivyh rajonah Yugo-Vostoka Evropejskoj chasti Rossii [Tekst]: rekomendacii / A. G. Ishin, G. I. Kostina, I. G. Efremova i dr.; pod red. A. G. Ishina. - Saratov: izd-vo FGNU RosNIISK "Rossorgo", 2008. – 24 p.
10. Pehota, A. P. Postuplenie jelementov pitaniya s solomoj zernovyh i zernobobovyh kul'tur v dernovo-podzolistuyu supeschanuyu pochvu v zavisimosti ot sistemy udobreniya [Tekst] / A. P. Pehota // Pochvovedenie i agrohimija. - 2014. - №2. - P. 179-185.
11. Fomin, V. N. Urozhajnost' sorgo v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij v usloviyah lesostepi Povolzh'ya [Tekst] / V. N. Fomin, M. M. Nafikov, I. Z. Valiev // Dostizheniya nauki i tehniki APK. – 2012. – №2. – P. 25-27.
12. Campbell, C.O. Effect of crop rotation and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in the Black Chernozem [Text] / C.O. Campbell, V.O. Biederbeck, R.P. Zentner, O.P. Lafond // Can. J. Soil Sci. – 1991. – Vol.71. – P. 363-376.

E-mail: zelenev.a@bk.ru

УДК 635. 611 - 631.524.01

ИЗУЧЕНИЕ НАСЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА У ГИБРИДОВ ДЫНИ В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

STUDYING THE INHERITANCE OF THE GROWING SEASON IN HYBRIDS OF MELONS IN THE CONDITIONS OF THE VOLGOGRAD TRANSVOLGA

Т.Г. Колебошина^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук

О.П. Варивода², кандидат сельскохозяйственных наук

Г.С. Егорова¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.А. Галичкина², старший научный сотрудник

T.G. Kaleboshina¹, O.P. Varivoda², G.S. Egorova¹, E.A. Galichkina²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства», Волгоград

¹Volgograd State Agrarian University

²Bykovskaya melon selection experimental station - a branch of the Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center for Vegetable Growing», Volgograd

Дыня – культура, хорошо известная своими питательными, диетическими и лечебными свойствами, поэтому главной направленностью селекционной работы является создание сортов с высокими вкусовыми качествами, которые в большинстве своём зависят от сроков созревания плодов. У растений дыни амплитуда ранне-позднеспелости значительно шире, чем у других бахчевых

культур. Скорость созревания плодов зависит от сроков вступления растений в определённые фазы развития. Разница эта нередко достигает 80-90 суток. Изучение дифференциации этого периода играет большую роль в селекционном процессе. Это проблема актуальна. Изучали влияние длины вегетационного периода родительских форм различных групп спелости. В первой группе раннеспелый сорт Дюна, во второй – среднеспелый сорт Оригинальная и в третьей – позднеспелый сорт Зимовка. Отцовскими были раннеспелые образцы Дюна, Ранняя 133, Наталья. Среднеспелые сорта Оригинальная, Быковская 735, Осень и позднеспелый сорт Зимовка. Вегетационный период был дифференцирован на пять периодов по степени развития растений. Стабильностью, независимо от комбинаций скрещивания, отличался период «образования завязи - прекращение роста плода», он находился на уровне 22-24 суток. В гибридах Дюна х Ранняя 133 он составлял 21 суток, Оригинальная х Ранняя 133 – 23, Зимовка х Ранняя 133 - 22. Основное различие было у гибридов F₁ в периоде «всходы – образование завязи» и «образование завязи – созревание плода», он был в пределе 67 – 108 суток. Эти этапы являются формирующими длину вегетационного периода, который наследуется промежуточно между ранним и поздним родителями. Использование раннеспелого сорта как отца резко снижало вкусовые качества плодов. В гибридах F₁ Зимовка х Наталья содержание сухого вещества в соке плодов составило 12,8 %, тогда как у материнского сорта Зимовка было 14,2 %, у отцовского Натальина – 10,8 %. Гибрид F₁ Зимовка х Осень имел сухого вещества 15,4 %, сорт Осень – 16,9 %. Лучшие результаты даёт сочетание раннеспелого материнского сорта и позднеспелого отцовского. Таким способом был получен раннеспелый сорт Дюна, который включен в Государственный реестр сортов.

Melon - a culture well known for its nutritional, dietary and curative properties, therefore the main focus of selection work is the creation of varieties with high taste qualities, which mostly depend on the timing of fruit ripening. In melon plants, the amplitude of early-late ripeness is much wider than in other melons. The rate of fruit ripening depends on the timing of the entry of plants into certain phases of development. This difference often reaches 80-90 days. The study of the differentiation of this period plays an important role in the selection process. This problem is urgent. The influence of the length of the vegetative period of the parental forms of various ripening groups was studied. In the first group, the early-ripening variety Dune, in the second - the mid-ripening variety Original and in the third - the late-ripening variety Zimovka. Father's were early ripens of Dune, Early 133, Natalia. Medium-ripening varieties Original, Bykovskaya 735, Autumn and late-ripening variety Zimovka. The vegetation period was differentiated into five periods according to the degree of plant development. Stability, regardless of the combinations of crosses, was characterized by a period of "formation of the ovary - cessation of fetal growth", being at the level of 22-24 days. In the hybrids of Dune x Early 133 it was 21 days, Original x Early 133 - 23, Wintering x Early 133 - 22. The main difference was in F₁ hybrids in the period of "shoots - ovary formation" and "ovary formation - fruit ripening", he was in the limit of 67 - 108 days. These stages are forming the length of the growing season, which is inherited intermittently between the early and late parents. Use as a father of the early-ripening variety, sharply reduced the taste of fruits. In hybrids F₁ Wintering x Natalin, the dry matter content in the fruit juice was 12.8%, while the mother variety Zimovka was 14.2%, in the father's Natalina - 10.8%. Hybrid F₁ Wintering x Autumn had a dry matter of 15.4%, grade Autumn - 16.9%. The best results are given by a combination of early maturing and late maturing. In this way, the early Dune variety was obtained, which is included in the State Register of Varieties.

Ключевые слова: дыня, вегетационный период, исходные формы, сухие вещества, форма плода.

Key words: melon, vegetation period, initial forms, dry matter, form of fetus.

Введение. Дыня – это ценная древнейшая сельскохозяйственная культура, известная своими вкусовыми и диетическими свойствами. Ароматный плод содержит множество витаминов и минеральных веществ, полезных для здоровья человека. Благодаря значительному содержанию кальция, калия и магния происходит укрепление сосудов, улучшается работа сердца, налаживается кровообращение, выводится холестерин. Дыня активно применяется в косметологии.

Учитывая лечебную и потребительскую ценность этой культуры, направлением в селекционной работе становится создание сортов с высокими вкусовыми качествами, разных по срокам созревания и высокой урожайностью [1].

Важную роль в создании новых сортов играет гибридизация. В подборе пар для скрещивания учитывается продолжительность вегетационного периода. У растений дыни амплитуда ранне-скороспелости значительно шире, чем у других бахчевых культур. Разница в длине вегетационного периода у сортов нередко достигает 80 – 90 суток [7]. Фенологические наблюдения у бахчевых культур проводились, в основном, по периодам вегетации «всходы – цветение женских цветков» и «образование завязи – созревание плодов», что недостаточно для выявления скороспелости у получаемых гибридов. У многих сортов дыни разница в длине вегетации обуславливалась фазой «цветение – созревание». Поэтому целью наших исследований было изучение дифференциации этого периода. Его подразделили ещё на два: 1) образование завязи – прекращение роста плода; 2) прекращение роста плода – созревание плода. Изучались гибриды F_1 от скрещивания материнских и отцовских форм различных сроков созревания. Это позволило выявить более значимые наследственные факторы в изучении вегетационного периода у дыни.

Материалы и методы. Работа проводилась методом классической селекции, также с использованием методических указаний «Селекция бахчевых культур» в редакции ВИР [7, 9]. Объектами исследования были три группы сортов с разными вегетационными периодами. Раннеспелые сорта Дюна, Ранняя 133, Натальина, среднего срока созревания – Оригинальная, Быковская 735, Осень, позднеспелый сорт – Зимовка. Как материнские использовались сорта Дюна, Оригинальная и Зимовка. Определение сухого вещества в соке плода проводили полевым рефрактометром.

Результаты и обсуждение. Для выявления наследования длины вегетационного периода дыни у гибридов F_1 при различных комбинациях скрещивания использовали три группы сортов: раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые.

В первой группе скрещивания материнским был раннеспелый сорт Дюна с вегетационным периодом 67 суток. Отцовскими были сорта раннеспелые Ранняя 133 с вегетационным периодом 72, Натальина – 70 суток, среднеспелые Оригинальная – 79 суток, Быковская 735 – 85, Осень – 82, позднеспелый сорт Зимовка с вегетационным периодом 108 суток (таблица 1).

Анализ гибридов первого поколения показал, что период «всходы – образование завязи» при скрещивании разных сортов был ближе по продолжительности к более позднему родителю. Так, в комбинации скрещивания Дюна х Оригинальная он составил 45 суток, у материнского Дюна – 42, у отцовского Оригинальная – 50. При скрещивании Дюна х Зимовка этот период составил 48 суток, у родителей соответственно 42 и 56. Более стабильным оказался период «образование завязи – прекращение роста плода». При скрещивании двух скороспелых сортов в F_1 этот период не изменялся по сравнению с родительскими образцами и при использовании позднеспелого отцовского сорта он находился на том же уровне, в пределах 19-22 суток. Созревание плода после прекращения роста составляло у ранних и средних сортов 6-8 суток, у позднего – 30.

При скрещивании двух скороспелых сортов в гибридах первого поколения период вегетации практически не изменялся по сравнению с исходными образцами. При скрещивании скороспелого образца со среднеспелым и позднеспелым у всех гибридов F_1 период вегетации, по сравнению с материнским, был более продолжительным, но короче, чем у отцовского родителя (таблица 1).

Таблица 1 – Дифференцирование вегетационного периода, сутки

Название образца	Первый пери- од «всходы- образование завязи»	Второй период «образование завязи-созревание плода»		Третий период «всходы- созревание пло- дов»
		образование завязи- прекращение роста плода	созревание плода	
Исходные формы				
Дюна	42	19	6	67
Ранняя133	42	20	8	72
Натальина	44	19	7	70
Оригинальная	50	21	8	79
Быковская 735	52	24	9	85
Осень	52	22	8	82
Зимовка	56	21	31	108
Первая группа				
Дюна х Ранняя 133	44	21	6	71
Дюна х Натальина	42	22	6	69
Дюна х Оригинальная	45	24	8	77
Дюна х Быковская 735	50	21	8	79
Дюна х Осень	46	25	9	80
Дюна х Зимовка	42	21	29	98
Вторая группа				
Оригинальная х Ранняя 133	42	23	10	75
Оригинальная х Наталь- ина	42	25	9	76
Оригинальная х Дюна	42	21	7	70
Оригинальная х Осень	48	23	10	81
Оригинальная х Быков- ская 735	50	25	15	90
Оригинальная х Зимовка	51	25	21	97
Третья группа				
Зимовка х Ранняя 133	41	22	9	75
Зимовка х Натальина	44	19	7	70
Зимовка х Дюна	44	20	8	72
Зимовка х Оригинальная	49	22	10	81
Зимовка х Быковская 735	54	24	30	108
Зимовка х Осень	48	22	30	100

Во второй группе материнской формой был среднеспелый сорт дыни Оригинальная. Скрещивание проводили с ранними сортами Дюна, Ранняя 133, Натальина, средними – Осень, Быковская 735 и поздним – Зимовка (таблица 1).

При скрещивании среднеспелого материнского сорта с ранними сортами вегетационный период у гибридов F_1 был короче материнского, но длиннее, чем у ранних сортов. Гибрид F_1 Оригинальная х Дюна имел вегетационный период 70 суток, у материнского сорта Оригинальная – 79, у позднеспелых – Оригинальная х Зимовка – 97 суток, у отцовского родителя – 108.

В третьей группе при скрещивании позднего сорта Зимовка с раннеспелыми и среднеспелыми образцами вегетационный период был значительно короче материнского. Так, у сорта Зимовка 108 суток, у сорта Дюна – 67, у гибридов F_1 Зимовка х Дюна – 72, Зимовка х Осень – 100 (таблица 1). Исключение составил гибрид Зимовка х Быковская 735, где вегетационный период был на уровне материнского сорта.

Наиболее стабильным, по всем изучаемым группам, был этап «образование завязи – прекращение роста плода». Он находился в пределах 22-25 суток, независимо от спелости образца. Время созревания плода у раннеспелых сортов и гибридов F₁ было 6-7 суток, 10-15 у среднеспелых, у поздних – до 30. Период «образование завязи – созревание плода» наиболее полно отражает группу спелости сортов и гибридов дыни, у раннеспелых он составлял 25-28 суток, у среднеспелых – 29-34, у позднеспелых – 52-54.

При проведении многочисленных лабораторных и полевых анализов мы отметили, что при изменении длины вегетационного периода у сортов и гибридов F₁ дыни меняются вкусовые качества плодов. Как правило, плоды сортов и гибридов раннего срока созревания имеют пониженные вкусовые качества. Измеряли по показаниям полевого рефрактометра процент содержания сухого вещества в соке плода дыни. У раннеспелых сортов Ранняя 133, Натальина было 10,4-11,9 % сухого вещества. Сорт Дюна имел 12,3-14,0 %, что в дальнейшем положительно сказывалось на гибридах F₁ с этим сортом. Гибрид Дюна x Ранняя 133 имел 11,0-12,2 % сухого вещества в соке плода, Дюна x Натальина – 11,5-12,8 %. Гибриды F₁, со среднеспелыми и позднеспелыми образцами содержали до 13,0-14,8 %, но это по показаниям было ниже отцовских. Среднеспелый образец Осень имел 14,2-16,0 % сухого вещества в соке плодов, а гибрид F₁ Дюна x Осень 13,8-14,8 %. Отличные вкусовые качества были у гибридов F₁ Оригинальная x Осень от 14,0 до 15,2 % сухого вещества, у позднеспелого гибрида Зимовка x Осень – 14,2-15,6 % (рисунок).

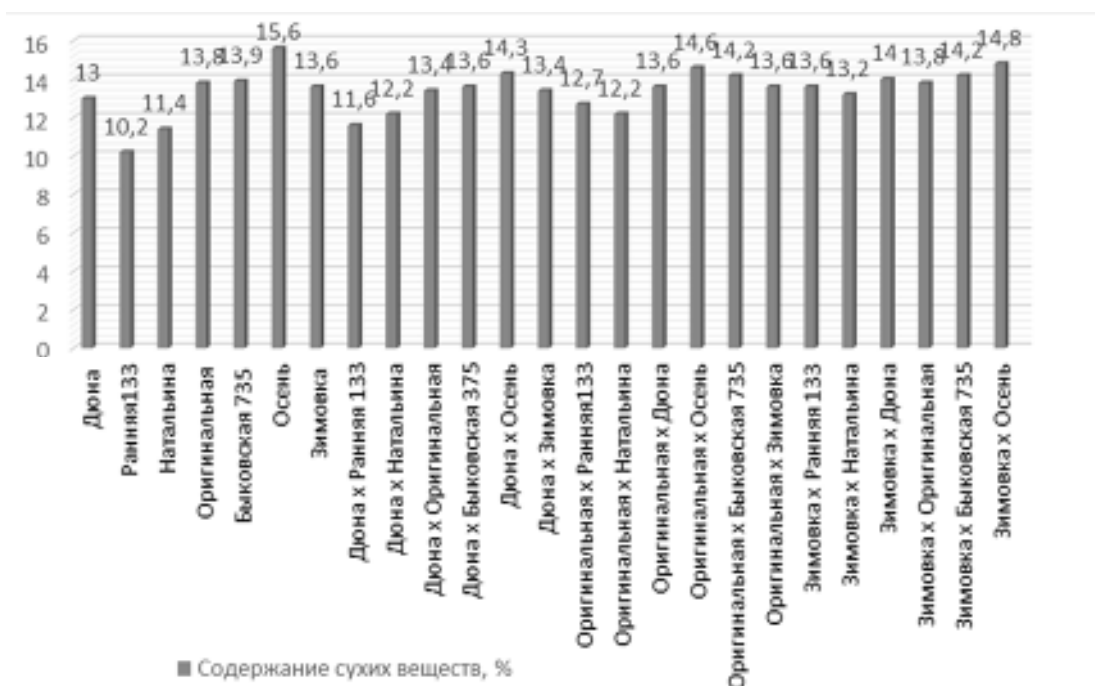


Рисунок – Содержание сухих веществ в плодах сортов и гибридов дыни (среднее за 3 года)

Во всех комбинациях скрещивания в F₁ отмечалась прямая зависимость между длиной вегетационного периода и содержанием сухого вещества в соке плодов. Сокращение вегетационного периода приводило к снижению вкусовых качеств у гибридов, по сравнению с родительскими образцами. Для получения перспективных гибридов F₁

необходимо, чтобы один из родителей был скороспелым, а второй – с плодами высоких вкусовых качеств и высокопродуктивный. Эта закономерность отмечалась и у других бахчевых культур [6, 2, 3].

Большое значение в селекционной работе имеет знание закономерности наследования ряда признаков у дыни. Отечественные сведения по частной генетике бахчевых культур немногочисленны [8, 5, 4]. Многолетняя работа по селекции дыни позволила нам установить характер наследования ряда признаков при гибридизации. Рассечённость листовой пластинки у растений дыни является признаком рецессивным по отношению к цельному листу, что очень важно для раннего определения гибридности потомства. Есть характерные особенности в наследовании формы плода. Шаровидная форма плода является рецессивом по отношению к овальной и удлинённой. Овальная форма плода доминантна к шаровидной, но рецессивна к удлинённой. Так, при скрещивании сорта Быковская 735, плоды которой овальной формы, со среднеазиатским сортом с удлинёнными плодами Ассате гибриды имели удлинённую форму плода (таблица 2).

Таблица 2 – Характер наследования формы плода у дыни

Название образца	Форма плода	Число гибридов F ₁ (шт.) всего	Из них		
			шаровидной формы	овальной формы	удлинённой формы
Мечта	шаровидная				
Быковская 735	коротко-овальная				
Мечта х Быковская 735		135	-	135	-
Ранняя 85	шаровидная				
Зимовка	овальная				
Ранняя 85 х Зимовка		106	-	106	-
Ассате	удлинённая				
Быковская 735 х Ассате		75	-	-	75

При скрещивании сортов, не имеющих рисунка на поверхности плода (Мечта, Ранняя 85), с сортами, имеющими рисунок в виде различных полос и пятен (Быковская 735, Зимовка, Ассате), при прямых и реципрокных скрещиваниях у гибридов F₁ на плодах рисунок отсутствовал. Отсутствие рисунка – признак доминантный. Желтая окраска плода доминирует по отношению к светло-зелёной, но рецессивна к темно-зелёной окраске.

Наследование окраски мякоти плода имеет также свои особенности. При скрещивании сортов с зелёной и белой окраской мякоти плода все гибриды F₁ имели белую мякоть. Зелёная окраска мякоти являлась рецессивной. Оранжевый цвет мякоти доминировал над белой и зелёной. Это имеет важное значение при подборе родительских пар.

Заключение. При скрещивании сортов дыни с различными вегетационными периодами полученные гибриды имели промежуточный результат. Во всех изучаемых группах стабильным был период «образование завязи – прекращение роста плода», он составлял 22-25 суток, независимо от общего вегетационного периода изучаемого образца. Период «образование завязи – созревание плода» наиболее полно отражал группу спелости сортов и гибридов дыни.

Вкусовые качества наследуются у гибридов промежуточно. Уменьшение вегетационного периода приводило к снижению вкусовых качеств у гибридов F₁ в сравнении с родительскими образцами. Лучшие результаты получили от сочетания раннеспелого материнского сорта и позднеспелого отцовского. Ранняя 85 х Зимовка – сорт Дюна. Также наибольший эффект получали при гибридизации экологически отдаленных родительских форм. Местный сорт Быковская 735 х Ассате (из Средней Азии) – сорт Прима. Оба сорта районированы и включены в Государственный реестр.

Проведённые исследования показали, что цельная листовая пластинка является доминирующим признаком по отношению к рассечённой, что позволяет видеть гибридные формы на ранней стадии развития растений. Удлиненная форма плода доминантна к шаровидной и овальной, овальная доминантна к шаровидной.

Белая окраска мякоти доминирует над зелёной, оранжевый цвет мякоти над белой и зелёной.

Полученные результаты позволяют вести целенаправленную селекционную работу с дыней.

Библиографический список

1. Быковский, Ю.А. Новые сорта дыни для товарного производства [Текст]/ Ю.А. Быковский, Л.В. Емельянова // Картофель и овощи. – 2013. – № 5. – С. 29.
2. Варивода, О.П. Использование наследственной изменчивости в создании новых конкурентоспособных сортов и гибридов арбуза для товарного бахчеводства России [Текст]/ О.П. Варивода, В.И. Леунов, Е.А. Варивода// Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 60. – С. 46-51.
3. Варивода, Е.А. Использование генетических коллекций для создания новых сортов арбуза [Текст]/ Е.А. Варивода, С.В. Малуева, Л.Н. Вербицкая // Генофонд и селекция растений: Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2018. – С. 62-65.
4. Дютин, К.Е. Генетика и селекция бахчевых культур [Текст] / К.Е. Дютин. – Астрахань, 2007. – С. 136-142.
5. Использование форм арбуза и дыни с генетическими маркерами в селекции гетерозисных гибридов [Текст]/ Э.Г. Мещеров, Г.А. Теханович, Т.Б. Фурса, М.И. Малинина // Н.- т. бюллетень ВИР. – 1984. – Вып. 140. – С. 13-18.
6. Малуева, С.В. Новинки селекции бахчевых культур [Текст] / С.В. Малуева, Л.В. Емельянова, Т.М. Никулина // Картофель и овощи. – 2015. – № 7. – С. 35-36.
7. Методические указания «Селекция бахчевых культур». – ВИР. – Л., 1988. – С. 9.
8. Никулина, Т.М. Роль исходного материала в селекции высокопродуктивных сортов тыквы [Текст]/ Т.М. Никулина, Е.А. Галичкина // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2015. – № 46. – С. 446-450.
9. Руководство по апробации бахчевых культур [Текст] / Под редакцией В.Ф. Дорофеева. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 59-65.
10. Chadha, M.L. Mode of inheritance of earliness in muskmelon (*Cucumis melo* L.) / M.L. Chadha, K.S. Nandpuri// Indian J. Hortic. – 1978. – Vol. 35.-№2. – P. 123-126.

Reference

1. Bykovskij, Yu. A. Novye sorta dyni dlya tovarnogo proizvodstva [Tekst]/ Yu. A. Bykovskij, L. V. Emel'yanova // Kartofel' i ovoschi. - 2013. - № 5. - P. 29.
2. Varivoda, O. P. Ispol'zovanie nasledstvennoj izmenchivosti v sozdanii novyh konkurentosposobnyh sortov i gibridov arbuza dlya tovarnogo bahchevodstva Rossii [Tekst]/O. P. Varivoda, V. I. Leunov, E. A. Varivoda// Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - № 60. - P. 46-51.
3. Varivoda, E. A. Ispol'zovanie geneticheskikh kollekcij dlya sozdaniya novyh sortov arbuza [Tekst]/ E. A. Varivoda, S. V. Malueva, L. N. Verbickaya // Genofond i selekciya rastenij: Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Novosibirsk, 2018. - P. 62-65.

4. Dyutin, K. E. Genetika i selekciya bahchevyh kul'tur [Tekst] / K. E. Dyutin. - Astrahan', 2007. - P. 136-142.
5. Ispol'zovanie form arbuza i dyni s geneticheskimi markerami v selekcii geterozisnyh gibridov [Tekst]/ Je. G. Mescherov, G. A. Tehanovich, T. B. Fursa, M. I. Malini-na // N. - t. byulleten' VIR. - 1984. - Vyp. 140. - P. 13-18.
6. Malueva, S. V. Novinki selekcii bahchevyh kul'tur [Tekst] / S.V. Malueva, L.V. Emel'yanova, T. M. Nikulina // Kartofel' i ovoschi. - 2015. - № 7. - P. 35-36.
7. Metodicheskie ukazaniya "Selekciya bahchevyh kul'tur". - VIR. - L., 1988. - P. 9.
8. Nikulina, T. M. Rol' iskhodnogo materiala v selekcii vysokoproduktivnyh sortov tykvy [Tekst]/ T. M. Nikulina, E. A. Galichkina // Selekcija i semenovodstvo ovoschnyh kul'tur. - 2015. - № 46. - P. 446-450.
9. Rukovodstvo po aprobacii bahchevyh kul'tur [Tekst] / Pod redakciej V. F. Dorofeeva. - M.: Agropromizdat, 1985. - P. 59-65.
10. Chadha, M.L. Mode of inheritance of earliness in muskmelon (Cucumis melo L.) / M.L. Chadha, K.S. Nandpuri// Indian J. Hortic. - 1978. - Vol. 35. -№2. - P. 123-126.

E-mail: plakuscheva2@mail.ru

УДК 551.4.551.48.631.617

ОРИГИНАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ И ОСНОВЫ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ МЕЛИОРАЦИИ А.С. КОЗМЕНКО

THE A.S. KOZMENKO ORIGINAL THEORY OF RELIEF FORMATION AND THE FOUNDATIONS OF ANTIEROUSIONAL MELIORATION

К. Н. Кулик¹, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН;

А. Т. Барабанов¹, доктор сельскохозяйственных наук;

В. И. Панов², кандидат географических наук

K.N. Kulik¹, A.T. Barabanov¹, V.I. Panov²

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград

²Поволжская АГЛОС – филиал «ФНЦ агроэкологии комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН», Самарская обл.

¹FNC of agroecology, complex land reclamations and protective afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

²Povolzhskaya AGLOS - branch of FNC of agroecology of complex land improvement and protective
afforestation of the Russian Academy of Sciences, Samara region

Проанализировано состояние вопроса защиты почв от эрозии на начало XX столетия и освещен выдающийся вклад А. С. Козменко в создание оригинальной теории рельефообразования на Русской равнине и основ противоэрозионной мелиорации. Он первый в мире увязал образование современного рельефа с эрозионно-аккумулятивным процессом, проходившим в послетретичное время в результате наступления и отступления ледников, а также таяния больших снежных масс. Эта оригинальная идея была трансформирована в теорию рельефообразования. Доказана необходимость для борьбы с оврагами и смывом почвы зарегулирование поверхностного стока на всем водосборе комплексом противоэрозионных мероприятий, предложено деление водосбора на эрозионные земельные фонды. Обоснована необходимость различать древнюю и современную (антропогенную) эрозию, учитывать роль растительности как важнейшего биотического фактора эрозионно-гидрологического процесса, связывать течение древней эрозии с эпохами оледенения на равнине, а современной эрозии – с хозяйственной (главным образом сельскохозяйственной) деятельностью. Впервые с высокой степенью аргументированности увязано образование лёссов с эрозионно-гидрологическим процессом, что было существенным шагом вперед. Обращено внимание на первостепенную негативную роль смыва почвы в сравнении с традиционной точкой

зрения об оврагообразовании как о главном, наиболее опасном проявлении эрозионно-гидрологического процесса. Изложены основы противоэрозионной мелиорации и предложен комплекс противоэрозионных мероприятий: организационно-хозяйственных, лесомелиоративных, агротехнических, лугомелиоративных и гидротехнических.

The article is dedicated to the memory of Alexei Semenovitch Kozmenko - an outstanding scientist, creator of the original theory of relief formation and the foundations of modern domestic erosion in connection with the 140th anniversary of his birth. The state of the issue of soil protection from erosion at the beginning of the 20th century is analyzed and the outstanding contribution of A. S. Kozmenko to the creation of the original theory of relief formation on the Russian Plain and the bases of erosion melioration is outlined. It was the first in the world to link the formation of the modern relief with the erosion-accumulative process, which took place in the post-Tertiary period as a result of the onset and retreat of glaciers, and also the melting of large snow masses. This original idea was transformed into the theory of relief formation. The necessity for controlling the ravines and flushing of the soil has been proved to regulate surface runoff in the entire catchment area by a set of erosion control measures, it is proposed to divide the catchment area into erosive land funds. The need to distinguish between ancient and modern (anthropogenic) erosion, to take into account the role of vegetation as the most important biotic factor of the erosion-and-hydrological process, to connect the current of ancient erosion with the glacial epochs on the plain, and modern erosion, with economic (mainly agricultural) activity. For the first time, with a high degree of argumentation, the formation of loesses was linked to the erosion-hydrological process, which was a significant step forward. Attention is drawn to the primary negative role of soil washout in comparison with the traditional point of view on ravine formation as the main, most dangerous manifestation of the erosion-hydrological process. The bases of anti-erosion melioration are outlined and a set of anti-erosion measures is suggested: organizational-economic measures, forest melioration, agrotechnical, meadow-meliorative and hydraulic engineering.

Ключевые слова: эрозия почв, противоэрозионная мелиорация, рельефообразование, древняя эрозия, антропогенная эрозия.

Key words: soil erosion, anti-erosion melioration, relief formation, ancient erosion, anthropogenic erosion.

Статья посвящается памяти Алексея Семеновича Козменко – выдающегося ученого, создателя оригинальной теории рельефообразования и основ современного отечественного эрозиоведения в связи с 140-летием со дня рождения

Введение. Козменко Алексей Семенович – выдающийся ученый в области эрозиоведения, после окончания двух авторитетных вузов – Московского университета (естественное отделение физико-математического факультета по специальности геология и почвоведения) и Московского сельскохозяйственного института (агрономическое и инженерное отделения) и многолетних полевых почвенно-эрозионных, гидрологических и геоморфологических экспедиций стал высококвалифицированным специалистом широкого профиля: геоморфолог, почвовед, эрозиовед, гидротехник, гидролог, лесомелиоратор, агроном. Учителями и наставниками его были выдающиеся русские исследователи В.И. Вернадский, А. П. Павлов, К. А. Тимирязев, В. Р. Вильямс, Д. Н. Прянишников.

Имея глубокие знания по многим отраслям науки, А. С. Козменко впервые в мире создал оригинальную теорию рельефообразования и формирования покровных отложений в результате единого эрозионно-аккумулятивного процесса в послетретичное время и разработал научные основы противоэрозионной мелиорации. Его теория выдержала испытание временем.

На эрозию почв ученые и практики сельского хозяйства обратили внимание давно и делали разрозненные попытки борьбы с ней. Однако первые наиболее серьезные исследования стока и разработка противоэрозионных приемов (обработка почвы

поперек склона, посадка прибалочных лесополос) относятся к концу XIX в. и связаны с деятельностью Особой экспедиции лесного департамента под научным руководством В. В. Докучаева в южных районах России и Украины, главным образом в Каменной Степи [1]. В. В. Докучаеву также принадлежит первая попытка теоретического рассмотрения вопросов эрозионного рельефообразования на равнине в части, касающейся генезиса гидрографической сети (переход оврагов в балки, а балок в речные долины). Однако им не была проведена четкая грань между древней (балочно-долинной) и современной (промоинно-овражной) гидрографической сетью [11]. Впервые это было сделано А. С. Козменко [5], что позволило ему по-новому подойти к оценке роли оврагообразования и смыва почвы в эрозионно-гидрологическом процессе.

Материалы и методы. В связи с тем, что рельеф местности является важнейшим фактором эрозии, рельефообразованию всегда уделялось большое внимание. Объяснением генезиса эрозионно-аккумулятивного рельефа занималась геоморфология, в которой, по мнению Г. П. Сурмача [9], господствовал чисто геологический подход. В ней фазы активизации эрозии, в т. ч. и современной, ставились в зависимость исключительно от колебаний земной коры (эпейрогенез). С этим связано много ошибочных положений по вопросу о современной эрозии – смыва и размыва. Очень сложный вопрос о генезисе рельефа и покровных отложений в геоморфологии также не был решен. Многие исследователи формирование покровных отложений рассматривали в отрыве от происхождения гидрографической сети и склонов либо не увязывали генезис эрозионного рельефа с образованием покровных отложений.

На начальном этапе исследований рельефа на первое место выдвигались вопросы эрозионного размыва – оврагообразования. Из отечественных исследователей разработкой этих вопросов занимались В.А. Киприянов, В.В. Докучаев, В.И. Масальский, С.С. Соболев, А.Ф. Гужевая, А.С. Кесь, А.М. Семенова-Тянь-Шанская, М.В. Проничева, Д.Л. Арманд, И.С. Щукин, Е.Ф. Зорина, А.Г. Рожков, Б.Ф. Косов и др. Из иностранных исследований особое место занимают работы В. Дэвиса – по геоморфологическому анализу, Р.Е. Хортона – по эрозионному развитию рек, В.Пенка – по эволюции скальных стен (обрывов) – важного элемента в генезисе рельефа, в т. ч. эрозионного размыва.

Были предложены разнообразные классификации размывов по их положению (донные, береговые, склоновые) на водосборе и стадиям развития во времени (водоросины, промоины, овраги). Из отечественных классификаций наибольшей известностью пользуются классификации размывов и прилегающих к ним склонов С.С. Соболева.

На тот период вопросы рельефообразования, формирования покровных отложений, распространения лесной и степной растительности и образования черноземных и серых лесных почв в лесостепи не были решены. Теоретические аспекты эрозионно-гидрологического процесса рассматривались в работах В.В. Докучаева, П.А. Костычева, А.С. Козменко, С.С. Соболева, Д.Л. Арманд, Г.П. Сурмача и других ученых.

Результаты и обсуждение. Выдающийся вклад в разработку теории эрозионно-гидрологического процесса внес А. С. Козменко [5, 6] в период своей деятельности руководства Тульской гидрологической экспедицией (1908-1914 гг.) и особенно после организации в 1921 г. Новосильской опытно-овражной станции (ныне Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция им. А.С. Козменко – филиал ФНЦ агроэкологии РАН).

Еще в 1907-1908 гг. А. С. Козменко выдвинул оригинальную идею о значении послетретичной эрозии, которая в последующем была трансформирована в теорию рельефообразования на равнине, предложил деление водосбора на эрозионные земельные фонды, для борьбы с оврагами и смывом почвы обосновал необходимость регулирования поверхностного стока на всем водосборе комплексом противоэрозионных мероприятий [7].

Работая в Тульской гидрологической экспедиции, А.С. Козменко детально изучил гидрологию Тульской губернии, эрозионные процессы (смыв и оврагообразование), составил карты рельефа, геологического строения, водоносности, карста, размыва, болот, лесов и др. Результаты этой работы, а затем и научные исследования на Новосильской опытно-овражной станции в течение 17 лет служили основой для разработки теории рельефообразования, общей теории эрозии и комплекса мероприятий по борьбе с ней [5, 6, 7].

Выполненные А.С. Козменко исследования на Среднерусской возвышенности (территория нынешних Тульской, Орловской, частично Липецкой обл.) с составлением первых в России детальных карт овражности, водоносности, лесистости привели ученого к идеям, получившим свое выражение в стройной системе взглядов на причины эрозии и рельефообразования в равнинных условиях.

При разработке своей теории рельефообразования А.С. Козменко впервые предложил и обосновал необходимость различать древнюю и современную (антропогенную) эрозию [5], учитывать роль растительности как важнейшего биотического фактора эрозионно-гидрологического процесса, связывать течение древней эрозии с эпохами оледенения на равнине, а обусловленность современной эрозии – в первую очередь, с хозяйственной (главным образом сельскохозяйственной) деятельностью. Он также впервые с высокой степенью аргументированности увязал образование лёссов с эрозионно-гидрологическим процессом, что было существенным шагом вперед по сравнению с высказанными ранее гипотезами Армашевского – Павлова по поводу лёссообразования в связи с делювиальным процессом.

Впервые он обратил внимание и на первостепенную негативную роль смыва почвы в сравнении с традиционной точкой зрения об оврагообразовании как о главном, наиболее опасном проявлении эрозионно-гидрологического процесса. Это существенно повлияло на представления о причинах падения плодородия почвы вследствие эрозии и в дальнейшем послужило базой для обоснования системы противоэрозионных мероприятий. А. С. Козменко принадлежит классификация оврагов по их местоположению, им предложена первая в стране классификация почв по степени их смытости.

Теория рельефообразования А.С. Козменко базируется на следующих основных положениях [5]:

1. В послетретичный период истории Земли на большой территории нашей страны холодные ледниковые эпохи чередовались с межледниковыми. Таяние ледников и снежных скоплений обуславливало прохождение больших масс талой воды и образование колоссальных размывов, перенос и переотложение грунта.

2. Смена климатических условий и режима стока определяла цикличное развитие эрозионно-аккумулятивных процессов в четвертичный период. Каждый цикл был похож на предыдущий по характеру эрозионных процессов, но на сформированных в предыдущих циклах формах рельефа создавались новые.

3. Процесс формирования гидрографической сети и склонов проходил при полном отсутствии растительности в районах оледенений, а после отступления ледника она медленно восстанавливалась на открытой территории.

4. Каждый эрозионный цикл проходил в 3 стадии (рисунок 1) [1]:

- стадия размыва-углубления и расширения гидрографической сети;
- стадия бокового смыва (удаления) породы, обусловившего образование склонов разной формы; эта стадия протекала одновременно с первой и после ее завершения;
- стадия формирования покровной породы путем смыва рыхлых грунтов с вышележащих склонов и отложения их на пологих склонах.

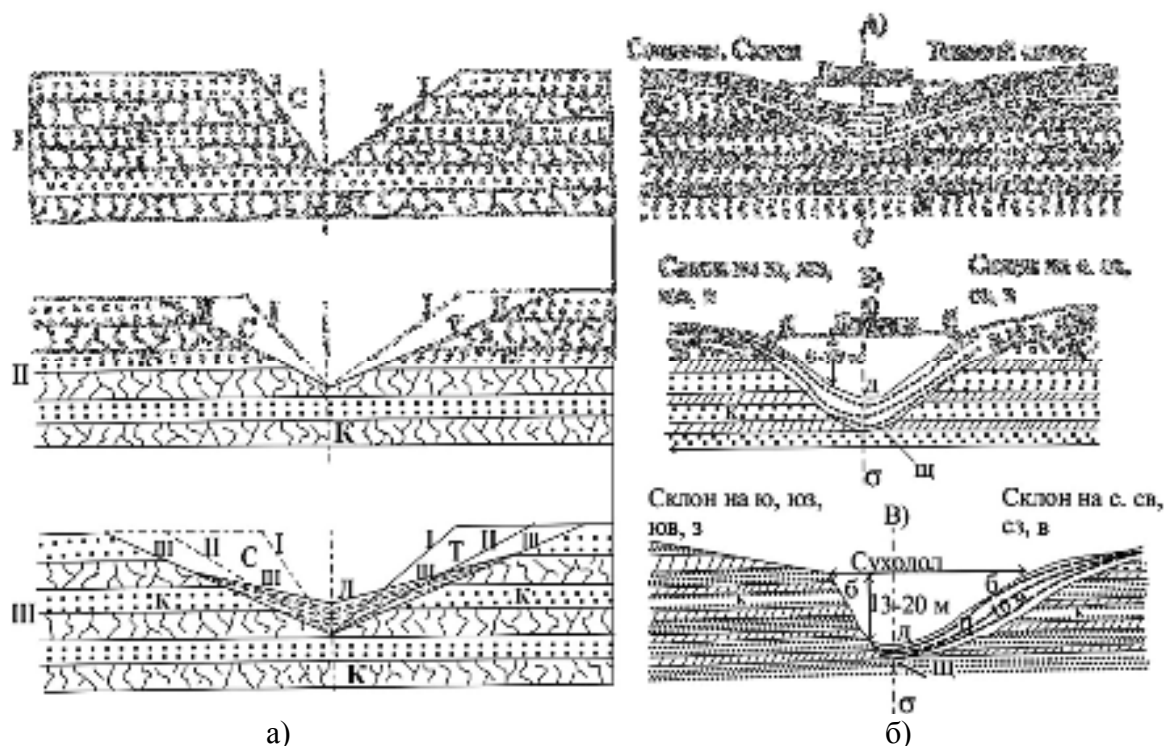


Рисунок 1 – Стадии эрозионного цикла: а – I, II, III – профили стадий и поперечный разрез звеньев суходольной гидрографической сети; б – ложбины (А), лощины (Б), суходолы (В) (по А. С. Козменко) [1]

Особенно важна для понимания генезиса рельефа и покровных отложений последняя стадия – формирование покровной породы. Она объясняет происхождение лёссов и объединяет эрозию и аккумуляцию в единый эрозионно-аккумулятивный процесс, интенсивность которого ослабевала с появлением и распространением растительности и усилением почвообразования. Этот процесс при образовании сомкнутой прочной дернины полностью прекращался.

А.С. Козменко считал [5], что за историю послетретичного периода было всего 3 цикла эрозии. Первый был самым грандиозным по формированию эрозионных форм. В его первых двух стадиях в основном образовался рельеф, а в третьей стадии в результате переотложения грунтовых масс сформировались красно-бурые лёссовидные суглинки и глины. Во втором цикле выросла в длину гидрографическая сеть и на размытой поверхности красно-бурых пород сформировался верхний ярус желтых или желто-бурых лёссов и лёссовидных суглинков. Третий цикл эрозии в основном проявился в размыве гидрографической сети и в смыве почв и покровной породы на склонах.

Теория А.С. Козменко позволила объяснить генезис формирования и последовательного прохождения стадий от ложбины к лощине, суходолу и речной долине (рисунок 1), т. е. он обосновал целостную генетическую взаимосвязь суходольной и речной гидрографической сети.

Теория рельефообразования А.С. Козменко является фундаментом современной противоэрозионной мелиорации. На основе суммы знаний, полученных во время работы в Тульской гидрологической экспедиции и особенно на Новосильской опытно-овражной станции, он пришел к важнейшим выводам о том, что оврагообразование – это значительно меньшее зло, чем плоскостной смыв почвы, поэтому надо бороться в первую очередь не с оврагами (их он называл следствием эрозионного процесса), а с интенсивным и разруши-

тельным эрозионно-гидрологическим процессом на всем водосборе путем регулирования стока комплексом противоэрозионных мероприятий: организационно-хозяйственных, лесомелиоративных, агротехнических, лугомелиоративных и гидротехнических [6, 7].

Организационно-хозяйственные мероприятия включают организацию территории, планирование севооборотов, размещение полей, лесополос, дорог, прудов и водохранилищ на местном стоке и другие мероприятия. При организации территории предусматривается типизация земель (выделение контуров по однородным агроэкологическим условиям) и определение характера их использования, а также применение на них соответствующих технологий, приемов и мероприятий. Критериями для выделения разных групп земель являются: характер гидрологических и эрозионных процессов, состояние почв, местонахождение в рельефе, доступность использования средств механизации и др. На основе данных критериев осуществляется дифференцирование территории по интенсивности проявления эрозионных процессов (в первую очередь смыва почв), плодородию почв, размещению сельскохозяйственных растений с учетом их требовательности к условиям местопроизрастания, технологиям их возделывания, составу почвозащитных мероприятий.

А.С. Козменко [7] разработал классификацию склоновых земель, по которой на территории водосбора (от водораздела до дна гидрографической сети) выделяются 3 земельных фонда:

1. Приводораздельный – ровные участки и пологие склоны, имеющие крутизну до 3° .
2. Присетевой – земли крутизной свыше 3° и примыкающие к гидрографической сети.
3. Гидрографический – берега, крутосклоны и днища лощин, суходолов (балок) и речных долин.

Верхняя приводораздельная часть склона является ареной формирования стока, который, поступая на нижерасположенные участки, производит на них сильный (иногда катастрофический) смыв. На приводораздельной части смыв небольшой, почва здесь несмытая или слабосмытая. Присетевые земли являются ареной смыва водой, поступающей сверху. Почвы здесь средне- и сильносмытые, малоплодородные и обладают низкой противоэрозионной устойчивостью. Земли гидрографической сети подвергаются сильному смыву и размыву (оврагообразованию). Использование этих земель, разработка структуры посевных площадей и системы севооборотов осуществляется исходя из социально-экономической целесообразности, агротехнических условий выделенных групп земель, адекватности их требовательности растений к условиям произрастания, их почвозащитной эффективности и др. [7]. На основании данных о требовательности растений к условиям произрастания и их почвозащитной эффективности, а также с учетом агроэкологических условий устанавливается характер использования земель.

Земли первого фонда предназначены для использования интенсивно в полевых севооборотах (тогда к ним относили севообороты с парами, зерновыми и пропашными культурами) с максимальным насыщением высокопродуктивными культурами. Земли второго фонда отводились под почвозащитные севообороты с высоким насыщением их многолетними травами и озимыми культурами. Земли третьего фонда использовались под улучшенные сенокосы, пастбища и лесные насаждения. Классификация А.С. Козменко не потеряла актуальности и сейчас, она является основой противоэрозионной мелиорации и современных систем земледелия. Она, конечно, в последующем совершенствовалась и уточнялась многими учеными. Г.П. Сурмач [9, 10] дифференцировал критерии определения границ фондов для серых лесных почв и черноземов, а также дополнительно к крутизне

предложил учитывать длину склона и смытость почвы. Приводораздельный фонд он предложил выделять на пологих склонах, имеющих крутизну до 2,5-3,5° на серых лесных почвах и до 3,5-4,0° на черноземах. При большей длине склона нижняя граница приводораздельного земельного фонда проводится в зоне с меньшей его крутизной, а при малой длине она опускается ниже по склону и проходит по более крутой его части или по бровке гидрографической сети (если присетевой фонд не выделяется). При этом принимается во внимание также степень смытости почв. В. И. Кирюшиным разработана методология построения модели систем земледелия [3, 4] на основе учета природно-экологических и социально-экономических условий. Им сформулировано определение адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

Имеются другие, более дробные классификации, которые насчитывают 9 и более категорий земель [8]. Они недостаточно научно обоснованы и трудно применимы в практике, поэтому не получили распространения.

Заключение. А.С. Козменко разработал и осуществил противоэрозионную организацию территории Новосильской опытной станции, испытал ряд эффективных противоэрозионных приемов, в т. ч. регулирование поверхностного стока простейшими гидротехническими сооружениями (водозадерживающие валы, горизонтальные и наклонные валы-террасы, так называемые валы Новосильской станции, распылители стока и др.), а также системы противоэрозионных ЗЛН, специальных почвозащитных севооборотов и т. п.

Таким образом, А.С. Козменко внес крупный вклад не только в эрозионную науку, но и в геоморфологию, гидрологию, почвоведение, агролесомелиорацию, земледелие и природообустройство. Он впервые создал оригинальную теорию рельефообразования и формирования покровных отложений, увязал образование лёссов с единым эрозионно-аккумулятивным процессом в послетретичное время, что было существенным шагом вперед, и разработал научные основы противоэрозионной мелиорации.

Библиографический список

1. Барабанов, А.Т. Эрозия почвы и меры борьбы с ней [Текст] / А. Т. Барабанов, Е.А. Гаршинев // Агролесомелиорация / Под ред. академиков РАСХН А. Л. Иванова и К. Н. Кулика. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 766 с.
2. Докучаев, В.В. Овраги, их происхождение и деятельность [Текст] / В.В. Докучаев // Избр. соч. – М., 1954. – С. 543-560.
3. Кирюшин, В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия [Текст] / В. И. Кирюшин. – Пушкино, 1993. – 64 с.
4. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия [Текст] / В. И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 366 с.
5. Козменко, А.С. Теоретические основы борьбы с эрозией почв [Текст] / А.С. Козменко // Эрозия почв. – М. - Л.: АН СССР, 1937. – С. 67-99.
6. Козменко, А.С. Работы Новосильской опытно-овражной станции по изучению приемов борьбы с эрозией [Текст] / А.С. Козменко // Эрозия почв. – М. - Л.: АН СССР, 1937. – С. 155-185.
7. Козменко А.С. Основы противоэрозионной мелиорации [Текст] / А.С. Козменко. – М., 1954; Борьба с эрозией почв. – М., 1954. – 424 с.
8. Соболев, С.С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия [Текст] / С.С. Соболев. – М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961. – 232 с.
9. Сурмач, Г.П. Пути борьбы с эрозией почв в СССР [Текст] / Г. П. Сурмач // Итоги работы института опытных станций и пунктов. – Т. 1. – Вып. 35. – Волгоград: Волгоградское книжное изд-во, 1961. – С. 45-66.
10. Сурмач, Г.П. Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия и противоэрозионные мероприятия [Текст] / Г. П. Сурмач. – Волгоград, 1992. – 174 с.
11. Труды экспедиции, снаряженной Лесным департаментом [Текст] / Под руководством проф. В. В. Докучаева // Сочинения. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1951. – С. 103-204.

Reference

1. Barabanov, A. T. Jeroziya pochvy i mery bor'by s nej [Tekst] / A. T. Barabanov, E. A. Garshinev // Agrolesomeliyatsiya / Pod red. akademikov RASXN A. L. Ivanova i K. N. Kulika. - Izd. 5-e, pererab. i dop. - Volgograd: VNIALMI, 2006. - 766 p.
2. Dokuchaev, V. V. Ovragi, ih proisxozhdenie i deyatel'nost' [Tekst] / V. V. Dokuchaev // Izbr. soch. - M., 1954. - P. 543-560.
3. Kiryushin, V. I. Koncepciya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya [Tekst] / V. I. Kiryushin. - Puschino, 1993. - 64 p.
4. Kiryushin, V. I. Jekologicheskie osnovy zemledeliya [Tekst] / V. I. Kiryushin. - M.: Kolos, 1996. - 366 p.
5. Kozmenko, A. S. Teoreticheskie osnovy bor'by s jeroziej pochv [Tekst] / A. S. Kozmenko // Jeroziya pochv. - M. - L.: AN SSSR, 1937. - P. 67-99.
6. Kozmenko, A. S. Raboty Novosil'skoj opytно-ovrazhnoj stancii po izucheniyu priemov bor'by s jeroziej [Tekst] / A. S. Kozmenko // Jeroziya pochv. - M. - L.: AN SSSR, 1937. - P. 155-185.
7. Kozmenko A. S. Osnovy protivojerozionnoj melioracii [Tekst] / A. S. Kozmenko. - M., 1954; Bor'ba s jeroziej pochv. - M., 1954. - 424 p.
8. Sobolev, S. S. Zashchita pochv ot jerozii i povyshenie ih plodorodiya [Tekst] / S. S. Sobolev. - M.: Izd-vo s. - h. literatury, zhurnalov i plakatov, 1961. - 232 p.
9. Surmach, G. P. Puti bor'by s jeroziej pochv v SSSR [Tekst] / G. P. Surmach // Itogi raboty instituta opytных stancij i punktov. - T. 1. - Vyp. 35. - Volgograd: Volgogradskoe knizhnoe izd-vo, 1961. - P. 45-66.
10. Surmach, G. P. Rel'efoobrazovanie, formirovanie lesostepi, sovremennaya jeroziya i protivojerozionnye meropriyatiya [Tekst] / G. P. Surmach. - Volgograd, 1992. - 174 p.
11. Trudy jekspedicii, snaryazhennoj Lesnym departamentom [Tekst] / Pod rukovod-stvom prof. V. V. Dokuchaeva // Sochineniya. - M. - L.: Izd. AN SSSR, 1951. - P. 103-204.

E-mail: kulikkn@yandex.ru

УДК 332.14:631.67

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

THE WATER USE EFFICIENCY IN IRRIGATED AGRICULTURE

Н.Н. Дубенок¹, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Д.А. Болотин^{1,2}, аспирант

А.А. Новиков², кандидат сельскохозяйственных наук

А.Г. Болотин², кандидат сельскохозяйственных наук

N.N. Dubenok¹, D.A. Bolotin^{1,2}, A.A. Novikov², A.G. Bolotin²

¹Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва

²Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
г. Волгоград

¹ Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow

² All-Russian scientific-research institute of irrigated agriculture, Volgograd

Рассмотрены вопросы, связанные с водообеспеченностью Российской Федерации. Оценена ситуация, сложившаяся в водохозяйственном комплексе страны, и особенности использования водных ресурсов в сельском хозяйстве. Предложены научно обоснованные мероприятия по повышению водообеспеченности засушливых территорий России и эффективности использования водных ресурсов в орошаемом земледелии. К ним, в первую очередь, относится сокращение потерь при транспортировке воды на орошение, обводнение и сельхозводоснабжение, оптимизация объемов орошения и повышение продуктивности орошаемого гектара, а также использование новых дождевальных машин и цифровых технологий по оптимизации водного режима почвы и управления орошением сельскохозяйственных культур.

The issues related to water supply of the Russian Federation are considered. The situation in the water sector of the country and especially the use of water resources in agriculture is estimated. The authors propose scientifically grounded measures to improve water supply in the arid territories of Russia and the efficiency of water resources use in irrigated agriculture. These include, first of all, reducing losses in water transportation for irrigation, irrigation and agricultural supply, optimization of irrigation volumes and increasing the productivity of the irrigated hectare, as well as the use of new sprinkler machines and digital technologies to optimize the water regime of the soil and irrigation management of agricultural crops.

Ключевые слова: сельское хозяйство, орошаемое земледелие, показатели водопользования, эффективность.

Key words: agriculture, irrigated agriculture, water use indicators, efficiency.

Введение. Одним из основополагающих факторов национального богатства страны являются водные ресурсы. Их наличие определяет социально-экономическую устойчивость, масштабы и направления развития, так как водные ресурсы используются в промышленности, энергетике, транспорте, сельскохозяйственном производстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Проблема нарастающего дефицита пресной воды благоприятного состава в настоящее время признана проблемой международного значения, затрагивающей все аспекты деятельности человеческого сообщества и оказывающей влияние на здоровье людей и социальные условия. Поэтому современное развитие цивилизации, сопровождающееся увеличением техногенной нагрузки на природные ландшафты, поверхностные и подземные воды, актуализирует разработку рационального и эффективного использования водных ресурсов в народном хозяйстве.

Материалы и методы. При проведении исследований фондовых материалов Министерств природных ресурсов и сельского хозяйства России по данному вопросу использовали системный анализ, методы вариационного исчисления, корреляционно-регрессионного анализов математического моделирования и теории подобия, а также общепринятые методики в орошаемом земледелии [1, 2, 5, 11-14].

Результаты и обсуждение. Занимая шестую часть всей суши, Российская Федерация имеет 60 тыс. км морского побережья, принадлежащих бассейнам Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов, отличается обилием природных вод, хорошо развитой речной сетью и системой озер. На территории России насчитывается свыше 2,5 млн больших и малых рек, более 2 млн озер, сотни тысяч болот и других объектов водного фонда.

Среднее многолетнее значение возобновляемого речного стока на территории России находится на уровне порядка 4,2-4,3 тыс. км³ в год (10 % мирового речного стока, второе место в мире после Бразилии). В расчете на душу населения в нашей стране приходится около 30 тыс. м³ речного стока в год. Общий объем статических водных ресурсов России оценивается приблизительно в 88,9 тыс. км³ пресной воды, из них значительная часть сосредоточена в подземных водах, озерах и ледниках. По этим показателям Россия стабильно входит в группу стран мира, наиболее обеспеченных водными ресурсами.

Располагая столь значительными водными ресурсами и используя ежегодно в среднем не более 2 % речного стока, Россия в целом ряде регионов испытывает дефицит воды. И главная причина этого – крайне неравномерное распределение водных ресурсов по территории страны, которое не согласуется с потребностями в них, очень большой их временной изменчивостью, особенно в южных районах.

Очень хорошо обеспечены водными ресурсами Дальневосточный и Сибирский ФО, менее – Уральский и Северо-Западный; ограниченные водные ресурсы имеют наиболее густонаселенные округа – Южный, Центральный, Крымский и Северо-Кавказский. Различия по субъектам РФ в водных ресурсах еще более велики. Наибольшие суммарные водные ресурсы имеют Красноярский край и Республика Саха (Якутия)

(соответственно 930 и 959 км³/год), наименьшие (0,8...2,7 км³/год) – республики Крым, Калмыкия, Ингушетия, Белгородская область. Около 15 субъектов РФ имеют водные ресурсы менее 10 км³/год [3].

Одним из природных факторов, вызывающих возникновение водных проблем, является неравномерное распределение стока по территории: 84 % ресурсов поверхностных вод приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов, и лишь 16 % ресурсов поверхностных вод (750 км³) приходится на южные и юго-западные районы, где сосредоточено 75 % населения и 80 % промышленного и сельскохозяйственного производства.

Другой фактор – неравномерное распределение стока по годам и сезонам. Так, на большинстве рек свыше 2/3 стока проходит за 2...3 месяца весеннего половодья. Значительные колебания речного стока от года к году особенно сильно сказываются в засушливых районах страны, где сток рек в маловодные годы может составлять всего 3...4 % от стока в средний по водности год. Кроме того, как многоводные, так и маловодные годы имеют тенденцию повторяться несколько лет подряд. И если многоводные годы обычно бывают в течение 2...3 лет, то маловодные следуют друг за другом в течение 6...7 лет, а в отдельных случаях – до 15...20 лет.

По данным Министерства природных ресурсов в Российской Федерации, на промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные и коммунальные нужды ежегодно, начиная с 80-го года прошлого столетия и по настоящее время, используется 229,0...207,4 км³ воды. Основную часть ее – 133...142 км³ или 58,1...68,6 % общего годового расхода – составляют воды оборотного и повторного использования. Из природных источников общий забор воды, начиная с 2000 г., составляет 85,9...68,6 км³/год, а для использования свежей воды в народном хозяйстве – 75,9...60,8 км³, в том числе из поверхностных источников 65,7...51,9, а из подземных – 10,2...7,65 км³ (таблица 1).

Таблица 1 – Основные показатели водопользования в Российской Федерации, км³

Показатель	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Забор воды (вкл. морскую) из природных источников	85,9	79,5	79,0	72,1	69,9	70,8	68,6
в т.ч. водозабор для использования	75,9	69,3	69,7	63,9	61,0	63,2	60,8
- из поверхностных источников	65,7	60,2	61,7	56,1	53,35	54,5	51,9
- из подземных источников	10,2	9,1	8,0	7,8	7,65	8,7	8,9
Объем забора воды на нужды АПК	25,0	18,5	17,3	16,9	16,9	16,8	15,8
- в % к водозабору из природных источников	29	23	22	23	24	24	23
Использовано свежей воды, всего, в т.ч. на нужды:	66,9	61,3	59,5	56,9	53,6	56,0	54,6
- хозяйственно-питьевые	13,6	12,3	9,6	9,0	8,7	8,5	8,2
- производственные	38,8	36,5	36,4	33,9	31,5	32,4	31,4
- для орошения, обводнения пастбищ и сельхозводоснабжения:	12,6	10,4	8,3	7,8	7,0	7,6	7,2
- % от использования на все нужды	18,8	17,0	13,9	13,7	13,1	13,6	13,2
Потери при транспортировке, общие	8,5	8,0	7,7	7,5	7,0	7,7	6,8
- в т.ч. АПК	5,1	4,8	4,3	4,4	4,1	4,7	3,94
- в % к общим потерям	60	60	56	58	59	61	58

Общие потери забранной воды при транспортировке ее до потребителей достигают 6,8...8,5 км³ или 11,2...13,3 % от водозабора для использования.

На территории Волгоградской области объем забора свежей воды в течение 2013-2016 гг. изменялся в пределах 932,8...10 961 млн м³, в том числе объем забранной воды из поверхностных водных объектов составлял 891,8...1052,1, а из подземных – 41,0...45,4 млн м³ [4]. Объем оборотной и повторно-последовательно используемой воды в эти по области изменялся в пределах 1340,1...1433,5 млн м³. В народном хозяйстве области в эти годы было использовано 519,9...592,9 млн м³ свежей воды или 56,4...58,7 % от забранного объема (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели водопользования на территории
Волгоградской области, млн м³

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Объем воды, забранной из водных объектов, в том числе из:	1059,0	1036,8	1096,1	932,8
- поверхностных	1014,2	991,4	1052,1	891,8
- подземных	44,8	45,4	44,0	41,0
Объем оборотной и повторно-последовательно используемой воды	1417,9	1433,5	1376,7	1340,1
Использовано пресной воды, всего:	582,6	581,6	592,9	519,9
- на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды	213,9	215,7	207,9	188,2
- на орошение, обводнение и сельхозводоснабжение	224,3	228,1	237,2	218,6
Общие потери забранной воды при транспортировке	476,4	455,2	503,2	412,9

Сельское хозяйство Российской Федерации является одним из потребителей водных ресурсов страны. В третьем тысячелетии на нужды АПК забирается 15...20 км³ воды или почти четверть (22...25 %) от общего водозабора из природных источников. Однако это в 2,0...2,6 раза меньше, чем в 80-е и 90-е годы прошлого столетия, когда объем водозабора для нужд АПК достигал 35,5...41,1 км³ или 31...37 % суммарного водозабора [9].

Для орошения сельскохозяйственных культур, обводнения пастбищ и сельхозводоснабжения по Российской Федерации используется 12,6...7,0 км³, что составляет 13...18 % от водозабора, а по Волгоградской области соответственно 218,6...237,2 млн м³ или 21,2...23,4 %. Потери воды при транспортировке в сельском хозяйстве России как в прошлом, так и в настоящее время очень существенны и составляют 4...5 км³ или 56...61 % от общих потерь воды. Поэтому в орошаемом земледелии возникает необходимость минимизации расходования водных ресурсов путем повышения коэффициента полезного действия (КПД) оросительных систем и систем водоснабжения от 0,5...0,8 до 0,9...0,95, что позволит сократить потери воды в сельском хозяйстве в 2,5...3,0 раза. Так, на 13 государственных оросительных и оросительно-обводнительных системах Волгоградской области повышение среднего по системам КПД от 0,64 до 0,90 позволит сократить потери воды с 133,4 до 26,4 млн м³. И это без учета ежегодной подачи воды в Республику Калмыкия 150...400 млн м³.

Другим, не менее важным приемом экономии водных ресурсов является оптимизация параметров оросительных систем (площадь орошения). Всероссийским НИИ орошаемого земледелия впервые на основании теории подобия разработана методика насыщения агроландшафтов орошаемыми землями и проведено научное обоснование развития и размещения оросительных мелиораций по природным зонам РФ (таблица 3).

Таблица 3 – Площадь орошаемых земель под устойчивое развитие
сельского хозяйства России, млн га

Регион	Всего при- годных для орошения земель	Обеспечено вод- ными ресурсами поверхностного стока	Необходимо для устойчиво- го развития ($0,1 < C_v < 0,2$)	
			Всего	Обеспечено вод- ными ресурсами
Российская Федерация	71,5	17,58	11,98	10,13
Северо-Кавказский	15,3	2,03	1,78	1,78
Поволжский	21,7	3,15	3,96	3,15
Уральский	12,1	1,56	1,92	1,56
Западно-Сибирский	8,4	5,32	2,24	2,24
Восточно-Сибирский	5,0	4,94	0,82	0,82
Центрально-Черноземный	6,8	0,58	1,26	0,58

По данной методике разработаны концепции развития мелиорации сельскохозяйственных земель для ряда регионов и Российской Федерации в целом [6, 10]. В соответствии с концепцией для Волгоградской области, при продуктивности поливного гектара 7 тыс. кормовых единиц необходимая площадь орошаемых земель для достаточного производства сельскохозяйственной продукции составляет 650 тыс. га, а повышение продуктивности до 10-11 тыс. к. ед./га, что вполне реально, производство вышеприведенных объемов продукции будет обеспечиваться наличием 400-450 тыс. гектар орошаемых земель. При этом решается проблема создания устойчивой кормовой базы для животноводства и стабильного производства 5,5...6,0 млн тонн зерна (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели объема получаемой с орошаемых земель продукции в зависи-
мости от площади орошения и продуктивности поливного гектара, тыс. т

Вариант по площади орошаемых земель	Площадь орошения, тыс. га	Уровень продуктивности, тыс. ед. с 1 га		
		5,0	7,0	10,0
Имевшихся в 1990 г.	350	1750/564	2450/790	3500/1130
Расчетная	500	2500/806	3500/1129	5000/1610
>>	650	3250/1048	4550/1468	6500/2100
>>	800	4000/1290	5600/1806	8000/2580

Примечание: В числителе объем всей продукции, тыс. т. корм. ед., в знаменателе – в том числе зерна, тыс. т.

В институте разработаны параметры оптимизации водного режима почв и оросительные нормы, обеспечивающие получение 10-12 т/га зерна кукурузы, 100 т/га зеленой массы люцерны, кукурузы, суданской травы, 60 т/га зерна кукурузы бобово-злаковых смесей, 40 т/га клубней картофеля, до 150 т/га корнеплодов кормовой свеклы и других [8].

Оптимизация подачи воды на поля связана с нормированием поливных и оросительных норм, численные значения которых должны быть строго согласованы с уровнями планируемой урожайности, метеорологическими условиями, водно-физическими свойствами почвы, технологией орошения. По данным ВНИИОЗ, оросительные нормы для степной зоны черноземных и полупустынной подзоны светло-каштановых почв в Волгоградской области при продуктивности в шести- и семипольных севооборотах порядка 7,0...7,5 тыс. корм. ед. с 1 га составляют 1650...2100 и 2700...3000 м³/га, а при продуктивности 10...11 тыс. корм. ед. они повышаются до 2700...3000 и 3400...3500 м³/га соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Осредненные оросительные нормы для севооборотов с различными уровнями продуктивности в зависимости от природных условий

Фактор	Степная зона черноземных почв	Сухостепная зона		Полупустынная зона светло-каштановых почв
		темно-каштановых почв	каштановых почв	
Среднегодовая температура воздуха, °С	5,0...6,0	5,5...6,5	6,0...7,0	6,5...7,0
Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°С	2700...3000	2800...3100	3000...3200	3250...3400
Продолжительность безморозного периода, сут	160...163	163...170	165...173	168...178
Сумма осадков, мм: - годовая - за период IV-X	350...450 250...270	300...400 200...260	275...180 350...240	250...330 175...200
Оросительная норма при продуктивности, тыс. корм. ед.: - 7...7,5 - 10...11	1650 2700	2100 3000	2750 3400	3000 3500

В соответствии с этим повышение продуктивности орошаемого гектара с 7,0 до 10,0 тыс. корм. ед. при одновременном уменьшении площади орошаемых земель от 650 до 400 тыс. га, необходимых для производства заданного объема продукции, обеспечит экономии водных ресурсов в полупустынной зоне в пределах 500-550 млн м³.

Высокий водосберегающий эффект ожидается от применения новых дождевальных машин: Ахтуба, Казанка, Харвест, а также Кубань – ЛК, Кубань – ЛШ, Ладога и других, которые прошли на полях ФГУП «Орошаемое» ВНИИОЗа опытно-производственную проверку и государственные испытания на предмет их сертификации (таблица 6).

Таблица 6 – Техничко-эксплуатационные характеристики новых дождевальных машин

Марка дождевальной машины	Расход воды, л/с	Давление, МПа	Средняя характеристика дождя		Обслуживаемая площадь, га
			Диаметр кап-пель, мм	Интенсивность, мм/мин	
Ахтуба	75	0,35	1,0	0,37	75...80
Ладога	60	0,42	1,0	0,65	70...80
Кубань – ЛШ	30	0,28	1,0	0,50	30...40
Кубань – ФШ	25	0,35	1,0	0,54	11...24
Фрегат - ФШ	25	0,58	1,5	0,33	12...27

Особого внимания заслуживают автоматизированные системы капельного орошения, обеспечивающие высокий водосберегающий эффект, в первую очередь, в применении к возделыванию овощных культур и картофеля, плодовых насаждений и виноградников. Например, доля площади под капельным орошением в Волгоградской области возросла и составляет около 35 % всех орошаемых земель, что обеспечивает экономии оросительной воды до 7,0-8,4 млн м³ и более [7].

Разработанная во ВНИИОЗ цифровая информационная технология оптимизации водного режима почвы и управления орошением сельскохозяйственных культур под планируемую урожайность при различных способах полива (свидетельство на программу № 2008613351) обеспечивает повышение производительности труда и экономии водных ресурсов до 10-15 %.

Заключение. Разработанные научно обоснованные технологии орошения сельскохозяйственных культур обеспечат повышение урожайности при меньших затратах поливной воды. Освоение их на вновь строящихся или реконструируемых оросительных системах решит задачу повышения экономической эффективности и существенно уменьшит деструктивное воздействие на почву и окружающую среду в целом.

Библиографический список

1. Антонов, А.В. Системный анализ [Текст]/ А.В. Антонов. – М.: Высшая школа, 2008. – 456 с.
2. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных [Текст]/ Г.В. Веденяпин. – Изд. 3-е, доп. – М.: «Колос», 1973. – 199 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2015 году» [Текст]. – М.: Министерство природных ресурсов, 2016. – 268 с.
4. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2017 году» [Текст] / Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. – Волгоград: «ТЕМПORA», 2018. – 300 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
6. Дубенок, Н.Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель в Российской Федерации [Текст]/ Н.Н. Дубенок // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – №2. – С. 27-32.
7. Дубенок, Н.Н. Продуктивность различных сортов картофеля при капельном орошении в Нижнем Поволжье [Текст]/ Н.Н. Дубенок, Д.А. Болотин, А.Г. Болотин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №2. – С. 28-37.
8. Иванов, А.Л. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года [Текст]/ А.Л. Иванов [и др.]. – Волгоград: Волгоградской ГСХА, 2009. – 304 с.
9. Кизяев, Б.М. Водопользование и водоучет на водохозяйственных и мелиоративных системах агропромышленного комплекса страны [Текст]/ Б.М. Кизяев, А.Е. Погодаев, Е.Г. Филиппов. – М.: ВНИИА. – 132 с.
10. Концепция мелиораций сельскохозяйственных земель в России [Текст] /Под общей редакцией академиков РАСХН А.В. Гордеева и Г.А. Романенко / МГУП. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2006. – 42 с.
11. Костяков, А.Н. Основы мелиорации [Текст] / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз. – 1960. – 621 с.
12. Крицкий, С.Н. Гидрологические основы управления речным стоком [Текст]/ С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель. – М.: Наука, 1981. – 250 с.
13. Методика полевого опыта в условиях орошения [Текст]. – Волгоград: ВНИИОЗ. – 1983. – 149 с.
14. Сердюцкая, Л.Ф. Системный анализ и математическое моделирование экологических процессов [Текст]/ Л.Ф. Сердюцкая. – М.: Либроком, 2009. – 144 с.

Reference

1. Antonov, A. V. Sistemnyj analiz [Tekst]/ A. V. Antonov. - M.: Vysshaya shkola, 2008. - 456 p.
2. Vedenyapin, G. V. Obschaya metodika jeksperimental'nogo issledovaniya i obrabotki opytnyh dannyh [Tekst]/ G. V. Vedenyapin. - Izd. 3-e, dop. - M.: "Kolos", 1973. - 199 p.
3. Gosudarstvennyj doklad "O sostoyanii i ispol'zovanii vodnyh resursov Ros-sijskoj Federacii v 2015 godu" [Tekst]. - M.: Ministerstvo prirodnyh resursov, 2016. - 268 p.

4. Doklad "O sostoyanii okruzhayushej sredy Volgogradskoj oblasti v 2017 godu" [Tekst] / Komitet prirodnih resursov, lesnogo hozyajstva i jekologii Volgogradskoj oblasti. - Volgograd: «TEMPORA», 2018. - 300 p.
5. Dosphehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B. A. Dosphehov. - M.: Kolos, 1985. - 351 s.
6. Dubenok, N. N. Sostoyanie i perspektivy razvitiya melioracii zemel' v Rossijskoj Federacii [Tekst] / N. N. Dubenok // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2017. - №2. - P. 27-32.
7. Dubenok, N. N. Produktivnost' razlichnyh sortov kartofelya pri kapel'nom oroshenii v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] / N. N. Dubenok, D. A. Bolotin, A. G. Bolotin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - №2. - P. 28-37.
8. Ivanov, A. L. Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya Volgogradskoj oblasti na period do 2015 goda [Tekst] / A. L. Ivanov [i dr.]. - Volgograd: Volgogradskoj GSXA, 2009. - 304 p.
9. Kizyaev, B. M. Vodopol'zovanie i vodouchet na vodohozyajstvennyh i meliorativnyh sistemah agropromyshlennogo kompleksa strany [Tekst] / B. M. Kizyaev, A. E. Pogodaev, E. G. Filipov. - M.: VNIIA. - 132 p.
10. koncepciya melioracij sel'skohozyajstvennyh zemel' v Rossii [Tekst] / Pod obschej redakciej akademikov RASXN A. V. Gordeeva i G. A. Romanenko / MGUP. - M.: FGNU CNTI "Meliovodinform", 2006. - 42 p.
11. Kostyakov, A. N. Osnovy melioracii [Tekst] / A. N. Kostyakov. - M.: Sel'hozgis. - 1960. - 621 p.
12. Krickij, S. N. Gidrologicheskie osnovy upravleniya rechnym stokom [Tekst] / S. N. Krickij, M. F. Menkel'. - M.: Nauka, 1981. - 250 p.
13. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya [Tekst]. - Volgograd: VNIIOZ. - 1983. - 149 p.
14. Serdyuckaya, L. F. Sistemnyj analiz i matematicheskoe modelirovanie jekologicheskikh processov [Tekst] / L. F. Serdyuckaya. - M.: Librokom, 2009. - 144 p.

E-mail: vniioz2009@rambler.ru

УДК 630.181.351: 574.45:574.42

ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ КУСТАРНИКОВЫХ ПАСТБИЩ С УЧАСТИЕМ *CHAMAECYTISUS BORYSTHENICUS* В АРИДНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

THE PRODUCTIVITY AND BIODIVERSITY OF SHRUB PASTURES WITH THE PARTICIPATION OF *CHAMAECYTISUS BORYSTHENICUS* IN ARID AGROLANDSCAPES

В.П. Воронина, доктор сельскохозяйственных наук

М.В. Шубнова, аспирант

V.P. Voronina, M.V. Subnova

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Дается комплексная оценка *Chamaecytisus borysthenicus*, произрастающего на песчаных почвах, сформировавшихся на 3-й надпойменной террасе р. Волга, урочище Лысая гора (кустарниковое пастбище – 48°64' с.ш., 44°40' в.д.; лесопастбище – 48°64' с.ш., 44°38' в.д.). *Chamaecytisus borysthenicus* является эдификатором кустарниковых сообществ. Его фитомасса в составе фитоценозов достигает 50-60 %, составляя 150-190 г/м². Это длительноvegetирующий вид с продолжительностью вегетации около 200 дней. При среднесуточной температуре воздуха 6,9-9,2 °С отмечается набухание и распускание почек. Массовое цветение происходит в мае при 16,3-20,8 °С. К концу вегетации кустарник вырастает до 60-65 см на лесопастбище и 15-40 см на пастбище. Он образует 22-25 скелетных ветвей, половина из которых цветет и плодоносит. На генеративных побегах формируется 17-26 шт. цветов. Процент завязываемости семян

35-54 %, что характерно для аридных кустарников. *Chamaecytisus borysthenticus* формирует корневые системы универсального типа до 1,5 м глубиной, с 3-4 порядками ветвления в слое 10-30 см и 40-60 см, с протяженностью корней с $d > 1$ мм – 700-1322 см. Анализ фитоценотической структуры раkitниково-разнотравной ассоциации в микроландшафтном профиле показал, что на пастбище раkitник образует компактные микрофитоценозы с участием *Artemisia marschalliana*, на лесопастбище отмечается более равномерный по плотности растительный покров. Продуктивность раkitниково-разнотравной ассоциации на период массового развития травостоя на лесопастбище составляет 32-35 ц/га, на пастбище – 13-15 ц/га. Основными массообразующими видами являются: *Chamaecytisus borysthenticus*, *Artemisia marschalliana*, *Agropyron fragile*, *Secale sylvestre*, *Kochia densiflora*, *Astragalus. longipetalus*, *Anisantha tectorum*, *Helichrysum arenarium*, *Festuca rupicola*, *Ranunculus arvensis*.

The complex evaluation of *Chamaecytisus borysthenticus* is carried out, which grows on sandy soils formed on the 3rd terrace above the flood plain of the Volga River. The natural boundary is Lysaya Gora (shrub pasture -48064 'N, 44040' E; forested area - 48064 's 44038 'E). *Chamaecytisus borysthenticus* is the edifier of shrub communities. Its phytomass in the composition of phytocenoses reaches 50-60%, making up 150-190 g / m². This is a long-lasting species with a vegetation duration of about 200 days. At an average daily air temperature of 6.9-9.2 ° C, swelling and budding of the kidneys is noted. Mass flowering occurs in May at 16.3-20.8 ° C. By the end of vegetation, the shrub grows to 60-65 cm in the forest pasture and 15-40 cm in the pasture. It forms 22-25 skeletal branches, half of which blossoms and fructifies. Generative shoots form 17-26 pcs. colors. The percentage of seed tying is 35-54%, which is typical for arid shrubs. *Chamaecytisus borysthenticus* forms root systems of universal type up to 1.5 m deep, with 3-4 orders of branching in the layer of 10-30 cm and 40-60 cm, with a length of roots with $d > 1$ mm - 700-1322 cm. Analysis of the phytocenotic structure of Rakitnikovo -assorted association in the microlandscape profile showed that in the pasture the broom creates compact microphytocenoses with the participation of *Artemisia marschalliana*, a more uniform vegetation cover is observed on the forest pasture. The productivity of the broom-herbage association for the period of mass development of the grass stand in the forest pasture is 32-35 centner / ha, in the pasture - 13-15 centner /ha. The main mass-forming species are: *Chamaecytisus borysthenticus*, *Artemisia marschalliana*, *Agropyron fragile*, *Secale sylvestre*, *Kochia densiflora*, *Astragalus. longipetalus*, *Anisantha tectorum*, *Helichrysum arenarium*, *Festuca rupicola*, *Ranunculus arvensis*.

Ключевые слова: биологическая продуктивность растений, надземная и подземная фитомасса, *Chamaecytisus borysthenticus*, аридные агроландшафты, пастбищные экосистемы.

Key words: biological productivity of plants, above-ground and underground phytomass, *Chamaecytisus borysthenticus*, arid agrolandscapes, pasture ecosystems.

Введение. Кустарниковые и полукустарниковые фитоценозы достаточно широко распространены на аридных пастбищах Центральной Азии, Казахстана, в Северо-Западном Прикаспии России [8, 12]. Они формируют зональные биомы, где доминантами растительного покрова являются полыни, джужгуны, саксаул, солянки и др., которые адаптированы к аридному климату, образуют высокопродуктивные растительные сообщества. Научный интерес к изучению уникального псаммофитного кустарника раkitника днепровского (*Chamaecytisus borysthenticus* (Gruner) Klasreva) обусловлен его биоэкологическим потенциалом, позволяющим формировать устойчивые растительные группировки на песчаных почвах, бедных питательными веществами, образовывать фитогенное поле, где произрастают растения, более требовательные к плодородию почвы.

Анализ литературных данных показал, что имеется положительный опыт использования раkitника русского (*Chamaecytisus ruthenicus*) в культурах сосны Марийского Заволжья [7], на золотоотвалах Среднего Урала [10], особенности экологии и онтогенеза изучались в Республике Марий Эл и лесостепных сообществах в Пензенской

области [3, 6, 7], а по ракитнику днепровскому встречаются только геоботанические описания мест сбора гербарных образцов [1, 4, 5, 15, 16]. Поэтому для сохранения природных популяций ракитника днепровского и выявления перспектив его использования для фитомелиорации нами была поставлена цель – изучить фитоценотические и продукционные особенности на песчаных почвах.

Материалы и методы. Объектом исследований являлись кустарниковые пастбища, где эдификатором растительных сообществ являлся ракитник днепровский, произрастающий на дефлированных песчаных почвах 3-й надпойменной террасы р. Волга, урочище Лысая гора (кустарниковое пастбище – 48°64' с.ш., 44°40' в.д.; лесопастбище – 48°64' с.ш., 44°38' в.д.). Анализ местообитания перспективных фитомелиорантов, видовой состав растительных ассоциаций изучался при геоботанических обследованиях по общепринятым методикам [8]. Фитомасса определялась методом учетных площадок (1 м² в 3-х кратной повторности) на пастбище и лесопастбище в период максимального развития травостоя. Продуктивность фитоценоза оценивалась с учетом видовой структуры и поедаемости в воздушно-сухом состоянии. Биоэкологические особенности ракитника оценивались в течение вегетации с учетом ростовых и генеративных параметров, ценотической специфики. Сезонное развитие полукустарников и кустарников – ракитника днепровского, полыни Черняевой и др. изучалось методом фенологических наблюдений по Н.Т. Нечаевой [8]. Биометрические показатели ракитника днепровского изучались по следующим показателям: высота растения, см; средний прирост, см; длина плодоносящего побега, см; количество цветков на побеге, количество скелетных ветвей, в том числе плодоносящих; количество бобов – шт./10 см, % завязываемости. Корневые системы изучались траншейно-скелетным методом. Виды уточнялись по коллекционным фондам ГБС РАН и депозитарию живых систем [4] и С.К. Черепанову [14].

Результаты и обсуждение. На территории СНГ произрастает около 40-50 видов ракитников [1]. Большинство ракитников предпочитает песчаные земли, перспективны для улучшения и восстановления почвенно-растительного покрова, пригодны для озеленительных насаждений.

Алексеев Ю.Е. и др. [1] считают, что ракитник русский *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova очень изменчивый вид, а описанные виды *Ch. caucasicus* (Grossh.) Holub. (P. Кавказский), - P. Цингера - *Ch. zingeri* (Nenuk. ex Litv.) Klaskova, P. днепровский - *H. borysthenicus* (Grun.) Klaskova. являются его биоморфами, отличающимися степенью опушенности и местопроизрастанием.

Авторы [1, 12, 13, 15, 16] указывают, что в естественных популяциях *Chamaecytisus borysthenicus* – это кустарник 70-120 см высотой. Молодые ветви покрыты густым серебристым опушением. Листья тройчатые, 2,5-3,5 см длиной, до 0,6 см шириной, удлинненно-обратно-ланцетные или обратно-ланцетно-линейные. Цветки по 1-2 шт. в пазухах листьев, собраны в колосовидные соцветия. Венчик желтый, 2,3-3,0 см длиной. Бобы линейные по форме, 2-2,5 см длиной, густо покрыты прижатым опушением.

Изучение растительных сообществ, где произрастает *Chamaecytisus borysthenicus* (Gruner) Klasreva, было начато в 2010 году на песчаных почвах аллювиального происхождения [2]. В пригороде г. Волгограда на песчаном массиве (ур. «Лысая гора») естественно сформировался фитоценоз из пионерных группировок растений, способных выживать в крайне олиготрофных условиях. Этот объект представляет научный интерес, так как среди выявленных растений имеется редкий вид кустарника из семейства бобовых – ракитник днепровский (*Chamaecytisus borysthenicus* (Gruner) Klasreva), который способен закреплять пески, фиксировать атмосферный азот и повышать плодородие почвы.

Его вегетация начинается в середине апреля. Очень стремительно фиксируется набухание и распускание почек (рисунок 1), где располагаются листья и генеративные органы. Для этого требуется среднесуточная температура воздуха 6,9-9,2 °С. Через 2-2,5 недели наступает бутонизация, которая отмечается в конце апреля – начале мая. Температура воздуха к этому времени составляет 15,9-18,6 °С, а относительная влажность воздуха – 48-64 %. Массовое цветение отмечается в течение 3-х недель в мае при температуре 16,3-20,8 °С и относительной влажности воздуха 45-76 %.

Ракитник в естественных популяциях имеет продолжительный период роста – 200 дней. Особи достигают высоты 50-80 см, в основном за счет майского прироста около 20-30 см. При этом у особей ракитника продолжают активно формироваться новые побеги из базальной части на уровне корневой шейки, которая часто засыпается песком (рисунок 1). Молодые ветви, листья, генеративные органы покрыты густым серебристым опушением, которое с возрастом утрачивается.



Рисунок 1 – Особенности развития *Chamaecytisus borysthenticus*:

а - формирование новых (показано стрелкой) побегов от корневой шейки засыпанной песком; **б** – образование листьев и бутонов; **с** - цветущий побег

Наблюдения за динамикой роста позволяют отметить, что рост растений приближается к сигмоидной кривой с минимальным приростом в середине вегетации при наступлении очень жаркой погоды (среднесуточная температура 25-26 °С). Рост и развитие растений не прекращается и в жаркие летние месяцы, что является отличительной особенностью засухоустойчивых ксерофитных видов, имеющих длительный период вегетации. Растения в течение всего вегетационного сезона находятся в зеленом, облиственном состоянии, так как у ракитника формируется мощная корневая система.

Корни поверхностные, широкораспростерты, с отдельными глубокопроникающими скелетными корнями до 3 метров, благодаря которым он скрепляет почву. Vegetация кустарника заканчивается с наступлением отрицательных температур.

Экологическая устойчивость растительных сообществ в Ур. Лысая гора (на пастбище и лесопастбище) обусловлена структурой фитоценозов, где доминируют ракичник днепровский, полынь Черняева (*Artemisia marschalliana* Spreng.), цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench). Продуктивность надземной фитомассы в середине лета на лесопастбище составляет около 32-35 ц/га, на пастбище – 13-15 ц/га.

Для выявления фитоценологических и биоэкологических особенностей растительного сообщества в условиях опустынивания были заложены микроландшафтные профили протяженностью по 40 м (рисунок 2), где учитывались видовой состав, высота, плотность (шт./пог. м) растений.

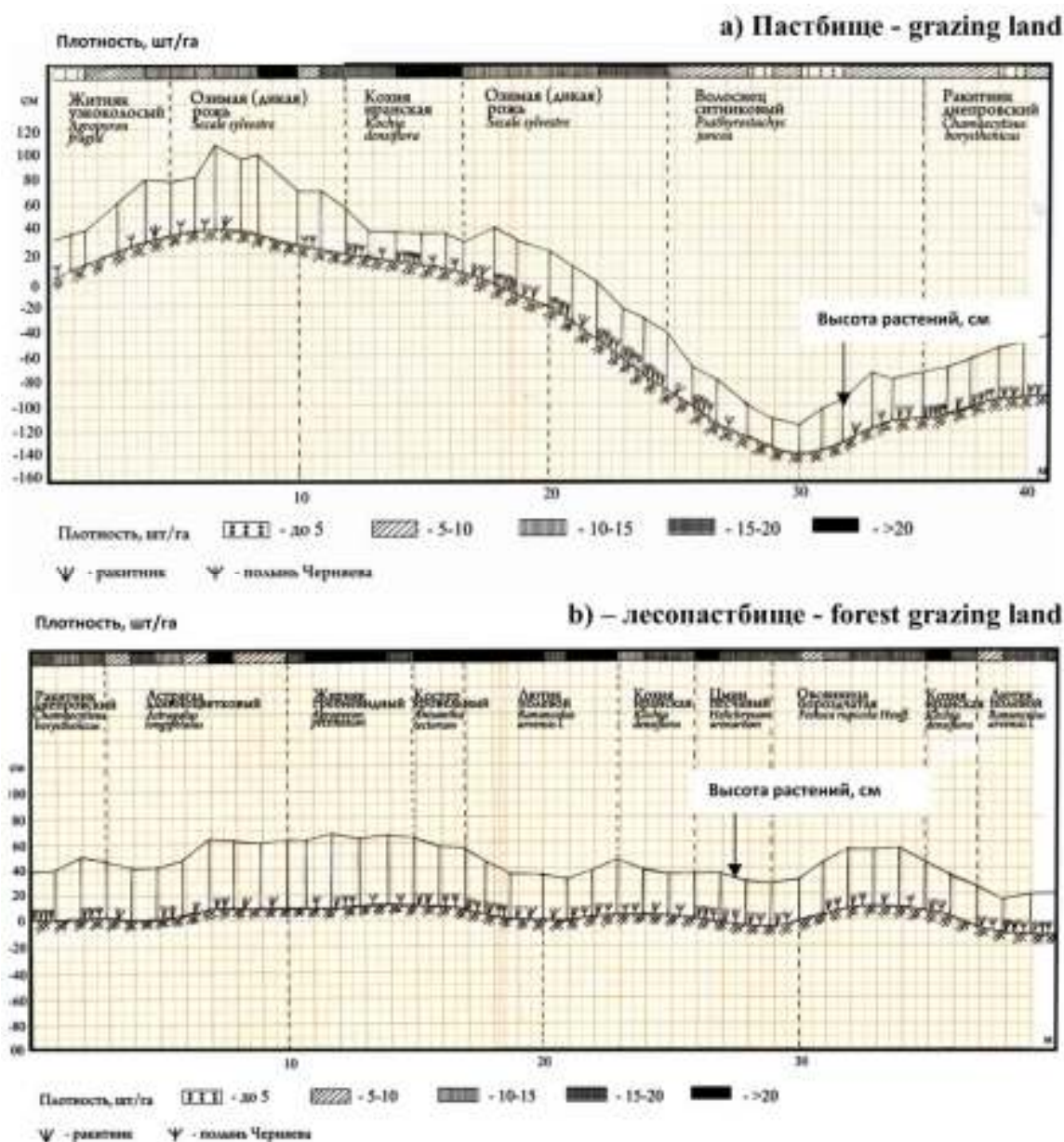


Рисунок 2 – Микроландшафтный профиль фитоценологической структуры ракичково-разнотравной ассоциации

Пастбищный профиль. На первых 10 м преобладает житняк узкоколосьный (*Agropyron fragile* (Roth) P. Candargy) высотой 30-80 см, плотностью 5-10 шт./пог. м. Затем его сменяет дикая рожь (*Secale sylvestre* Host.), высота которой 70-105 см, с плотностью 10-15 шт./пог. м и более 20 шт./пог. м. На 20-м преобладает кохия иранская (*Kochia densiflora* (Moq.) Aell.), высотой 10-20 см, плотностью 20 шт./пог. м. Кохию сменяет дикая рожь, которая доминирует до 26 м. Ее высота составляет 20-30 см, плотностью 10-15 шт./пог. м. С 26 м до 34 м преобладает волоснец ситниковый (*Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski), высотой 10-20 см, с очень низкой плотностью 5-10, шт./пог. м, а иногда до 5 шт./пог. м. Это связано с развитием язвы дефляции почвы. На 34-40 метре преобладает ракитник днепровский высотой 20-30 см, плотность которого составляет 5-10 шт./пог. м.

Лесопастбищный профиль. На лесопастбище на первых 3 метрах преобладает ракитник днепровский, высота его 40-50 см, плотность 15-20 шт./пог. м. Затем начинается свое развитие астрагал длинноцветковый (*Astragalus. longipetalus* Chater), высотой 40-60 см, плотностью 5-10 шт./пог. м.

На профиле видно, что ракитник днепровский встречается повсеместно. На 20 метре преобладает житняк гребневидный, высота которого 50-60 см, плотностью более 20 шт./пог. м. Затем с 15 м начинается развиваться костер кровельный (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski), высотой 40-50 см, плотностью более 20 шт./пог. м, который на 17 метре сменяется лютиком полевым, высотой 30-40 см, плотностью более 20 шт./пог. м. Также фиксируются особи ракитника и полыни Черняева. На 23 метре начинается преобладать кохия иранская, высотой 10-20 см, плотностью 15-20 шт./пог. м. На этом участке территории заметно хорошее развитие полыни Черняева. На 26 метре преобладает цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), высотой 10-20 см, плотностью 15-20 шт./пог. м. С 29 по 34 м доминирует овсяница бороздчатая (*Festuca rupicola* Heuff.), высотой 20-30 см, плотностью 15-20 шт./пог. м, которая сменяется кохией иранской, высотой 10-20 см, плотностью более 20 шт./пог. м. С 37 по 40 м преобладает лютик полевой (*Ranunculus arvensis* L.), высотой 10-20 см, плотностью 15-20 шт./пог. м, а также ракитник днепровский и полынь Черняева.

Таким образом, было выявлено, что на пастбище ракитник днепровский образует достаточно компактные микрофитоценозы, в том числе по окраине очага дефляции. На лесопастбище микрорельеф более ровный, котловин выдувания не отмечается. Здесь более выровненный травостой, чем на пастбище, выше плотность растений, в том числе ракитника и полыни.

Перспективы сохранения и формирования устойчивых сообществ зависят от генеративного потенциала вида. Нами впервые проводилась комплексная оценка особенностей цветения и плодоношения ракитника днепровского. Анализ показал, что ракитник днепровский формирует 22-25 скелетных ветвей (таблица 1). В структуре особи около 50 % побегов выполняют генеративные функции, а другая часть побегов, более возрастная, осуществляет механическую и фотосинтезирующую деятельность. На лесопастбище ракитники формируются более высокорослые, поэтому длина плодоносящего побега достигает 42 см, а на пастбище растения более кустистые, но меньшей высоты – 16 см. На пастбище образуется 17 штук цветов на побеге, а на лесопастбище – в 1,5 раза больше. Однако в пересчете на единицу побега (10 см) более плотная посадка (в 2 раза) цветов выявлена на пастбище (11 шт./10 см), где более высокая освещенность. Бобы у ракитника завязываются сразу после окончания цветения. Сначала они зеленые с опушением, затем становятся серыми от густого, серо-серебристого опушения. Созревают быстро, к середине июня. Бобы имеют такое свойство: даже при не-

большом количестве осадков растрескиваются, и семена высыпаются вокруг растения. Семена засыпаются песком из-за постоянного перемещения почвогрунта, а также растительным опадом. Установлено, что у ракитника днепровского, как и у всех «дикарей», в аридных условиях процент завязываемости достаточно низкий 35-54 %. Поэтому на растении формируется небольшое количество семян. Генеративное развитие имеет некоторые сходства с ракитником русским. Так, в Марийском Заволжье [11] завязываемость составляет 14-18 %, масса 1000 шт. 3,8-6,1 г. По данным Лежкина К.Т. [7], ракитник русский в борových условиях может давать 5,8 кг/га семян массой 4,8г/1000 шт. Перед посевом семена рекомендуется [11, 6] скарифицировать, чтобы получить более дружные всходы (75-80 %) и высокорослые однолетние сеянцы.

Таблица 1 – Анализ особенностей цветения и плодоношения

Chamaecytisus borysthenticus

Показатель	Пастбище	Лесопастбище
Скелетные ветви, шт./особь	25,0	22,0
Доля генеративных побегов, %	44,0	50,0
Длина плодоносящего побега, см	15,7	41,9
Количество цветков на побеге, шт.	17,0	26,0
в т.ч. на 10 см побега	11,0	6,0
Количество бобов, шт./10 см	6,0	2,1
% завязываемости	54,5	35,0

Изучение корневых систем ракитника днепровского проводилось траншейно-скелетным методом, где дополнительно учитывалось экологическое состояние вида, проводился качественный и количественный анализ корней. Проведенные раскопки 4-х особей ракитника днепровского показали (таблица 2, рисунок 3), что отношение длины надземной части к протяженности корневых систем ($d > 1$ мм) составляет 1 : 3, что позволяет в достаточной мере обеспечивать влагой надземную фитомассу.

Высота хорошо плодоносящих особей ракитника днепровского составляет 38-40 см. Главный корень имеет многочисленные изгибы, хорошо выражен до глубины 60-80 см. Боковые корни в верхних горизонтах распространены на 60-70 см, в более нижних слоях – на 110-120 см.

Таблица 2 – Особенности развития корневых систем *Chamaecytisus borysthenticus*:
на олиготрофных почвах, Ур. Лысая гора

Экологическое состояние вида	Высота, см	Плодоношение, баллы	Глубина проникновения корневой системы, см	Воздушно-сухая масса корневой системы с $d > 1$ мм, г	Протяженность корневой системы, см	Отношение длины надземной части к длине корневой системы
Генеративное	40,0	5	148,0	79,7	1321,8	1 : 2,3
Генеративное	38,5	3-4	110,0	32,5	696,6	1 : 2,6
Генеративное	38,0	3	90,0	31,0	801,5	1 : 3,1
Сенильный	32,0	1	125,0	45,3	713,8	1 : 3,8

Средние и толстые корни в плотных слоях почвы сильно сплюснены и приобретают в поперечном сечении эллипсовидную форму, при резком изменении направления на корнях образуются узловатые утолщения. Главный корень проникает на довольно значительную глубину 1,30-1,50 м. Протяженность в горизонтальном разрезе невелика – 60-80 см, затем корни вертикально опускаются вниз. Многочисленные боковые корни,

также как и главный корень, имеют сильное искривление, с различными микроизгибами. Протяженность корней с $d > 1$ мм – 700-1322 см. Масса корневой системы в воздушно-сухом состоянии с $d > 1$ мм может достигать 79,7 г. Количество порядков ветвления корней – 3-4. В слое 10-30 см располагаются корни, улавливающие осадки теплового периода, ниже на глубине 40-60 см находятся корни, способные извлекать влагу, накопленную в межвегетационный период. То есть, согласно классификации Н.Т. Нечаевой [7], ракитник днепровский формирует корневые системы универсального типа, позволяющие извлекать влагу из всего ризосферного слоя и являющиеся наиболее адаптированными к аридным условиям.

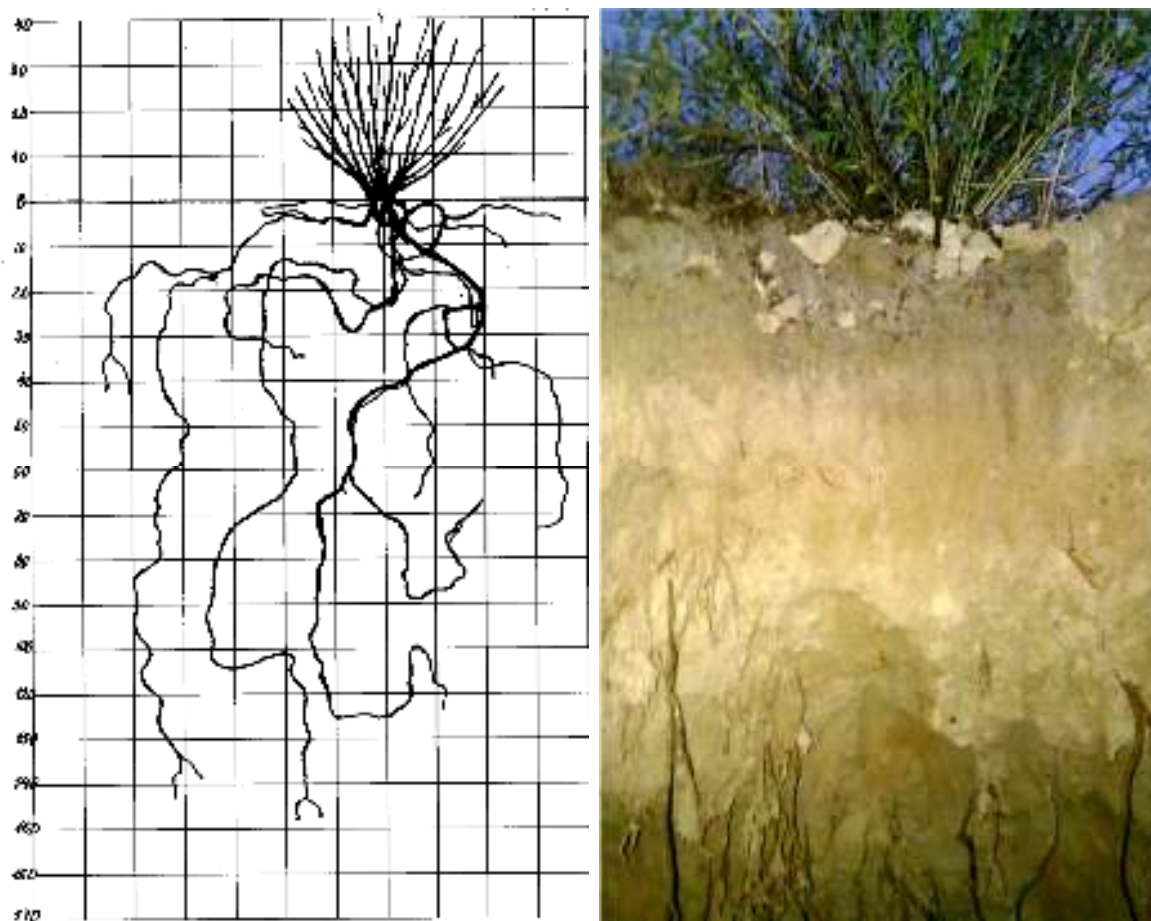


Рисунок 3 – Вертикальный разрез корневой системы
Chamaecytisus borysthenicus, ур. Лысая гора

Заключение. Таким образом, изученные фитоценоотические, биоэкологические, продукционные особенности *Chamaecytisus borysthenicus* свидетельствуют о высоком адаптационном потенциале вида на малопродуктивных песчаных почвах, где он является эдификатором пионерных растительных сообществ. Он представляет научно-практический интерес для фитомелиорации деградированных пастбищ.

Библиографический список

1. Алексеев, Ю.Е. Деревья и кустарники. - Энциклопедия природы России [Электронный ресурс]: справочное издание / Ю.Е. Алексеев, П.Ю. Жмылев, Е.А. Андреева. – М.: Из-во «ABF», 1997. – Режим доступа свободный: <https://www.booksite.ru/localtxt/tre/esa/ndb/ush/12.htm>

2. Воронина, В.П. Особенности развития пастбищной растительности с участием раkitника днепровского в Волгоградской области [Текст]/ В.П. Воронина, А.Б. Канаева, М.В. Котельникова // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем: материалы Межд. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВолГАУ, 2012. – Т. 1. – С. 123-129.
3. Гаврилова, М.Н. Экологические и онтогенетические особенности дрока красильного и раkitника русского [Текст] : автореф. дис. ...кан. б. наук / М.Н. Гаврилова. – Сыктывкар, 2009. – 20 с.
4. Депозитарий живых систем: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова [Электронный ресурс]. – Режим доступа свободный: <https://depo.msu.ru/open/public/search?searchBy=any&queryString=Agrostis%20tenuis%20Sibth>.
5. Красная книга Воронежской области. Растения, занесённые в Красную книгу Воронежской области. Раkitник днепровский, или мелкораkitник днепровский [Электронный ресурс]. – Режим доступа свободный: <https://cicon.ru/rakitnik-dnepropetrovski.html>
6. Кудрявцев, А.Ю. Степные кустарники в растительных сообществах лесостепной зоны Среднего Поволжья [Текст]/А.Ю. Кудрявцев // Поволжский экологический журнал. – 2008. – №4. – С. 282-292.
7. Лежкин, К.Т. Влияние фитомелиорантов на состояние культур сосны обыкновенной в борах и суборах Марийского Заволжья автореф. дис. ...кан. с.-х. наук / К.Т. Лежкин.- Йошкар-Ола.- 2008.- 22 с.
8. Нечаева, Н.Т. Растительность центральных Каракумов и ее продуктивность [Текст]/ Н.Т. Нечаева. – Ашхабад: Ылым, 1970. – 170 с.
9. Общесоюзная инструкция по проведению геоботанического исследования природных кормовых угодий и составлению крупномасштабных геоботанических карт. – М., 1984. – 77 с.
10. Пасынкова, М. В. Развитие раkitника русского (*Cytisus ruthenicus fisch.*) в различных условиях произрастания [Текст]/ М. В. Пасынкова, С. И. Спицина // Растения и промышленная среда. — Свердловск: УрГУ, 1976. – Вып. 4. – С. 63-69.
11. Рост и семеношение раkitника русского в боровых условиях Марийского Заволжья [Текст]/ М.А. Карасева, В.Н. Карасев, К.Т. Лежкин, О.В. Басова [Электронный ресурс]. – Режим доступа свободный: http://science-bsea.bgita.ru/2015/les_2015/karasev_rost.htm
12. Степи Причерноморья [Электронный ресурс] /А. Беликович. – Режим доступа свободный: <http://www.nsc.ru/win/elbib/atlas/flora/3380.html>
13. Флора СССР. В 30 т. / Под. ред. В.Л. Комарова. – М.-Л., Издательство Академии Наук СССР, 1937. – Т.6. – 792 с.
14. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств [Текст]/ С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.
15. Электронный каталог сосудистых растений Азиатской России: *Chamaecytisus borysthenticus* (Gruner) Kteskova Раkitник днепровский [Электронный ресурс]. – Режим доступа свободный: <https://cicon.ru/rakitnik-dnepropetrovski.html>.
16. Энциклопедия растений Сибири [Электронный ресурс]. – Режим доступа свободный: <http://skazka.nsk.ru/atlas/id.2608>.

Reference

1. Alekseev, Yu. E. Derev'ya i kustarniki. - Jenciklopediya prirody Rossii [Jelektronnyj resurs]: spravocnoe izdanie / Yu. E. Alekseev, P. Yu. Zhmylev, E. A. Andreeva. - M.: Iz-vo "ABF", 1997. - Rezhim dostupa svobodnyj: <https://www.booksite.ru/localtxt/tre/esa/ndb/ush/12.htm>
2. Voronina, V. P. Osobennosti razvitiya pastbischnoj rastitel'nosti s uchastiem rakitnika dneprovskogo v Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ V. P. Voronina, A. B. Kanaeva, M. V. Kotel'nikova // Agrarnaya nauka - osnova uspešnogo razvitiya APK i sohraneniya jekosistem: materialy Mezhd. nauch. - prakt. konfer. - Volgograd: VolGAU, 2012. - T. 1. - P. 123-129.
3. Gavrilova, M. N. Jekologicheskie i ontogeneticheskie osobennosti droka kra-sil'nogo i rakitnika russkogo [Tekst] : avtoref. dis. ...kan. b. nauk / M. N. Gavrilova. - Syktyvkar, 2009. - 20 p.
4. Depozitarij zhivyh sistem: Moskovskij gosudarstvennyj universitet imeni M. V. Lomonosova [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa svobodnyj: <https://depo.msu.ru/open/public/search?searchBy=any&queryString=Agrostis%20tenuis%20Sibth>.

5. Krasnaya kniga Voronezhskoj oblasti. Rasteniya, zanesjonnye v Krasnuyu knigu Voronezhskoj oblasti. Rakitnik dneprovskij, ili melkorakitnik dneprovskij [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa svobodnyj: <https://cicon.ru/rakitnik-dnepropetrovski.html>

6. Kudryavcev, A. Yu. Stepnye kustarniki v rastitel'nyh soobshchestvah lesostepnoj zony Srednego Povolzh'ya [Tekst]/A. Yu. Kudryavcev // Povolzhskij jekologicheskij zhurnal. - 2008. - №4. - P. 282-292.

7. Lezhkin, K. T. Vliyanie fitomeliorantov na sostoyanie kul'tur sosny obyknovЕННОj v borah i suboryah Marijskogo Zavolz'hya avtoref. dis. ...kan. s. - h. nauk / K. T. Lezhkin. - Joshkar-Ola. - 2008. - 22 s.

8. Nechaeva, N. T. Rastitel'nost' central'nyh Karakumov i ee produktivnost' [Tekst]/ N. T. Nechaeva. - Ashhabad: Ylym, 1970. - 170 p.

9. Obschesoyuznaya instrukciya po provedeniyu geobotanicheskogo issledovaniya prirodnym kormovym ugodij i sostavleniyu krupnomasshtabnyh geobotanicheskikh kart. - M., 1984. - 77 p.

10. Pasyukova, M. V. Razvitie rakitnika russkogo (Cytisus ruthenicus fisch.) v razlichnyh usloviyah proizrastaniya [Tekst]/ M. V. Pasyukova, S. I. Spicina // Rasteniya i promyshlennaya sreda. - Sverdlovsk: UrGU, 1976. - V. 4. - P. 63-69.

11. Rost i semenoshenie rakitnika russkogo v borovyh usloviyah Marijskogo Zavolz'hya [Tekst]/ M. A. Karaseva, V. N. Karasev, K. T. Lezhkin, O. V. Basova [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa svobodnyj: http://science-bsea.bgita.ru/2015/les_2015/karasev_rost.htm

12. Step'i Prichernomor'ya [Jelektronnyj resurs]/A. Belikovich. - Rezhim dostupa svobodnyj: <http://www.nsc.ru/win/elbib/atlas/flora/3380.html>

13. Flora SSSR. V 30 t. / Pod. red. V. L. Komarova. - M. - L., Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, 1937. - T.6. - 792 p.

14. Cherepanov, S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv [Tekst]/ S. K. Cherepanov. - SPb.: Mir i sem'ya, 1995. - 990 p.

15. Jelektronnyj katalog sosudistyh rastenij Aziatskoj Rossii: Chamaecytisus borysthenticus (Gruner) Kteskova Rakitnik dneprovskij [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa svobodnyj: <https://cicon.ru/rakitnik-dnepropetrovski.html>

16. Jenciklopediya rastenij Sibiri [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa svobodnyj: <http://skazka.nsk.ru/atlas/id.2608>

E-mail: v.p.voronina@mail.ru

УДК 635.615-156

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ САХАРОВ В МЯКОТИ И КОРЕ АРБУЗА

INFLUENCE OF SHELF LIFE ON THE CONTENT OF SUGARS IN PULP AND BARK OF WATERMELON

Т.Г. Колебошина^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук
Г.С. Егорова¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
С.И. Белов², старший научный сотрудник

T.G. Koleboshina^{1,2}, G.S. Egorova¹, S.I. Belov²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства», Волгоград

¹Volgograd State Agrarian University

²Bykovskaya melon selection experimental station - a branch of the Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center for Vegetable Growing», Volgograd

Работа содержит результаты исследований, целью которых было определение содержания в плодах арбуза столового коры, мезги, семян и сока, а также биохимический состав мякоти и коры. В статье приводятся данные биохимических показателей в разные сроки послеуборочного периода. Оценкой полученных результатов было выявлено, что в

плодах арбуза столового содержание сока составляет 54 %, коры – 31, мезги – 0,83 (после отжатия сока) и 2 % приходится на семена от общей массы плода. Приводятся данные содержания сахаров и моносахаров в плодах арбуза столового, в т. ч. глюкозы и фруктозы. Анализ полученных результатов показал высокое содержание в плодах арбуза моносахаров, на 4,6% больше, по сравнению с сахарозой. Причем основную долю в структуре моносахаров, около 80%, составляет фруктоза. При увеличении до трех месяцев (декабрь) сроков использования плодов арбуза столового в послеуборочный период снижается более чем в 2 раза, содержание сахаров в мякоти, увеличивается влажность мякоти арбуза с 92,04 до 94,80 % и снижается её количество в коре, с 92,26 до 90,02 %. В коре арбуза на третий месяц после съема плодов арбуза столового с плети (декабрь), было отмечено снижение содержания общего сахара в 1,3 раза, увеличение в коре арбуза количества фруктозы с 1,88 до 2,34 % и отсутствие сахарозы.

The work contains the results of studies aimed at determining the content of table bark, pulp, seeds and juice in fruit of watermelon, as well as the biochemical composition of pulp and bark. The article contains data on biochemical indicators at different times of the post-harvest period. The evaluation of the obtained results revealed that the content of the juice in the watermelon fruits of the table is 54%, the bark - 31, the pulp - 0.83 (after the juice has been squeezed), and 2% is the seeds of the total weight of the fruit. Data on the content of sugars and monosugars in fruits of watermelon in table, including glucose and fructose are given. The analysis of the obtained results showed a high content of monosaccharides in the watermelon fruit, 4.6% more, in comparison with sucrose. And, the main share in the structure of monosaccharides, about 80%, is fructose. With an increase to three months (December) of the use of fruits of watermelon in the post-harvest period, the content of sugars in the pulp decreases more than 2 times, the moisture content of the pulp of the watermelon increases, from 92.04 to 94.80%, and its quantity decreases in the cortex, from 92.26 to 90.02%. In the bark of watermelon, the third month after the removal of the fruits of watermelon from the whip (December), a decrease in the total sugar content by a factor of 1.3 was noted, an increase in the amount of fructose in the watermelon cortex from 1.88 to 2.34%, and the absence of sucrose.

Ключевые слова: арбуз столовый, кора, мякоть, семена, сахароза, глюкоза, фруктоза, периоды потребления.

Key words: watermelon table, bark, pulp, seeds, sucrose, glucose, fructose, periods of consumption.

Введение. Среди бахчевых культур наиболее востребованным является арбуз обыкновенный (*Citrullus lanatus*), семейство тыквенных (*Cucurbitaceae*). Родиной арбуза считается Африка. На территорию России, и конкретно в Поволжье, арбуз попал из Индии, Персии и Средней Азии. Широкое распространение по берегам рек Волги, Дона и Кубани получил уже к началу 17 века [10].

В современных условиях среди бахчевых культур арбуз столовый занимает основные посевные площади, используется как в личных подсобных хозяйствах, так и в промышленном бахчеводстве. Производство арбуза столового является достаточно высокодоходной отраслью в агропромышленном комплексе Российской Федерации, он потребляется в основном в свежем виде, но также нашел широкое применение и в перерабатывающей промышленности. Волгоградская область по агроклиматическим факторам в высокой степени соответствует требованиям возделывания арбуза столового и занимает второе место по его производству в РФ [3].

Арбуз столовый – однолетнее травянистое растение, для нормального роста и развития которого необходима температура воздуха $+25...+30^{\circ}\text{C}$, легкие по гранулометрическому составу почвы и длительный световой период, так как растение требовательно к свету [8].

Пищевая ценность арбуза характеризуется высокими питательными, вкусовыми и диетическими свойствами. В арбузе столовом содержатся хорошо усвояемые организмом человека углеводы: сахара – до 11 %, в том числе фруктоза (2,3-4,8 %). Кроме сахаров, в арбузе столовом присутствуют клетчатка и гемицеллюлоза (1,2-1,5 %), калий – 0,22 %, натрий – 0,016 %, а по содержанию железа он уступает только салату и шпинату [7]. Арбуз столовый потребляют в основном в свежем виде, но также используют в пищевой промышленности для технической переработки: арбузный мед (нардек), кондитерские изделия (цукаты, варенье, пастила) и т. д.

Плод арбуза столового – многосемянная сочная ложная ягода – тыква, с гладкой или слаборебристой корой: тонкой (до 10 мм), средней толщины (15 мм) или толстой (до 20 мм) и с плоскими семенами [9]. При потреблении арбуза столового в свежем виде в основном используется мякоть, а арбузная корка в виде варенья при засолке или мариновании арбуза и т.д. Поэтому, помимо биохимического анализа мякоти, крайне интересным является вопрос содержания полезных веществ в арбузной корке. Учитывая высокую полезность арбуза столового как для потребления в свежем виде, так и в перерабатывающей промышленности, перед нами встала задача определения качественного состава плодов арбуза при его использовании в разные послеуборочные сроки, с определением количественного содержания в арбузе столовом коры, мякоти, семян, сока.

Материалы и методы. Исследования проводились в зоне рискованного земледелия Волгоградского Заволжья на Быковской бахчевой селекционной опытной станции. Объект исследований – арбуз, сорт среднего срока созревания Мелитопольский 143. Научные исследования проводили с использованием методических указаний, методик и Государственных и отраслевых стандартов, в т.ч. С.С. Литвинов «Методика полевого опыта в овощеводстве», 2011 [5]; В.Ф. Белик, Г.А. Бондаренко, «Методические указания по агротехническим и физиологическим исследованиям с овощными и бахчевыми культурами», 1979 [1], В.Ф. Белик «Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве», 1970 [2] и современных приборов: плазменного фотометра, термостаты, ионметр ЭВ-74, КВК-3 и др.

Результаты и обсуждение. Исследования по определению количественного состава в плодах арбуза коры, мякоти, семян и сока проводились в период созревания плодов во второй декаде сентября. В отбор брали типичные по морфологическим признакам плоды для данного сорта. Содержание в плодах арбуза коры, мякоти, семян и сока определяли в сырой массе в пяти образцах (таблица 1).

Проведенными исследованиями было выявлено, что основную массу в структуре сырого плода у сорта арбуза среднего срока созревания Мелитопольский 143 составлял сок от 49 до 57 %, от общей массы плода. Масса семян в плоде арбуза имела самый низкий количественный показатель – 0,11-0,14 кг, что не превышало 2 % от общей массы плода. Количество мякоти, после отжима сока, в среднем, по образцам колебалось от 12 до 15 %, что в весовом выражении составило 0,82-0,93 кг; кора, имевшая наименьшую площадь, составляла от 28 до 35 %, в весовом выражении – 1,59-2,21 кг. В

среднем оценка полученных результатов показала, что в плоде арбуза столового среднего срока созревания кора, мезга, семена и сок составляли 31 %, 13, 2, и 54 %, соответственно, по отношению к общей массе плода.

Таблица 1 – Содержание в плодах арбуза сорта Мелитопольский 143
коры, мезги, семян, сока (среднее за 2 года)

№ п/п	Масса плода		В т.ч.							
			кора		мезга		семена		сок	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
1	7,29	100	2,21	30	0,93	13	0,14	2	4,02	55
2	5,61	100	1,59	28	0,84	15	0,12	2	3,07	55
3	6,26	100	2,20	35	0,82	13	0,11	2	3,06	49
4	6,96	100	2,08	30	0,88	13	0,14	2	3,86	55
5	5,89	100	1,74	30	0,68	12	0,12	2	3,35	57
В среднем	6,40	100	1,96	31	0,83	13	0,13	2	3,47	54

* Сок отжимали вручную через полотняный мешок. Масса мезги дана вместе с пустыми семенами

Отличительной особенностью данной ягоды являлось большое содержание в плодах арбуза сахаров. Сахара подразделяются на три вида: глюкоза, фруктоза и сахароза. За сладость арбуза отвечает фруктоза. Если сладость сахарозы условно оценить в 100 баллов, то фруктоза получит 173 балла, глюкоза – 81 балл. При преобразовании в организме человека глюкоза способствует образованию значительных количеств аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), которая является источником уникального вида энергии, восполняя почти половину энергетических затрат организма [6].

Оценка полученных результатов по содержанию общего сахара и его составляющих в плодах арбуза при полной их зрелости (12.09) показала, что большую долю в общем сахаре составляли моносахара. Если принять количество общего сахара в плодах арбуза за 100 %, то моносахара составляют 52 %, что на 4,6 % больше количества сахарозы. В структуре моносахаров глюкоза составляла 20,7 %, основная доля приходится на показатель сладости, фруктозу – 79,3 %.

Для использования в перерабатывающей промышленности арбуза интересным становится вопрос содержания в плодах арбуза полезных веществ, и, в частности, сахаров, в разные сроки послеуборочного периода. Исследования по влиянию сроков потребления плодов арбуза в послеуборочный период на количество сахаров определяли через месяц, два месяца и три месяца после съема плодов арбуза с плети (таблица 2).

При хранении арбуза роль запасных питательных веществ, используемых на сохранение вкусовых качеств, выполняют полисахариды, и, в частности, сахароза, которая в процессе хранения гидролизует до моносахаров. Результаты исследований показали, что если в первый месяц (октябрь) после съема плодов с плети количество сахаров снизилось на 10,9 %, то во второй месяц (ноябрь) после снятия плодов с плети, их количество уменьшилось на 37 % и, более чем в 2 раза, отмечалось снижение сахаров в третий месяц (декабрь) после съема плодов с плети. Аналогичная тенденция наблюдалась и по содержанию в плодах арбуза фруктозы, по отношению к послеуборочному периоду её количество снижалось в 1,6-2,1 раза, но

отмечалось увеличение глюкозы в 1,1-1,5 раза. Сахароза к концу исследуемого периода (декабрь) практически отсутствовала и составляла 0,45 %, что в 10,7 раза меньше по отношению к данному показателю сразу после съема плодов (сентябрь).

В процессе дыхания в плодах арбуза происходит окисление аскорбиновой кислоты, т.е. наблюдаются потери витамина С в плодах арбуза. Содержание витамина С в плодах арбуза снижалось в первый месяц (октябрь) послеуборочного периода на 24 % и на 35,1 % во второй месяц (ноябрь) послеуборочного периода, в третий месяц (декабрь) данный показатель остался практически на одном уровне – 35,7 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биохимический состав арбуза сорта Мелитопольский 142 в зависимости от периода формирования плодов (среднее за 2 года)

Срок	Общий сахар, %	В условных ед (%)	Сахароза, %	Моносахара, %	Глюкоза, %	Фруктоза, %	Витамин С, мг/кг	Кислотность, %
12.09	10,14	100	4,84	5,30	1,10	4,20	10,30	0,039
14.10	9,27	91,4	4,97	4,30	1,73	2,57	8,33	0,022
18.11	6,39	63,0	2,14	4,25	2,02	2,23	7,62	0,014
11.12	4,45	43,9	0,45	4,00	2,02	1,98	7,59	0,022

Кора арбуза при употреблении его в свежем виде обычно выбрасывается, но, высушенная и перемолотая, она является прекрасным лекарством при лечении гипертонической болезни, повышает мочеотделение, не раздражая при этом мочевыводящие пути, полезна при ожирении, очищает организм от токсинов, в свежем виде помогает при головных болях и мигренях, сок из арбузных корок помогает избавиться от пигментных пятен и повысить тонус лица. Помимо этого, арбузная корка используется для приготовления цукатов, варенья, мармелада [4].

В процессе хранения арбуза происходит усыхание покровных тканей, кожура становится более плотной и менее проницаемой для водных паров, что приводит к мацерации мякоти арбуза при хранении. Оценка проведенных исследований показала, что в ноябре содержание влажности в коре и мякоти практически одинаковое, в коре – 92,26 и в мякоти – 92,04 %. В декабре влажность мякоти повысилась на 5,3 % по сравнению с показателем влажности коры. Как видно из полученных результатов, количество сахарозы в коре арбуза во второй месяц (ноябрь) послеуборочного периода довольно низкое - 0,24%, а к концу исследуемого периода (декабрь) имеет нулевые значения, но отмечалось увеличение моносахаров. К концу исследуемого периода (декабрь) содержание моносахаров в коре арбуза столового в 1,4 раза было больше, по сравнению с данным показателем в третий месяц (декабрь) послеуборочного периода (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание сахаров в коре арбуза (среднее за 2 года)

Срок	Влажность, %		Биохимические показатели в коре, %				
	кора	мякоть	общий сахар	сахароза	моносахара	глюкоза	фруктоза
20.11	92,26	92,04	3,24	0,24	3,00	1,12	1,88
20.12	90,02	94,80	4,25	нет	4,25	1,91	2,34

Заключение. Полученные результаты исследований показали, что арбуз столовый обладает высоким содержанием сока (49-54 %) от общей массы плода. Наименьшее количество в плодах арбуза столового от общей массы составляют семена (2 %), кора – от 28 до 31 %. Оценкой полученных результатов по содержанию сахаров в

плодах арбуза столового было выявлено значительное их снижение к концу исследуемого периода (декабрь), более чем в 2 раза по сравнению с данным показателем сразу после съема плодов с плети. Количество моносахаров в третий месяц (декабрь) после съема плодов арбуза столового с плети к концу периода исследований оставалось на достаточно высоком уровне – 4,00 % при показателях сахарозы – 0,45 %. Отмечалось увеличение глюкозы с 1,10 до 2,02 %. В структуре моносахаров наибольшее количество составляет фруктоза, в 3,8 раза больше по сравнению с глюкозой. Исследованиями выявлено, что в коре арбуза столового при увеличении сроков потребления арбуза, после съема с плети увеличивается содержание моносахаров, к концу исследуемого периода (декабрь) их количество в 1,4 раза больше по сравнению с данным показателем в ноябре. Содержание сахарозы на конец исследуемого периода (декабрь) приблизилось к нулевым значениям.

Библиографический список

1. Белик, В.Ф. Методические указания по агротехническим и физиологическим исследованиям с овощными и бахчевыми культурами [Текст] / В.Ф. Белик, Г.А. Бондаренко. – М.: ВНИИО, 1979. – С. 186.
2. Белик, В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] / В.Ф. Белик. – М., 1970. – С. 18-149.
3. Быковский, Ю.А. Пути развития бахчеводства в Волгоградском Заволжье [Текст] / Ю.А. Быковский, Т.Г. Колебошина // Картофель и овощи. – 2015. – № 7. – С. 2-7.
4. Варивода, Е.А. Новые гибриды арбуза [Текст] / Е.А. Варивода, Н.Г. Байбакова, В.И. Леунов // Картофель и овощи. – 2015. – №7. – С. 37-38.
5. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст] / С.С. Литвинов. – М.: Россельхозакадемия, 2011. – С. 648.
6. Литвинов, С.С. Научные основы современного овощеводства [Текст] / С.С. Литвинов. – М., 2008. – С. 776.
7. Малуева, С.В. Перспективные сорта арбуза с высокой продуктивностью для товарного производства в основных бахчевых зонах РФ [Текст] / С.В. Малуева, Н.Г. Байбакова, Л.Н. Вербицкая // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2015. – № 46. – С. 350-354.
8. Селекция бахчевых культур для юго-востока России [Текст] / Ю.А. Быковский, Е.А. Варивода, С.В. Малуева, Т.М. Никулина // Картофель и овощи. – № 6. – 2017. – С. 37.
9. Синча, К.П. Селекция арбузов для механизированного возделывания и уборки плодов [Текст] / К.П. Синча // Картофель и овощи. – 1998. – № 8. – С. 26-43.
10. Фурса, Т.Б. Арбуз [Текст] / Т.Б. Фурса // Культурная флора СССР. – М.: Колос, 1982. – Т. 21. – С. 9-84.

Reference

1. Belik, V. F. Metodicheskie ukazaniya po agrotehnicheskim i fiziologicheskim issledovaniyam s ovoschnymi i bahchevymi kul'turami [Tekst] / V. F. Belik, G. A. Bondarenko. - M.: VNIIO, 1979. - P. 186.
2. Belik, V. F. Metodika fiziologicheskikh issledovaniy v ovoschevodstve i bahchevodstve [Tekst] / V. F. Belik. - M., 1970. - P. 18-149.
3. Bykovskij, Yu. A. Puti razvitiya bahchevodstva v Volgogradskom Zavolzh'e [Tekst] / Yu. A. Bykovskij, T. G. Kaleboshina // Kartofel' i ovoschi. - 2015. - № 7. - P. 2-7.
4. Varivoda, E. A. Novye gibridy arbuza [Tekst] / E. A. Varivoda, N. G. Bajbakova, V. I. Leunov // Kartofel' i ovoschi. - 2015. - №7. - P. 37-38.
5. Litvinov, S. S. Metodika polevogo opyta v ovoschevodstve [Tekst] / S. S. Litvinov. - M.: Rossel'hoz akademiya, 2011. - P. 648.
6. Litvinov, S. S. Nauchnye osnovy sovremennogo ovoschevodstva [Tekst] / S. S. Litvinov. - M., 2008. - P. 776.

7. Malueva, S. V. Perspektivnye sorta arbuza s vysokoj produktivnost'yu dlya tovarnogo proizvodstva v osnovnyh bahcheseyuschih zonah RF [Tekst] / S. V. Malueva, N. G. Bajbakova, L. N. Verbickaya // Selekcija i semenovodstvo ovoschnyh kul'tur. - 2015. - № 46. - P. 350-354.

8. Selekcija bahchevyh kul'tur dlya yugo-vostoka Rossii [Tekst] / Yu. A. Bykovskij, E. A. Varivoda, S. V. Malueva, T. M. Nikulina // Kartofel' i ovoschi. - № 6. - 2017. - P. 37.

9. Sincha, K. P. Selekcija arbuzov dlya mehanizirovannogo vozdeystviya i uborki plodov [Tekst] / K. P. Sincha // Kartofel' i ovoschi. - 1998. - № 8. - p. 26-43.

10. Fursa, T. B. Arbuz [Tekst] / T. B. Fursa // Kul'turnaya flora SSSR. - M.: Kolos, 1982. - T. 21. - P. 9-84.

E-mail: agro@volgau.com

УДК 631.618 : 581.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЛАМОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ STUDY OF THE INFLUENCE OF SLUDGE OF REFINERIES ON THE RISE AND DEVELOPMENT OF MEDICINAL AND FRUIT PLANTS

В.Ф. Лобойко¹, доктор технических наук, профессор

А.В. Карпов², кандидат технических наук, начальник отдела экологии

И.Ю. Подковыров¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

А.В. Вдовенко^{1,3}, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

V.F. Loboyko¹, A.V. Karpov², I.Yu. Podkovyrov¹, A.V. Vdovenko^{1,3}

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»

³ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград

¹Volgograd State Agrarian University

²LLC «LUKOIL-Volgograd oil refining»

³Federal scientific center for agro-ecology, integrated land reclamation and protective forestation
Russian Academy of Sciences

В статье приведены данные исследований влияния антропогенно нарушенных грунтов нефтеперерабатывающих предприятий на рост лекарственных и плодово-ягодных растений при рекультивации территории очистных сооружений. Исследования проведены на базе ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» в 2017-2018 годах. Использовались общепринятые методы изучения приживаемости саженцев, роста и развития растений, анализа водной вытяжки грунтов. Установлено, что при рекультивации территорий, нарушенных хозяйственной деятельностью нефтеперерабатывающего предприятия, возможно использовать лекарственные и плодово-ягодные растения. Хорошие результаты показали следующие виды деревьев и кустарников: арония черноплодная (*Arónia melanocárpa*), роза собачья (*Rósa canína*), боярышник мягковатый (*Crataegus submollis*), облепиха крушиновидная (*Hippóphae rhamnóides*), черёмуха виргинская (*Prúnus virginíana*). Антропогенно нарушенные грунты имеют слабощелочную реакцию pH = 8,2-8,6. Засоление отсутствует. Содержание легкорастворимых солей в отобранных образцах было 0,286 г/л, что ниже, чем в светло-каштановой почве в два раза. Наиболее адаптированными к условиям рекультивируемых грунтов оказались облепиха, боярышник и шиповник. Эти растения показали хорошую приживаемость после посадки и рост в течение вегетационного периода. Отмечено цветение аронии черноплодной, что связано с высокой степенью адаптации вида к условиям техногенного загрязнения.

The article presents data on the effect of sludge from oil refineries on the growth of medicinal and fruit-berry plants during reclamation of the territory of treatment plants. The research was carried out on the basis of «LUKOIL-Volgogradneftepererabotka» in 2017-2018. Common methods of studying the survival of seedlings, the growth and development of plants, and the analysis of aqueous extract of soils were used. It has been established that it is possible to use medicinal and fruit-berry

plants during reclamation of the territory. Good results were shown by the following species of trees and shrubs: *Aronia melanocarpa*, *Rósa canina*, *Crataegus submollis*, *Hippóphae rhamnoides*, *Prúnus virginiana*. Soils contaminated with oil sludge waste have a slightly alkaline reaction $\text{pH} = 8.2-8.6$. Salinization is absent. The content of readily soluble salts in the selected samples was 0.286 g/l, which is two times lower than in light chestnut soil. The most adapted to the conditions of pollution were sea buckthorn, hawthorn and dog rose. These plants showed good survival after planting and growth during the growing season. Flowering of chokeberry aronia has been noted, which is associated with a high degree of adaptation of the species to the conditions of technogenic pollution.

Ключевые слова: рекультивация, загрязнение, лекарственные растения, плодово-ягодные растения, рост, приживаемость саженцев, грунты.

Key words: reclamation, pollution, medicinal plants, fruit and berry plants, growth, survival of seedlings, soils.

Введение. Любое крупное промышленное производство приводит к образованию территорий с нарушенными и загрязнёнными грунтами. Они выводятся из хозяйственного оборота, однако вполне могут использоваться для различных целей [8]. Загрязнённые продуктами нефтехимического производства грунты в этом отношении подлежат фитомелиорации, так как не обладают высокой токсичностью для растений. Особенностью загрязнённых почвогрунтов является большая буферная ёмкость относительно загрязнителей и способность длительный срок удерживать ксенобиотики, вызывающие её деградацию [6]. Растительность в этом отношении способна восстанавливать почвенное плодородие в процессе своего роста и развития.

На территории очистных сооружений, на которой ранее располагались шламо-накопители, имеется положительный опыт выращивания высокоустойчивых кустарников (тамарикс, карагана и др.). Территория зарастает сорными видами трав с высокой степенью экологической пластичности, способных приспосабливаться к различным условиям произрастания. Это даёт основания полагать, что высаженные плодово-ягодные и лекарственные культуры могут выращиваться на данной территории в качестве мелиорантов и хозяйственно-ценных растений [2].

Виды плодово-ягодных и лекарственных кустарников из семейств *Rosaceae* и *Elaeagnaceae* обладают почвоулучшающими свойствами. Их листья быстро перерабатываются микроорганизмами, образуя мягкий гумус [7]. Тем самым они повышают плодородие грунтов, создают условия для развития полезной микробиоты в условиях загрязнённых территорий и способствуют быстрой переработке загрязняющих веществ [11]. Однако выращивание таких растений требует затрат на проведение ухода, поливов в первые годы роста [9].

Целью исследований в данной работе являлось выявление пригодности грунтов, нарушенных хозяйственной деятельностью нефтеперерабатывающего предприятия, для выращивания лекарственных и плодово-ягодных растений и анализ их развития в начале вегетационного сезона в первый год после посадки.

Материалы и методы. Растения сажали в гребни подготовленного грунта высотой 0,5 м и шириной 1,0 м. Под гребни укладывали слой плёнки. Орошение капельное технической водой.

Кустарники в посадках изучали путём сплошного учёта на опытной делянке по общепринятой методике [4]. Опытный участок располагали на рекультивированной территории.

На основании данных приживаемости кустарников и прохождения фаз сезонного развития весной делалось заключение о пригодности грунтов для выращивания плодово-ягодных и лекарственных растений, при этом учитывалось то, что растения высаживали в гребни высотой 40-50 см с насыпным грунтом.

Физико-химический анализ почвы осуществлялся в лаборатории ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет». В ходе анализа определялись гранулометрический состав, содержание гумуса и солей и показатели pH.

На опытном участке для каждого вида кустарника определяли состояние растений после перезимовки по следующей шкале:

5 баллов – отличное, дерево здоровое без повреждений;

4 балла – хорошее, допускается наличие единичных сухих ветвей в кроне;

3 балла – удовлетворительное, суховершинность, наличие живой кроны до 2/3 высоты;

2 балла – плохое, усохло более 1/3 часть кроны;

1 балл – усыхающее, усохло более 1/2 часть кроны;

0 баллов – усохшее [10].

В опыте участвовали 5 видов кустарников: арония черноплодная (*Arónia melanocárpa*), роза собачья (*Rósa canína*), боярышник мягковатый (*Crataegus submollis*), облепиха крушиновидная (*Hippóphae rhamnóides*), черёмуха виргинская (*Prínus virginíána*).

Учёт состояния растений, приживаемость саженцев и их развитие изучали в 2017-2018 годах по общепринятым методикам [12].

Результаты и обсуждение. Изучение почв под посадками проводилось по общепринятым в почвоведении методикам описания почвенных профилей и агрохимического анализа образцов [1, 5]. Исследования показали, что состав грунтов в хозяйстве достаточно сложный, что обусловлено разнообразием завезённого грунта, рельефом и результатами хозяйственной деятельностью предприятия. Полевыми изысканиями выявлены 3 разновидности грунтов различного гранулометрического состава и степени засоления. Разнокачественность условий произрастания плодово-ягодных культур приводит к значительным колебаниям в приживаемости и развитии саженцев после посадки. Плодородие грунтов характеризуется различными показателями. Наиболее существенное влияние на плодово-ягодные культуры оказывает содержание различных химических соединений в верхнем горизонте [3].

Антропогенно нарушенный грунт расположен в междурядьях посадок. Его образцы представлены в верхнем ряду рисунка 1.

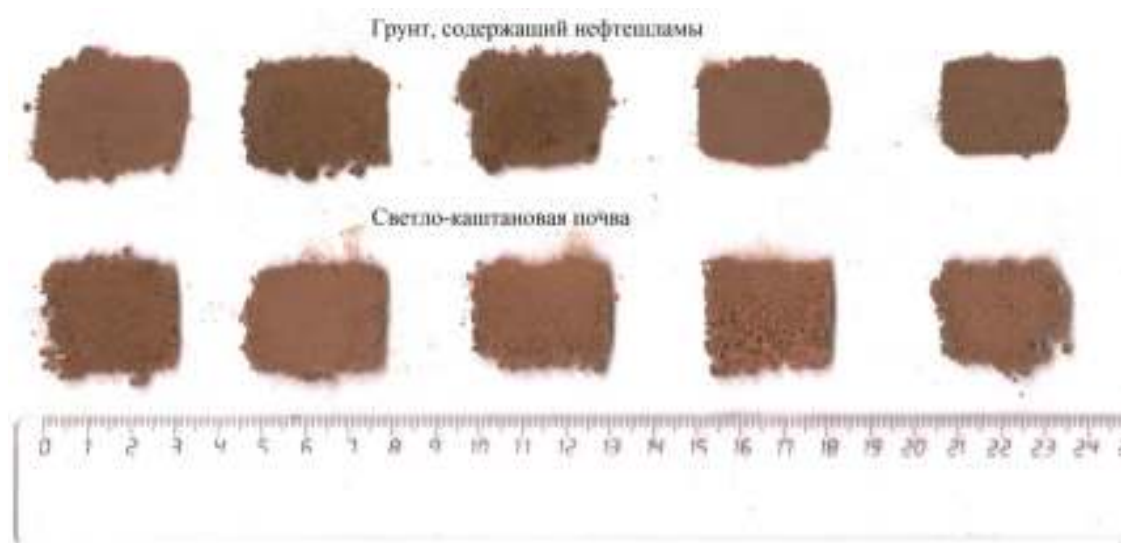


Рисунок 1 – Разнообразие образцов почвогрунта по цвету и гранулометрическому составу

Это среднесуглинистый бесструктурный пылеватый грунт тёмно-серого цвета.

Привезённая в процессе рекультивации светло-каштановая почва имеет тяжело-суглинистый гранулометрический состав. Она отличается комковатой структурой призматического сложения и коричневым цветом (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика почвенных образцов под посадками древесных растений

№ образца	pH	Содержание солей, г/л	Характеристика
Антропогенно нарушенные грунты в междурядье			
45600	8,3	0,135	Тёмно-серый, комковатый, призматической структуры, частицы 1-5 мм, белёсые включения карбонатов, слежавшийся, разнородный
21615	8,4	0,154	Тёмно-серый с коричневым оттенком, пылеватый, бесструктурный, частицы 1-2 мм, отдельные комки 2-3 мм, плотный, сухой
76140	8,3	0,173	Тёмно-бурый, бесструктурный, частицы до 1 мм, однородный, влажноватый суглинок
21614	8,6	0,109	Тёмно-коричневый пылеватый бесструктурный, частицы 1-3 мм, однородный, влажный, слежавшийся
21611	8,2	0,286	Тёмно-бурый, однородный, частицы 2-5 мм, сухой, с мелкими белыми включениями карбонатов
Завезённые для рекультивации грунты			
21607	8,5	0,484	Светло-коричневый, призматической структуры, частицы 3-5 мм различаются по тону, имеются белёсые включения карбонатов
21939	8,2	0,596	Тёмно-коричневый, комковатый, частицы 3-5 мм, призматической структуры со светлыми включениями карбонатов
76627	8,4	0,197	Светло-коричневый белёсый, комковатой структуры, частицы 2-5 мм, однородный, без включений
45408	8,4	0,187	Тёмно-коричневый комковатый призматической структуры, частицы 1-5 мм, белёсые включения, слежавшийся, разнородный
21685	8,4	0,222	Коричневый, разнородный по цвету, белые редкие включения карбонатов, комковатой структуры, частицы 2-5 мм

По показателю кислотности оба типа грунтов имеют одинаковую слабо щелочную реакцию pH в диапазоне 8,2-8,6. Такие показатели щелочности не являются критическими для растений. В таких условиях возможно выращивать большинство плодовых и лекарственных культур.

По содержанию солей грунты имеют среднюю и слабую степень солонцеватости. Количество легкорастворимых солей в водной вытяжке из завезённых грунтов находится в пределах 0,187-0,596 г/л. По этому показателю грунты сильно различаются. Преобладают слабо засоленные грунты с показателем содержания солей менее 0,250 г/л. Только две пробы показали достаточно высокое содержание солей 0,84 и 0,596 г/л в конце учётного ряда растений.

Содержание легко растворимых солей в грунте междурядий находится на низком уровне в пределах 0,109-0,286 г/л. По всей видимости, остаточные загрязнители связывают соли в комплексные нерастворимые соединения, недоступные для растений. Можно предположить, что внесённые при рекультивации минеральные удобрения будут связываться в нерастворимые и сложно усваиваемые растениями соединения и могут быть не эффективны в применении.

Таким образом, грунты пригодны для выращивания большинства культур, так как имеют подходящий показатель кислотности и низкое содержание солей.

Учёты, проведённые в весенний период, показали, что высаженные растения хорошо перенесли условия зимнего периода. Зима 2017-2018 года отличалась резкими перепадами температуры воздуха в январе и феврале, что негативно повлияло на состояние растений. Однако высаженные в опыте кустарники сохранили к весне жизнеспособность (таблица 2).

Таблица 2 – Состояние плодово-ягодных и лекарственных кустарников в весенний период 2018 года

Вид растения	Сохранность на 17 апреля, %	Сохранность на 14 мая, %	Состояние, балл
Арония черноплодная (<i>Arónia melanocárpa</i>)	75,0	42,8	3,1±0,02
Роза собачья (<i>Rósa canína</i>)	80,0	77,8	3,8±0,03
Боярышник мягковатый (<i>Crataegussubmollis</i>)	98,0	70,0	4,3±0,03
Облепиха крушиновидная (<i>Hippóphaerhamnoides</i>)	100,0	75,0	4,5±0,02
Черёмуха виргинская (<i>Prúnusvirginiána</i>)	95,0	79,5	4,8±0,04
Средние значения	89,6	69,0	4,1

Лучшей приживаемостью отличились шиповник (роза собачья), облепиха и черёмуха (более 75 %). Наибольшая гибель саженцев произошла в весенний период, когда достаточно резко наступила жаркая и засушливая погода. Хуже остальных видов была приживаемость у растений аронии (42,8 %). Также её кусты имели неудовлетворительное состояние.

Развитие растений в весенний период происходило с задержкой, которая обусловлена долгой приживаемостью после пересадки в новые, нехарактерные условия. Начало вегетации растений наступило позже на 7-9 дней. Несмотря на плохую приживаемость, сохранившиеся кусты аронии зацвели. Цветение было единичным и продолжалось 10-18 мая 2018 года.

Быстрое нарастание температуры воздуха весной спровоцировало такую же быструю смену фаз развития. Набухание почек происходило в течение 4-5 дней, после чего начался рост побегов.

Заключение. По гранулометрическому составу и другим свойствам грунты, нарушенные хозяйственной деятельностью нефтеперерабатывающего предприятия, пригодны для выращивания плодово-ягодных и лекарственных растений. Они отличаются низким содержанием легкорастворимых солей (менее 0,5 г/л) и слабощелочной реакцией pH, которая характерна в целом для светло-каштановых зональных почв.

Саженцы плодово-ягодных и лекарственных растений на опытном участке показали удовлетворительную приживаемость. Только арония черноплодная показала высокий процент гибели в весенний период. Остальные древесные растения хорошо сохранились и начали расти. Их сохранность составила более 75 %.

Негативного влияния нефтешламов на лекарственные и плодово-ягодные растения на начальном этапе выращивания не выявлено. Развитие саженцев происходило в соответствии с региональными особенностями. Ввиду быстрого повышения температуры воздуха в весенний период фенологические фазы развития весной отличались коротким сроком прохождения. Однако, в связи с тем, что саженцы были ослаблены после зимы и весенней жаркой засушливой погодой, произошла задержка их развития на 5-9 дней.

Библиографический список

1. Дмитриев, Е.А. Почва и почвоподобные тела [Текст] / Е.А. Дмитриев // Почвоведение. – 1996. – № 3. – С. 310–319.
2. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиотенос) [Текст] / А.А. Жученко / Молдавский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 587 с.
3. Кирпо, Н.И. Экология почв в мелиоративном земледелии Нижнего Поволжья (теория и практика) [Текст]: монография / Н. И. Кирпо, В. Ф. Лобойко. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2010. – 119 с.
4. Коваль, В.Т. Новая методика расчета производственных резервов и эффективность природопользования на крупных промышленных предприятиях [Текст] / В.Т. Коваль, Т.Ю. Калинин, И.И. Алборов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1997. – № 2. – С. 136-137.
5. Костычев, П.А. Почвоведение (I, II и III части). Курс лекций, читаемый в 1886-1887 гг. [Текст] / П.А. Костычев; под ред. акад. В.Р. Вильямса. – Москва-Ленинград: ОГИЗ – Сельхозгиз, 1940. – 224 с.
6. Либих, Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии растений [Текст] / Ю. Либих. – М.: Сельхозгиздат, 1936. – 411 с.
7. Литвинов, Е.А. Интродукция перспективных плодово-ягодных и декоративных культур в условиях Северного Прикаспия [Текст] / Е.А. Литвинов, А.В. Вдовенко, С.И. Калмыков // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 5. – С. 34-36.
8. Оценка воздействия антропогенно трансформированных почв на рост и биопродуктивность сельскохозяйственных культур [Текст] / В.П. Воронина, А.Ю. Бирюков, Р.В. Ведилин, А.В. Инякин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2 (42). – С. 49-56.
9. Руш, Х. Теория повышения плодородия почв с помощью утилизации органических отходов [Электронный ресурс] / Х. Руш. – Режим доступа: <http://www.nedug.ru/library/doc.aspx?item=85588>. – Дата доступа: 01.09.2009.
10. Семенютина, А.В. Кластерная методика определения успешности интродукции древесных растений родовыми комплексами [Текст] / А.В. Семенютина, И.Ю. Подковыров, М.А. Цембелев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1 (37). – С. 56-61.
11. Трофимов, С.Я. О динамике органического вещества в почвах [Текст] / С.Я. Трофимов // Почвоведение. – 1997. – № 9. – С. 1181–1186.
12. Semeniyutina A.V., Podkovyrov I.Y., Huzhahmetova A.S., Semeniyutina V.A., Podkovyrov G.V. Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening. International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2016. T. 110. № 2. С. 361-368.

Reference

1. Dmitriev, E. A. Pochva i pochvopodobnye tela [Tekst] / E. A. Dmitriev // Pochvovedenie. - 1996. - № 3. - P. 310-319.
2. Zhuchenko, A. A. Jekologicheskaya genetika kul'turnyh rastenij (adaptaciya, rekombinogenez, agrobiocenoz) [Tekst] / A. A. Zhuchenko / Moldavskij NII oroshaemogo zemledeliya i ovo-shevodstva. - Kishinev: Shtiinca, 1980. - 587 p.
3. Kirpo, N. I. Jekologiya pochv v meliorativnom zemledelii Nizhnego Povolzh'ya (teoriya i praktika) [Tekst]: monografiya / N. I. Kirpo, V. F. Lobjko. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2010. - 119 p.
4. Koval', V. T. Novaya metodika rascheta proizvodstvennyh rezervov i jeffektivnost' pri-rodopol'zovaniya na krupnyh promyshlennyh predpriyatiyah [Tekst] / V. T. Koval', T. Yu. Kalinin, I. I. Alborov // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'. - 1997. - № 2. - P. 136-137.
5. Kostychev, P. A. Pochvovedenie (I, II i III chasti). Kurs lekcij, chitaemyj v 1886-1887 gg. [Tekst] / P. A. Kostychev; pod red. akad. V. R. Vil'yamsa. - Moskva-Leningrad: OGIZ - Sel'hozgiz, 1940. - 224 p.

6. Libih, Yu. Himiya v prilozhenii k zemledeliyu i fiziologii rastenij [Tekst]/ Yu. Libih. - M.: Sel'hozizdat, 1936. - 411 p.
7. Litvinov, E. A. Introdukciya perspektivnyh plodovo-yagodnyh i dekorativnyh kul'tur v usloviyah Severnogo Prikaspiya [Tekst] / E. A. Litvinov, A. V. Vdovenko, S. I. Kalmykov // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. - 2008. - № 5. - P. 34-36.
8. Ocenka vozdejstviya antropogenno transformirovannyh pochv na rost i bioproduktivnost' sel'hozkul'tur [Tekst] / V. P. Voronina, A. Yu. Biryukov, R. V. Vedilin, A. V. Inyakin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - № 2 (42). - P. 49-56.
9. Rush, H. Teoriya povysheniya plodorodiya pochv s pomosh'yu utilizacii organicheskikh othodov [Elektronnyj resurs] / H. Rush. - Rezhim dostupa: <http://www.nedug.ru/library/doc.aspx?item=85588>. - Data dostupa: 01.09.2009.
10. Semenyutina, A.V. Klasternaya metodika opredeleniya uspešnosti introdukcii drevesnyh rastenij rodovymi kompleksami [Tekst] / A. V. Semenyutina, I. Yu. Podkovyrov, M. A. Cembelev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 1 (37). - P. 56-61.
11. Trofimov, S. Ya. O dinamike organicheskogo veshchestva v pochvah [Tekst] / S. Ya. Trofimov // Pochvovedenie. - 1997. - № 9. - P. 1181-1186.
12. Semenyutina A.V., Podkovyrov I.Y., Huzhahmetova A.S., Semenyutina V.A., Podkovyrov G.V. Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening. International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2016. T. 110. № 2. P. 361-368.

E-mail: loboykovf@yandex.ru

УДК 631.582:631.412

ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТИПИЗАЦИИ ЛУГОВЫХ ЛИМАНОВ ПРИКАСПИЯ. ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

ECOLOGICAL-MELIORATIVE PRINCIPLES OF TYPESIS OF LUNG LIMANS OF PRECAST. TERMS AND CONCEPTS

В.В. Мелихов, доктор сельскохозяйственных наук

В.Ф. Мамин, доктор сельскохозяйственных наук

Т.С. Кошкарлова, младший научный сотрудник

Л.В. Вронская, младший научный сотрудник

V.V. Melikhov, V.F. Mamin, T.S. Koshkarova, L.V. Vronskaya

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

The All-Russian scientific research institute of the irrigated agriculture

В статье по результатам многолетнего изучения природы луговых лиманов Прикаспийской низменности изложены принципы их типизации по параметрам эколого-мелиоративного состояния и степени инженерного обустройства. Введены новые термины и понятия лимановедения. В настоящее время наметился возврат интереса к луговому кормопроизводству в юго-восточных регионах России. В частности, затрагивается проблема интенсификации лиманного луговодства на базе гидротехнических и лугомелиоративных преобразований ирригационно-освоенных лиманов, освоения экологически обоснованной системы их эксплуатации. Объективная необходимость этих мероприятий вызвана крайним неблагополучием лиманных лугов, тенденцией к усложнению их эколого-мелиоративного состояния [10]. Причиной такого положения является не только отсутствие материальных средств на поддержание благополучия этих угодий, но и неприятие системы экологической безопасности, экодиагностики, дифференцированных экологических нормативов, пренебрежение нормами мелиоративного воздействия, допустимыми пределами эксплуатационной нагрузки на луг. Это в значительной степени объясняется отсутствием знаний о природе лиманов, о том, что каждый лиман отличается индивидуальными особенностями и имеет свое «лицо». Шаблонные технологические приемы мелиорации лугов, как и

нерегламентированные режимы их использования без учета буферных лиманных экосистем, способности фитоценозов к самовосстановлению, приводят к их деградации в форме остепнения, пастбищного сбоя, опустынивания, галофитизации. Стало очевидным, что ко всем решениям в деле гидромелиорации и агромелиорации лиманных лугов должен быть эколого-мелиоративный подход. В концепции преобразования лиманов ключевым словом должна быть биогеоценология. На этом принципе должна строиться систематизация (типизация) луговых лиманов.

In the article, based on the results of a long-term study of the nature of meadow estuaries of the Caspian lowland, the principles of their typification by the parameters of the ecological-meliorative state and the degree of engineering arrangement are set out. New terms and concepts of limanology have been introduced. At present, there has been a return of interest in meadow feed production in the South-Eastern regions of Russia. In particular, the problem of the intensification of the limn meadowland on the basis of hydraulic and meadow meliorative transformations of irrigation-developed estuaries, the development of an environmentally sound system for their exploitation is discussed. The objective necessity of these measures is caused by the extreme unhappiness of the meadow meadows, the tendency to complicate their ecological and meliorative state [10]. The reason for this situation is not only the lack of material means to maintain the well-being of these lands, but also the rejection of the system of ecological safety, eco-diagnostics, differentiated environmental standards, neglect of the norms of meliorative impact, the permissible limits of the operational load on the meadow. This is largely due to the lack of knowledge about the nature of the estuaries, that each estuary has its own individual features and has its own "face". Templated technological methods of melioration of meadows, as well as unregulated use regimes of their use without buffer liman ecosystems, the ability of phytocenosis to self-repair, lead to their degradation in the form of steppe, pasture failure, desertification, halophytization. It became obvious that to all decisions in the matter of water reclamation and agromelioration of estuarine meadows, there must be an ecology-meliorative approach. In the concept of transforming estuaries, the key word should be biogeocenology. On this principle, the systematization (typification) of meadow limans.

Ключевые слова: природные луговые лиманы, генезис, типизация, термины и понятия.

Key words: natural meadow estuaries, genesis, typing, terms and concepts

Введение. В работах отечественных ученых-мелиораторов приводится ряд вариантов классификации лиманов. В их основу положены различия этих объектов по рельефу местности, источникам водного питания, глубине затопления [5, 11, 12, 13, 14].

Классик отечественной мелиоративной науки А.Н. Костяков все лиманы по роду их затопления водой подразделял на три категории:

- а) лиманы, наполняемые непосредственно талой водой с водосборов;
- б) при помощи гидротехнических сооружений;
- в) пойменные лиманы, устроенные в поймах и на первых надпойменных террасах [4].

Б.А. Шумаков выделял восемь разновидностей лиманов только по рельефу и источникам водного питания [15].

В классификации Б.Б. Шумакова выделяются лиманы водораздельных плато, склоновые, лиманы замкнутых понижений и ложин, пойменные и питаемые водами оросительно-обводнительных систем [16].

Эколого-мелиоративная характеристика лиманов в этих работах не приводится.

Такой упрощенный подход в достаточной мере отвечал требованиям организации лиманного орошения на местном стоке для глубокой влагозарядки почвы пахотных земель и регулирования режима затопления пойменных лиманов.

Материалы и методы. В результате комплексных исследований, осуществляемых учеными ФГБНУ ВНИИОЗ с 1970 г. по настоящее время, выявлены закономерности трансформации лиманных экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов, специфика отклика различных лиманов на эти воздействия.

Результаты исследований дали основание для разработки научных основ дифференциации лиманов, с типизацией по признакам, определяющим их эколого-мелиоративный статус.

Использованы термины и понятия в системе научных принципов лимановедения.

Приведенная на рисунке 1 схема систематизации лиманов, во-первых, дает возможность унифицировать паспортную характеристику лимана, во-вторых, способствует правильному выбору приемов и технологий мелиорации лугов, исключая экологический риск. В качестве пояснений к предлагаемой схеме дифференциации луговых лиманов.

Важнейшими отличительными чертами лиманов являются генетические особенности, геоморфологические признаки, которые определяют их историческую эволюцию, ход почвообразовательных процессов и фитоценотический облик. Объемы поступающей на лиманы воды, ее проточность или непроточность, характер почвообразующих и подстилающих пород, гидрогеологические параметры территорий – основные показатели, по которым имеют различия лиманы, сформированные на водораздельных плато, в поймах или дельтах степных рек. Сложение пород зоны аэрации и зоны насыщения, уровень залегания, динамика и минерализация грунтовых вод является важнейшим фактором формирования ценопопуляций трав, их экологической устойчивости и продуктивного долголетия.

Результаты и обсуждение. Впервые генезис лиманов отражен в работах А.Г. Доскач [2, 3]. По генетической и типологической классификации бессточных впадин ею выделены замкнутые лиманы водораздельных плато, дельтовые структурные и пойменные. Замкнутые лиманы подразделяются на структурные, образование которых сопряжено с солянокупольной тектоникой, и аструктурные как остатки эрозионных образований нетектонического происхождения. Обводняются водами местного стока, с гидрографической сетью не связаны.

Дельтовые и пойменные лиманы связаны с гидрографической сетью и обводняются паводковыми речными водами. Это концевые области сброса паводковых вод бессточных рек.

Дельтовые структурные лиманы образованы в молодых тектонических депрессиях, перегороженных тектоническими поднятиями. Они характеризуются бессточностью поверхностных и грунтовых вод, повышенной засоленностью почвогрунтов.

Пойменные лиманы подразделяются на три группы:

1. Лиманы эрозионного и дельтово-эрозионного типа как расширенные поймы, образованные при блуждании рек и их разливах.

2. Плотинные пойменные лиманы, образованные поднятиями соляных куполов в долинах рек (естественные плотины, перегораживающие русло). Естественный дренаж затруднен, поэтому почвы засолены.

3. Низинные пойменные лиманы. Представляют собой замкнутые понижения в долинах бессточных рек тектонического и нетектонического происхождения. Им несвойствен подпор грунтовых вод, поэтому условия естественного дренажа лучше, чем в лиманах других генетических типов.

Поёмность пойменных и дельтовых лиманов варьирует в широких пределах в зависимости от водности паводков, глубины врезанности в окружающую территорию и условий ее дренированности.

Пойменные лиманы эрозионного происхождения проточны. Грунтовые воды на заливаемых площадях отточны. Прирусловая территория дренируется руслами рек и протоков после прохождения паводка. Плотинные и низинные пойменные, а также дельтовые в тектонических депрессиях непроточны.

Лиманы водораздельных плато не связаны с гидрографической сетью территории. Наполняющие их воды местного стока, равно как и воды, поступающие из оросителей при искусственном затоплении, не имеют стока. Аккумулятивные объемы во-

ды расходуются только на инфильтрацию и эвапотранспирацию. Грунтовые воды бассейнового типа. Эти лиманы отнесены к непроточным. В границах Джаныбекской комплексной бессточной равнины некоторые из них расположены в зонах природной разгрузки грунтовых вод (как правило, высокоминерализованных), чем объясняется повышенное солесодержание почвогрунтов, солончаковость почв.

Свойства лиманов по водно-солевому режиму почвогрунтов являются критериальным показателем при разработке научно обоснованной системы водопользования при их инженерном обустройстве (переустройстве). Тип водно-солевого режима почвогрунтов бессточных замкнутых лиманов определяется литологическим сложением пород зоны аэрации, степенью их водопроницаемости, глубиной залегания пресных или минерализованных грунтовых вод. По этим параметрам выделяются лиманы промывного, непромывного и выпотного типов.

Лиманы промывного (пермацидного, по терминологии Г.Н. Высоцкого [1], типа сформированы на породах легкого гранулометрического состава (суглинки ательских отложений хвалынского яруса). Коэффициент фильтрации суглинков (от тяжелых до легких) в естественном состоянии от 0,70 до 1,60 м/сутки, в замоченном – от 0,08 до 0,65 м/сутки. По ёмкости эти лиманы кратко- или среднепоёмные. При аккумуляции значительных объемов воды они являются основными источниками пополнения грунтовых вод при залегании их зеркала на глубинах до 4 м (потускулярный тип питания). Почвы этих лиманов опреснены.

Лиманы непромывного типа (импермацидно-диспульсивные) подстилаются шоколадными глинами хвалынского яруса с преобладанием монолитных и плитчатых структурных разновидностей с мощностью пластов от 3 до 15 м. Высокая плотность (1,76-2,08 т/м³) и набухаемость (объем набухания 44,4-52,6 %) обуславливают крайне низкую их водопроницаемость. Коэффициент фильтрации снижается по вертикальному профилю пласта и на глубине 1,5-2,0 м составляет 0,00001-0,00003 м/сутки. Этим объясняется долгопоёмность, застойность поверхностных вод, что приводит к гигрофитизации лугов.

Лиманы выпотного типа подразделяются на два подтипа: периодически выпотные (инфильтрационно-испарительные или пермацидно-коррективные по терминологии Г.Н. Высоцкого) и выпотные (испарительные или импермацидно-коррективные). Расположены в обширных депрессиях, по большей части в контурах бессточной Джаныбекской комплексной равнины. Периодически выпотные сформированы на суглинках. Грунтовые воды залегают на глубине 1,8-2,2 м, минерализованы (>3 г/дм³). Характеризуются сезонной миграцией солевых масс в почвогрунтах зоны аэрации: при затоплении – промывка, во второй половине лета – подъем солей к поверхности с капиллярными токами грунтовых вод. Засоление почв продвигается от периферийных ярусов лимана к центру. Выпотные лиманы подстилаются глинами, в составе которых и переотложенные шоколадные различной структуры с алевритовыми прослойками. Коэффициент фильтрации пород в слое 0-1,5 м от 0,003 до 0,15 м/сутки. Грунтовые воды на глубине 1,5-2,0 м в годы обильного стока или искусственного «подпитывания», 2,0-2,2 м в годы без затопления. Минерализация от 20 до 50 г/дм³. Почвы засолены, растительность галофитизирована.

Процессы сезонного рассоления-засоления почвы и частично подпочвы на таких лиманах обуславливаются только ежегодным затоплением, чем обеспечивается промывка и создание над поверхностью соленых грунтовых вод линзы пресных вод. При прекращении поливов интенсивно развивается процесс засоления почвы с образованием солончаков. Ярким примером этому может служить лиман Тажи, который орошается с 1964 г., а с 2000 г. поливы практически прекращены.

Водный режим лиманов определяет весь ход формирования и эволюции их растительного покрова с образованием формаций различных экотипов трав различных экоморф. Состав травостоев может значительно изменяться по годам в зависимости от

вариабельности режима затопления. Возможность управления водным режимом лиманов приобретает только при создании гидромелиоративных систем. В настоящее время инженерным обустройством охвачена часть площади пойменных лиманов и большинство водораздельных. При этом водораздельные лиманы наполняются водой по оросителям механической подачи из постоянных водоисточников (Волгоградское водохранилище, нижний бьеф р. Волги). По этому признаку среди водораздельных лиманов выделяется категория ирригационно-освоенных, оборудованных оросительной сетью и ирригационно-неосвоенных, наполняемых только местным стоком талых вод.

Ирригационно-освоенные лиманы подразделяются по степени инженерного обустройства. Лиманы инженерного типа оснащены комплексом гидротехнических сооружений, позволяющих проводить автономное затопление огражденных валами чеков (секций) по гипсометрическим ярусам. В большинстве случаев это крупные объекты площадью от 500 до 3000 гектаров.

Полуинженерные – лиманы, площадь которых (200-500 га) разделена валами на 2-3 рабочих участка, которые затопляются автономно из головных водовыпусков подводящего оросительного канала.

Неинженерные – простые лиманы, не разделенные на ярусы, затопляемые из одного водовыпуска оросительного канала. Это выположенные лиманы мелкого слоя затопления. Площадь до 200 гектаров.

Фитоценотический облик лиманов дает достаточно полное представление об их почвенно-мелиоративном статусе. Впервые основные закономерности размещения растительного покрова на лиманах пойменного и дельтового типов установлены И.В. Лариным и Ф.Я. Левиной в 1952-1953 гг. [6, 7].

Эти закономерности подтверждены исследованиями на водораздельных лиманах Волго-Уральского междуречья и Сарпинской низменности, осуществленных в 1970-1980 гг. учеными ВНИИОЗ [8, 9]. Специфика растительного покрова лиманов определяется конкретикой условий местообитания трав. Растительность – это экологическая доминанта лимана, индикатор его благополучия и хозяйственной ценности луга. Основные экоморфы трав (ксеромезофиты, мезофиты, гигромезофиты, гигрофиты, галофиты) индицируют водный и солевой режимы почв лиманов. Из этого следует, что при оценке и систематизации лиманов этот признак должен обязательно отражаться. Далее, по формациям доминантных (эдикаторных) видов трав из семейства мятликовых лиманы (лиманские луга) характеризуются как житняковый, лисохвостовый, пырейный, кострцовый, бекманиевый.

Здесь следует отметить, что крупным глубокооврезанным лиманам свойственна концентрическая поясность размещения различных экоморф трав, которая отражает гипсометрическую ярусность площади. Сообразно поёмности каждого яруса от периферии лимана к его центру формируются лисохвостовый, пырейный, бекманиевый, осоковый пояса. Центральная наиболее долгопоёмная часть лимана заселяется тростником южным, рогозом узколистным, камышом озерным. Эта особенность определяет необходимость дифференцированной оценки продуктивности лугов крупных лиманов, имеющих вогнутое днище.

Заключение. В настоящее время при постановке вопроса о реставрации лиманов необходима их инвентаризация и дифференциация по степени пригодности к дальнейшему хозяйственному использованию. Эта работа естественно должна базироваться на экологических принципах систематизации угодий с учетом всех природных факторов возникновения и формирования лиманных лугов.

Объективные представления о деформации лиманов как экосистем складываются при сравнительном анализе их состояния за ряд лет (десятилетий). Данные по общей площади лимана, площади затопления, состоянию почвенного и растительного покрова

на период обследования сопоставляются с данными обследования прошлых лет или с материалами проектной документации по его освоению. Выясняется (уточняется) характер и глубина деструктивных процессов, вскрываются их причины.

При оценке мелиоративного состояния объекта обследования и определения экономической целесообразности и очередности его мелиорации (ремелиорации) в учет следует принимать не только факторы, непосредственно приводящие к деструкции фитоценозов (ущербный режим затопления, истощение почвы и др.), но и изменение условий геоморфологического региона в целом. В первую очередь это изменение параметров местного стока, ресурсов водоисточника, водами которого поливаются лиманы, и гидрогеологической обстановки, что приводит к перераспределению солевых масс в почвогрунтах зоны аэрации.

Новая стратегия развития и укрепления лиманного лугового кормопроизводства на базе комплексной мелиорации должна основываться на всестороннем познании не только лиманов, но и окружающей их природной среды.

Библиографический список

1. Высоцкий, Г.Н. Избранные сочинения. Т. II. Почвенные и почвенно-гидрологические работы [Текст] / Г.Н. Высоцкий. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 398 с.
2. Доскач, А.Г. Основные черты геоморфологии бессточных впадин Волго-Уральского междуречья [Текст] / А.Г. Доскач // Природа и кормовые особенности лиманов. – М.-Л.: АН СССР, 1956. – С. 24-57.
3. Доскач, А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни [Текст] / А.Г. Доскач. – М.: Наука, 1979. – 140 с.
4. Костяков, А.Н. Основы мелиорации [Текст] / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
5. Кригер, Р.Э. Лиманное орошение в Заволжье [Текст] / Р.Э. Кригер. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1954. – 80 с.
6. Ларин, И.В. Лиманное орошение кормовых площадей и задачи его дальнейшего изучения [Текст] / И.В. Ларин // Природа и кормовые особенности растительности лиманов. – М.-Л.: АН СССР, 1956. – С. 5-23.
7. Левина, Ф.Я. Растительность лиманов севера Волго-Уральского междуречья [Текст] / Ф.Я. Левина // Природа и кормовые особенности растительности лиманов. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1956. – С. 99-257.
8. Мамин, В.Ф. Использование лиманных лугов [Текст] / В.Ф. Мамин, Л.Ф. Савельева. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 68 с.
9. Мамин, В.Ф. Лиманы – кладовые кормов [Текст] / В.Ф. Мамин, Л.Ф. Савельева. – Волгоград: Нижн.-Волжское кн. изд., 1986. – 143 с.
10. Мамин, В.Ф. Проблемы сохранения и улучшения природных лиманов Российского Прикаспия [Текст] / В.Ф. Мамин // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. – Волгоград, 2000. – С. 33-47.
11. Сабиров, М.С. Лиманное орошение [Текст] / М.С. Сабиров. – Алма-Ата, Кайнар, 1966. – 172 с.
12. Соловьев, В.А. Мелководные лиманы [Текст] / В.А. Соловьев. – Саратов, 1954. – 56 с.
13. Соловьев, В.А. Сельскохозяйственное использование земель лиманного орошения [Текст] / В.А. Соловьев // Лиманное орошение. – М., 1970. – С. 121-164.
14. Усов, Д.А. Практическое руководство по лиманному орошению [Текст] / Д.А. Усов. – Алма-Ата, Кайнар, 1969. – 196 с.
15. Шумаков, Б.А. Лиманное орошение [Текст] / Б.А. Шумаков. – Ставрополь, 1959. – 50 с.
16. Шумаков, Б.Б. Гидромелиоративные основы лиманного орошения [Текст] / Б.Б. Шумаков. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 214 с.

Reference

1. Vysockij, G. N. Izbrannye sochineniya. T. II. Pochvennye i pochvenno-gidrologicheskie raboty [Tekst] / G. N. Vysockij. - M.: Izd. AN SSSR, 1962. - 398 p.

2. Dorskach, A. G. Osnovnye cherty geomorfologii besstochnyh vpadin Volgo-Ural'skogo mezhdurech'ya [Tekst]/ A. G. Dorskach // Priroda i kormovye osobennosti limanov. - M. - L.: AN SSSR, 1956. - P. 24-57.
3. Dorskach, A. G. Prirodnoe rajonirovanie Prikaspijskoj polupustyni [Tekst] / A. G. Dorskach. - M.: Nauka, 1979. - 140 p.
4. Kostyakov, A. N. Osnovy melioracii [Tekst]/ A. N. Kostyakov. - M.: Sel'hozgiz, 1960. - 621 s.
5. Kriger, R. Je. Limannoe oroshenie v Zavolzh'e [Tekst]/ R. Je. Kriger. - M. - L.: Izd. AN SSSR, 1954. - 80 p.
6. Larin, I. V. Limannoe oroshenie kormovyh ploschadej i zadachi ego dal'nejshego izucheniya [Tekst]/ I. V. Larin // Priroda i kormovye osobennosti rastitel'nosti limanov. - M. - L.: AN SSSR, 1956. - P. 5-23.
7. Levina, F. Ya. Rastitel'nost' limanov severa Volgo-Ural'skogo mezhdurech'ya [Tekst]/ F. Ya. Levina // Priroda i kormovye osobennosti rastitel'nosti limanov. - M. - L.: Izd. AN SSSR, 1956. - P. 99-257.
8. Mamin, V. F. Ispol'zovanie limannyh lugov [Tekst]/ V. F. Mamin, L. F. Savel'eva. - M.: Rossel'hozizdat, 1978. - 68 p.
9. Mamin, V. F. Limany - kladovye kormov [Tekst]/ V. F. Mamin, L. F. Savel'eva. - Volgograd: Nizhn. - Volzhskoe kn. izd., 1986. - 143 p.
10. Mamin, V. F. Problemy sohraneniya i uluchsheniya prirodnih limanov Rossijskogo Prikaspiya [Tekst]/ V. F. Mamin // Ispol'zovanie zemel' limannogo orosheniya v sovremennyh usloviyah. - Volgograd, 2000. - P. 33-47.
11. Sabirov, M. S. Limannoe oroshenie [Tekst]/ M. S. Sabirov. - Alma-Ata, Kajnar, 1966. - 172 p.
12. Solov'ev, V. A. Melkovodnye limany [Tekst]/ V. A. Solov'ev. - Saratov, 1954. - 56 p.
13. Solov'ev, V. A. Sel'skohozyajstvennoe ispol'zovanie zemel' limannogo orosheniya [Tekst]/ V. A. Solov'ev // Limannoe oroshenie. - M., 1970. - P. 121-164.
14. Usov, D. A. Prakticheskoe rukovodstvo po limannomu orosheniyu [Tekst]/ D. A. Usov. - Alma-Ata, Kajnar, 1969. - 196 p.
15. Shumakov, B. A. Limannoe oroshenie [Tekst]/ B. A. Shumakov. - Stavropol', 1959. - 50 p.
16. Shumakov, B. B. Gidromeliorativnye osnovy limannogo orosheniya [Tekst]/ B. B. Shumakov. - L.: Gidrometeoizdat, 1979. - 214 p.

E-mail: koshkarova_ts@vniioz.ru

УДК 633.8

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ РЫЖИКА ОЗИМОГО

INFLUENCE OF SOWING TIMES AND PLANT GROWTH REGULATORS ON THE CAMELINA SATIVA YIELD

Г.А. Медведев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А.А. Рязанов, аспирант

G.A. Medvedev, A.A. Ryazanov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

На основании исследований 2014-2017 годов в двухфакторном полевом опыте показано влияние четырех сроков посева и регуляторов роста растений Эпин и Циркон на лабораторную всхожесть, длину корешков, массу проростков, рост, развитие и урожайность маслосемян рыжика озимого на светло-каштановых почвах Волгоградской области. Показано, что несмотря на различные по увлажнению годы урожайность рыжика озимого не опускалась ниже 1,5 т/га. Наиболее высокая урожайность 2,26 т/га была достигнута в 2017 году, когда за период вегетации выпало более 170 мм осадков. Во все годы наблюдений наиболее благоприятные условия для формирования урожая складывались на третьем сроке посева (17-20 сентября). Из регуляторов роста растений преимущество оказалось на стороне Эпина. Урожайность рыжика озимого при третьем сроке посева с обработкой семян перед посевом раствором эпина, в среднем за три года, составила 2,09 т/га при рентабельности производства 189 %.

Based on research in 2014-2017 in two-factor field experiment, the influence of four seeding and plant growth regulators of Epin and Zirkon on laboratory germination, rootlet length, the weight of seedlings, the growth and productivity of winter seedlings of *Camelina sativa* on light chestnut soils of the Volgograd Region was shown. It is shown that, despite the different years of humidification, the yield of the *Camelina sativa* did not fall below 1.5 t / ha. The highest yield of 2.26 t / ha was achieved in 2017, when over 170 mm fell during the vegetation period precipitation. During all the years of observation, the most favorable conditions for the formation of the crop were formed on the third term of sowing (September 17-20). Of the plant growth regulators, the advantage was on Epin's side. The yield of the *Camelina sativa* at the third sowing period with the processing of seeds before sowing with an epin solution averaged 2,09 t / ha for an average of three years, while the profitability of production was 189%.

Ключевые слова: *сроки посева, регуляторы роста растений, рыжик озимый, полевая всхожесть, сохранность растений, урожайность.*

Key words: *sowing terms, plant growth regulators, Camelina sativa, field germination, plant conservation, yield.*

Введение. В Волгоградской области в настоящее время возрос интерес к культуре рыжика озимого. Исследователями выявлен целый комплекс преимуществ этой культуры, позволяющих вводить её в полевые севообороты [2, 3]. Это тем более важно, что набор полевых культур в Волгоградской области чрезвычайно ограничен. Сложившаяся структура пашни в области приводит к целому ряду проблем в нашем аграрном комплексе, решать которые надо через расширение набора культур, адаптированных к местным условиям [1, 4, 5]. В первую очередь необходимо обратить внимание на неоправданное расширение посевов подсолнечника. В некоторых районах доля подсолнечника в севообороте превышает 30-35 %. Это приводит к деградации и ухудшению агрофизических свойств почв, одностороннему выносу элементов минерального питания и засоренности полей заразой и такими патогенами, как фомопсис, серая гниль и другие. В сложившейся ситуации озимый рыжик может оказаться реальной альтернативой подсолнечнику, частично замещая его в группе масличных культур. Однако агротехника озимого рыжика в Волгоградской области еще не достаточно изучена. Повышение продуктивности посевов рыжика озимого за счет оптимизации срока посева и подбора наиболее эффективного регулятора роста и явилось основной задачей наших исследований в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области.

Материалы и методы. Полевые опыты закладывались нами в 2014-2017 гг. на опытном участке УНПЦ «Горная поляна». Схема опыта включала следующие варианты: Фактор (А) сроки посева: 1. Первый срок – 3-5 сентября. 2. Второй срок – 10-12 сентября. 3. Третий срок – 17-20 сентября. 4. Четвертый срок – 24-27 сентября. Фактор (В) применение регуляторов роста растений включал следующие варианты: 1. Контроль (без обработки регуляторами роста). 2. Циркон – 1 мл/т. 3. Эпин – 20 мл/т семян. Расход рабочей жидкости – 10 л/т. Посев проводили по черному пару с нормой высева 6 млн всхожих семян на га. Учетная площадь делянки 100 м², повторность трехкратная. Лабораторные и полевые опыты закладывали по методике Б.А. Доспехова [7].

Результаты и обсуждение. По метеорологическим условиям годы исследования были различными. Исключительно сухим оказался 2015 год, 2014 год был умеренно влажным, а 2016 и 2017 годы были достаточно влажными. Однако и в сравнительно влажные годы осадки выпадали неравномерно, и в отдельные периоды роста рыжик озимый испытывал недостаток влаги в активном слое почвы. Рыжик относится к группе скороспелых культур. Длина вегетационного периода зависит от сроков посева и от метеорологических условий весны и лета [8, 6, 9]. Однако, как показывает опыт многолетнего выращивания рыжика, при различных гидротермических условиях созревает он обычно во второй декаде июля. Полный цикл развития рыжика озимого – от начала

всходов до созревания, считая и период зимнего покоя, составляет 290-315 дней [11, 10]. Результаты лабораторных опытов показали, что действие регуляторов роста начинает проявляться еще на стадии проростков (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на лабораторную всхожесть семян озимого рыжика (среднее за 2014-2016 гг.)

Препарат	Энергия прорастания, %	Разница от контроля, %	Лабораторная всхожесть, %	Разница от контроля, %
Контроль	90,0	-	95,3	-
Циркон	93,5	3,5	98,3	3,0
Эпин	94,8	4,8	99,5	4,2
Гумат	92,5	2,5	98,0	2,7
Гумат+калмаг	90,0	-	97,1	1,8
Зеребра-агро	93,0	4,0	98,2	2,9

На основе данных лабораторных исследований мы можем отметить, что наибольшие показатели энергии прорастания были отмечены на варианте с Эпином (94,8 %), а также с препаратом Циркон (93,5 %). По всхожести следует отметить, что лучший результат у семян, обработанных Эпином (99,5 %) и препаратами Циркон и Зеребра-агро (98,2-98,3 %). Использование регуляторов роста Эпин, Циркон и Зеребра-агро способствует улучшению посевных качеств семян озимого рыжика. После обработки семян стимуляторами роста энергия прорастания увеличилась на 2,5-4,8 %, а лабораторная всхожесть – 1,7-4,2 %. Следует отметить, что стимуляторы роста оказывали влияние не только на посевные качества семян, но и на размеры корешков и массу проростков (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на длину корешков и массу проростков озимого рыжика (среднее за 2014-2016 гг.)

Препарат	Длина корешков, см	Разница от контроля, %	Масса 100 проростков, г	Разница от контроля, %
Контроль	1,6	-	0,55	-
Циркон	2,3	30,4	0,78	29,5
Эпин	2,4	33,3	0,84	34,5
Гумат	1,9	15,8	0,62	11,3
Гумат+калмаг	1,6	-	0,59	6,8
Зеребра-агро	2,2	27,3	0,70	21,4

Длиннее корешки оказались у проростков после обработки Эпином – 2,4 см, что превысило контроль на 0,8 см. Также разницей на 0,6 см по сравнению с контролем отличались вариант 2 (Циркон) и разницей на 0,7 см вариант 6 (Зеребра-агро). Семена, обработанные стимуляторами роста, имели более сильные проростки по отношению к контролю. Самая большая масса проростков была зафиксирована на варианте с эпином – 0,84 г, что на 34,5 % больше, чем на контрольном варианте. На основании этих данных Эпин и Циркон были включены в полевые исследования.

Как отмечают многие исследователи, в полевых условиях величина урожая полевых культур определяется деятельностью фотосинтетического аппарата растений. Как показали наши наблюдения, основные показатели фотосинтетической деятельности рыжика озимого по вариантам опыта были различными (таблица 3). Анализируя данные таблицы 3, отмечаем, что на величину листовой поверхности рыжика озимого большое влияние оказывают в первую очередь биопрепараты и во вторую очередь сроки посева. Самая большая максимальная площадь листьев в среднем за три года отмечена на варианте с эпином на третьем сроке посева – 31,42 тыс. м²/га. Контрольный вариант уступал ему около 5,0 тыс., а вариант с цирконом – 1,3 тыс. м²/га. Наименьшей площадь листьев в фазу бутонизации была на варианте без применения стимуляторов роста на первом сроке посева и составляла 24,55 тыс. м²/га.

Таблица 3 – Основные показатели фотосинтетической деятельности в посевах рыжика озимого в зависимости от срока посева и стимуляторов роста, среднее за 2015-2017 гг.

Вариант обработки	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал посева, млн м ² × сутки/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сутки
Контроль			
1 срок	24,55	1036,5	1,84
2 срок	26,47	1094,1	1,89
3 срок	26,89	1106,7	1,92
4 срок	25,21	1056,3	1,87
Циркон			
1 срок	26,74	1102,2	1,94
2 срок	28,52	1156,6	1,98
3 срок	30,17	1205,1	2,03
4 срок	25,24	1057,2	1,92
Эпин			
1 срок	27,21	1116,3	2,01
2 срок	29,83	1194,9	2,05
3 срок	31,42	1242,6	2,07
4 срок	28,87	1166,1	2,04

В среднем за три года исследований показатель фотосинтетического потенциала менялся от 1036,5 тыс. м² × сутки / га на варианте без применения стимуляторов роста на первом сроке посева до 1242,6 тыс. м² × сутки / га на варианте с применением эпина на третьем сроке посева.

Максимальные показатели чистой продуктивности фотосинтеза наблюдались на варианте с применением эпина на третьем сроке посева и составляли 2,07 г/м² в сутки, минимальная чистая продуктивность фотосинтеза была на варианте без применения стимуляторов роста на первом сроке посева и составляли 1,84 г/м² в сутки. Всё это, естественно, отразилось на урожайности рыжика озимого (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность озимого рыжика по годам, т/га

Срок посева	Годы			
	2015	2016	2017	Среднее
Контроль				
1 срок	1.37	1.60	1.74	1.57
2 срок	1.61	1.78	1.89	1.76
3 срок	1.68	1.82	1.87	1.79
4 срок	1.65	1.69	1.70	1.68
Циркон				
1 срок	1.66	1.79	1.89	1.78
2 срок	1.78	1.94	1.98	1.90
3 срок	1.89	2.03	2.11	2.01
4 срок	1.90	1.97	1.95	1.94
Эпин				
1 срок	1.67	1.85	1.91	1.81
2 срок	1.87	2.02	2.08	1.99
3 срок	1.91	2.10	2.26	2.09
4 срок	1.85	1.97	1.94	1.92
НСП ₀₅ А	0,09	0,11	0,13	
НСП ₀₅ В	0,12	0,10	0,12	
НСП ₀₅ АВ	0,11	0,13	0,13	

Анализируя данные урожайности рыжика озимого, отмечаем, что в неблагоприятных условиях 2015 года заметно снижение урожайности по всем вариантам опыта. В этом году урожайность по вариантам колебалась от 1,37 до 1,91 т/га. В 2016 году урожайность рыжика была более высокой и колебалась по вариантам опыта от 1,60 до 2,10 т/га. Наиболее высокой урожайность была в 2017 году. На лучшем варианте она составила 2,26 т/га, при урожайности на контроле 1,74 т/га. Во все годы наблюдений наиболее высокая урожайность рыжика озимого формировалась на третьем сроке посева.

Из биопрепаратов наиболее продуктивным оказался Эпин. В пределах третьего срока посева контрольный вариант проигрывал варианту с Эпином – 16,7 %, а варианту с Цирконом – 12,3 %. В среднем за три года опытов наибольшую урожайность удалось достичь на третьем сроке посева с обработкой семян препаратом Эпин – 2,09 т/га, что на 40,3 % больше, чем на контроле. В связи с тем, что производителей сельскохозяйственной продукции интересует не только величина урожая, но и экономика производства, то мы приводим и экономические показатели (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние приемов агротехники на экономические показатели возделывания рыжика озимого (среднее за 2015-2017 гг.)

Препарат	Срок посева	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные издержки, руб./га	Себестоимость 1 т, руб.	Расчетная прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
Циркон	1 срок	1,78	26700	10586	5537	16114	147,1
	2 срок	1,90	28500	10586	5196	17914	163,6
	3 срок	2,01	30150	10586	4894	19564	178,6
	4 срок	1,94	29100	10586	5091	18514	169,0
Эпин	1 срок	1,81	27150	10685	5529	16465	150,3
	2 срок	1,99	29850	10685	5023	19165	175,0
	3 срок	2,09	31350	10685	4773	20665	189,0
	4 срок	1,92	28800	10685	5193	18115	165,4
Контроль	1 срок	1,57	23550	10385	6103	13165	126,8
	2 срок	1,76	26400	10385	5470	16015	154,2
	3 срок	1,79	26850	10385	5391	16465	158,5
	4 срок	1,68	25200	10385	5725	14815	142,7

Из данных таблицы 5 следует, что возделывание рыжика озимого на светло-каштановых почвах Волгоградской области экономически выгодно, даже на контрольном варианте. Из сроков посева по экономическим показателям выделяется третий. На этом сроке посева рентабельность производства рыжика колеблется по вариантам от 158,5 до 189,0 %, а расчетная прибыль – от 16 465 до 20 665 руб./га. Что касается регуляторов роста растений, то независимо от срока посева, наилучшие экономические показатели были достигнуты на варианте с эпином. В среднем за три года наибольший уровень рентабельности был достигнут на третьем сроке посева с обработкой семян перед посевом раствором эпина – 189 %.

Заключение. Трехлетние наблюдения за ростом и развитием рыжика озимого позволяют сделать следующее заключение. Для получения высоких урожаев рыжика озимого на светло-каштановых почвах Волгоградской области его следует высевать с 10 по 20 сентября. Семена перед посевом необходимо обработать раствором эпина (20 мл/т) с расходом рабочего раствора 10 л/т семян. Это позволит ежегодно получать более 2,0 т/га маслосемян рыжика озимого с рентабельностью не ниже 180 %.

Библиографический список

1. Беляк, В.Б. Методические рекомендации по возделыванию и семеноводству рыжика [Текст] / В. Б. Беляк. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 40 с.
2. Буянкин, В.И. Маслосемена рыжика разных сортов как источник незаменимых жирных кислот в нашем питании [Текст] / В.И. Буянкин, В.М. Федорова // Научно-агрономический журнал. – 2013. – № 2. – С. 17-20.
3. Буянкин, В.И. Посеешь рыжик, пожнешь выгоду [Текст] / В.И. Буянкин // Поле деятельности. – 2013. – № 5. – С. 50-53.
4. Буянкин, В.И. Особенности выращивания рыжика и значение его в севооборотах Южного и Поволжского федеральных округов страны [Текст] / В.И. Буянкин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции и заседания Совета по ведению земледелия в засушливых условиях 9-10 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 15-22.
5. Буянкин, В.И. История освоения, технология, экономическая эффективность масличной культуры рыжик [Текст] / В.И. Буянкин, Г.И. Нестеренко. – Уральск: ЗКФ АО «НЦНТИ», 2014. – 88 с.
6. Воскресенская, Г.С. Рыжик [Текст] / Г.С. Воскресенская. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 47 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – С. 336.
8. Зубков, В.В. Рекомендации по возделыванию перспективной масличной культуры рыжика посевного [Текст] / В.В. Зубков, О.В. Терентьев, В.И. Буянкин. – Самара: Самара-АРИС, 2014. – 16 с.
9. Кшникаткина, А.Н. Как регуляторы роста растений влияют на семена рыжика [Текст] / А.Н. Кшникаткина, Т.Я. Прахова, А.Е. Сафронкин // Фермер. Поволжье. – 2016. – № 8(50). – С. 15-18.
10. Прахова, Т. Я. Продуктивность рыжика озимого в зависимости от приемов технологии возделывания [Текст] / Т.Я. Прахова // Молодой ученый. – 2013. – № 6. – С. 783-784.
11. Чекмарев, П.А. Интродукция нетрадиционных масличных культур [Текст] / П.А. Чекмарев, А.А. Смирнов, Т.Я. Прахова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №7. – С. 3-5.

Reference

1. Belyak, V. B. Metodicheskie rekomendacii po vozdel'yvaniyu i semenovodstvu ryzhika [Tekst] / V. B. Belyak. - M.: Rossel'hozakademiya, 2004. - 40 p.
2. Buyankin, V. I. Maslosemena ryzhika raznyh sortov kak istochnik nezamenimyh zhirnykh kislot v nashem pitanii [Tekst] / V. I. Buyankin, V. M. Fedorova // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. - 2013. - № 2. - P. 17-20.
3. Buyankin, V. I. Poseesh' ryzhik, pozhnesh' vygodu [Tekst] / V. I. Buyankin // Pole deyatel'nosti. - 2013. - № 5. - P. 50-53.
4. Buyankin, V. I. Osobennosti vyraschivaniya ryzhika i znachenie ego v sevooborotah Yuzhnogo i Povolzhskogo federal'nyh okrugov strany [Tekst] / V. I. Buyankin // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa v sovremennykh usloviyakh: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii i zasedaniya Soveta po vedeniyu zemledeliya v zasushlivykh usloviyakh 9-10 iyunya 2014 g. - Volgograd, 2014. - P. 15-22.
5. Buyankin, V. I. Istoriya osvoeniya, tehnologiya, jkonomicheskaya jffektivnost' maslichnoj kul'tury ryzhik [Tekst] / V. I. Buyankin, G. I. Nesterenko. - Ural'sk: ZKF AO "NCNTI", 2014. - 88 p.
6. Voskresenskaya, G. S. Ryzhik [Tekst] / G. S. Voskresenskaya. - M.: Sel'hozgiz, 1952. - 47 p.
7. Dospehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B. A. Dospehov. - M.: Kolos, 1985. - P. 336.
8. Zubkov, V. V. Rekomendacii po vozdel'yvaniyu perspektivnoj maslichnoj kul'tury ryzhika posevnogo [Tekst] / V. V. Zubkov, O. V. Terent'ev, V. I. Buyankin. - Samara: Samara-ARIS, 2014. - 16 p.
9. Kshnikatkina, A. N. Kak regul'yatory rosta rastenij vliyayut na semena ryzhika [Tekst] / A. N. Kshnikatkina, T. Ya. Prahova, A. E. Safronkin // Fermer. Povolzh'e. - 2016. - № 8(50). - P. 15-18.

10. Prahova, T. Ya. Produktivnost' ryzhika ozimogo v zavisimosti ot priemov tehnologii vozdel'yvaniya [Tekst] / T. Ya. Prahova // Molodoj uchenyj. - 2013. - № 6. - P. 783-784.

11. Chekmarev, P. A. Introdukciya netradicionnyh maslichnyh kul'tur [Tekst] / P. A. Chekmarev, A. A. Smirnov, T. Ya. Prahova // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2013. - №7. - P. 3-5.

E-mail: rastenievodstvo44@mail.ru

УДК 631.524.84:631.526.325:635.21:631.67(470.56)

ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЕКЦИОННЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

THE PRODUCTIVITY OF BREEDING HYBRIDS OF POTATO IN IRRIGATED CONDITIONS IN THE STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URALS

А.А. Мушинский¹, доктор сельскохозяйственных наук

Е.В. Аминова¹, кандидат сельскохозяйственных наук

Т.Т. Дергилева², старший научный сотрудник

А. А. Mushinskiy¹, E. V. Aminova¹, T. T. Dergileva²

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург

²ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства
и картофелеводства», г. Челябинск

¹Federal Scientific Centre of Biological systems and Agrotechnologies of Russian Academy
of Sciences, Orenburg

²South-Ural Research Institute of Horticulture and Potato-Growing, Chelyabinsk

В 2012-2015 гг. в орошаемых условиях степной зоны Южного Урала проведено сравнительное испытание пяти селекционных гибридов картофеля (10.76.8; 10.76.25; 02.33.8; 05.57.32; 10.77.2). В результате 4-х летнего исследования максимальная продуктивность получена у гибрида 05.57.32 – 1,259 кг/куста, она превышала контрольный сорт Невский в 2 раза. Наибольшее количество клубней с одного растения получено у гибридов 10.76.8 (31 шт./куст) и 05.57.32 (21 шт./куст). Сравнение средней массы товарного клубня показало, что наибольшая величина этого показателя наблюдалась у номеров: 05.57.32 (127,0 г) и 10.76.25 (123,5 г) и превысила контроль на 162-158,3 %. В среднем за 4 года исследуемые гибриды имели товарность в пределах 85-94,3 %, что делает их хозяйственно ценными. По содержанию в клубнях картофеля крахмала (16,0-16,5 %) и сухого (22,3-22,6 %) вещества выделены селекционные гибриды 10.77.2, 05.57.32. Следовательно, выделен наиболее адаптивный к местным условиям и перспективный для селекции гибрид 05.57.32, сочетающий высокую продуктивность с комплексом хозяйственно-ценных признаков картофеля.

In 2012-2015 in irrigated conditions of the steppe zone of the southern Urals a comparative test of five breeding potato hybrids was conducted (10.76.8; 10.76.25; 02.33.8; 05.57.32; 10.77.2). As a result of a 4-year study, the maximum productivity was obtained from a hybrid of 05.57.32 – 1.259 kg/Bush and exceeded the Nevsky control variety by 2 times. The greatest number of tubers per plant obtained from hybrids 10.76.8 (31 pieces/Bush) and 05.57.32 (21 PCs./hive). Comparison of the average mass of commodity tuber showed that the highest value of this indicator was observed in the numbers: 05.57.32 (127.0 g) and 10.76.25 (123.5 g), and exceeded the control by 162% -158.3 %. On average, for 4 years studied hybrids had marketability within 85 % - 94.3 %, which makes them economically valuable. According to the content of potato starch in tubers (16.0 % - 16.5 %) and dry (22.3 % - 22.6 %) substances selected hybrids 10.77.2, 05.57.32. Therefore, the most adaptive to local conditions and perspective for selection hybrid - 05.57.32 combining high productivity with a complex of economic and valuable characteristics of potatoes is allocated.

Ключевые слова: картофель, продуктивность, крахмал, сухое вещество, масса товарного клубня.

Key words: potato, yield, starch, dry matter, marketable tuber weight.

**Статья подготовлена в рамках плана выполнения фундаментальных
научных исследований по программе РАН № 0761-2018-0024**

Введение. Наиболее дешевым и эффективным способом повышения урожайности картофеля и ее стабильности является сорт, и значимость его постоянно увеличивается. Во многих странах мира вклад сорта в обеспечение урожайности культур стал составлять не менее 50 % [8, 9, 2]. По мнению ученых [6, 7, 5], селекция, направленная на достижение максимальной продуктивности, существенно ослабляет защитную систему растений и, как следствие, снижает их устойчивость к неблагоприятным условиям. Поэтому выведение сортов картофеля, способных максимально реализовать возможности генотипа в постоянно меняющихся условиях выращивания, является актуальной задачей.

Одним из важных этапов в селекционной работе является отбор исходного селекционного гибридного материала, сочетающего максимально возможное количество положительных хозяйственно-биологических признаков.

Цель исследований заключалась в изучении и выделении наиболее адаптивных к местным условиям и перспективных для селекции гибридного материала, сочетающего высокую продуктивность с комплексом хозяйственно-ценных признаков для создания новых сортов картофеля.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2012-2015 гг. на орошаемом участке ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района. Опыт закладывался по однофакторной схеме в 3-х кратной повторности. Ширина междурядий 0,75 м², общая площадь 3600 м². Почва экспериментального участка – чернозем южный остаточнo-луговатый слабогумусированный среднесиловый тяжело- и среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 3,2 %, – характеризуется низкой обеспеченностью подвижными формами азота – 6,35 мг/100 г почвы и фосфора – 8,63...9,96 мг/100 г почвы и средней – подвижным калием – 22 мг/100 г почвы.

Объектами исследований послужили селекционные гибриды картофеля, полученные в лаборатории селекции картофеля ФГБНУ «Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства»: 10.76.8 (Крепыш х BoraValley); 10.76.25 (Крепыш х Bora Valley); 02.33.8 (Ван Гог х Фреско); 05.57.32 (Спиридон х Шурминский); 10.77.2 (Bora Valley х Аврора). В качестве контроля был взят районированный сорт картофеля Невский. Эти гибриды (1 поколение) получены в результате скрещивания полиплоидных форм различных диких видов (*S. andigenum*, *S. stoloniferum*, *S. vernei*, *S. Chacoense*) с тщательно подобранными в соответствии с целями селекции сортами картофеля.

Предшественник – коострец безостый. Под зяблевую вспашку вносили калийные удобрения, весной – аммофос и аммиачную селитру, общая норма – N₇₅P₁₂₀K₁₁₂.

Закладки полевых опытов в исследуемые годы проводили с 12 по 16 мая. Посадку картофеля проводили в полугребни картофелесажалкой GRIMME с одновременным протравливанием клубней. Нарезку гребней осуществляли гребнеобразователем GRIMME. Гибриды выращивали в относительно чистых фитосанитарных условиях, где предусматривался комплекс обязательных агроприемов. За время вегетации посеы 3 раза обрабатывали гербицидами и 2 раза – фунгицидами. Поливы проводили дождевальнoй машиной ДМ-100 «Фрегат» от 6 до 9 раз в зависимости от погодных условий с оросительной нормой 2750-3350 м³/га, поливная норма изменялась от 250 до 450 м³/га.

Закладку опыта проводили согласно методике Б.А. Доспехова [1]. Содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия определяли по ГОСТ 26205-84 (метод Мачигина). Агрономическую оценку и учет основных элементов структуры урожая проводили по общепринятой методике «Методика исследований по культуре картофеля» [4]. При обработке экспериментальных данных использовали метод дисперсионного анализа с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты и обсуждение. Всходы исследуемых селекционных гибридов картофеля появились на 17...23 день после посадки. Бутонизация и цветение были отмечены на 30...35 и 37...45 день с момента появления всходов. Уборочная спелость исследуемых гибридов картофеля наступила 2...10 сентября, т.е. через 110...118 дней с момента посадки. Таким образом, все селекционные гибриды заканчивают свою вегетацию до наступления заморозков в зоне проведения исследований.

В среднем за годы проведения исследований (2012-2015 гг.) максимальная продуктивность с одного куста была получена у гибрида 1,259 кг – 05.57.32, по остальным вариантам изменялась от 0,653 кг (02.33.8) до 1,106 кг (10.76.25). Результаты статистического анализа выявили достоверное отличие всех исследуемых гибридов от контрольного сорта Невский. Наименьшую прибавку показал гибрид – 02.33.8 – 0,083 кг.

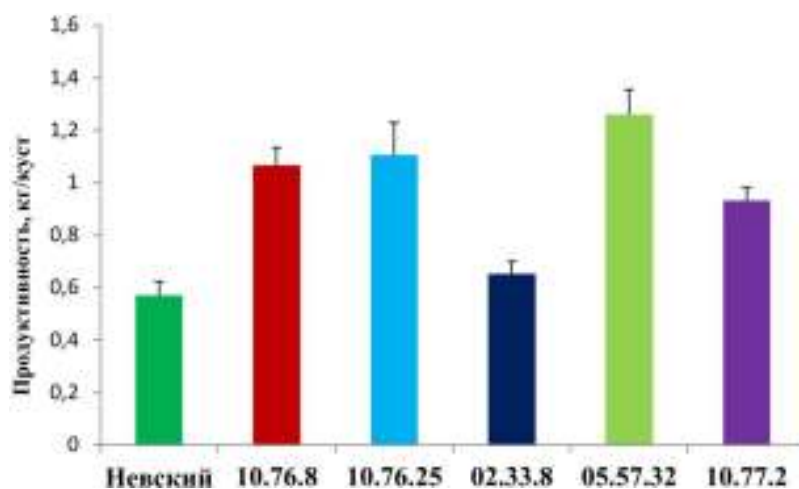


Рисунок 1 – Продуктивность гибридов картофеля в среднем за 2012-2015 гг.

Наиболее ценны гибриды картофеля, обладающие таким признаком, как многоклубневость, которая является одним из компонентов продуктивности [3]. Наибольшее количество клубней наблюдалось в вариантах с посадками селекционных клонов: 10.76.8 (31 шт./куст), 05.57.32 (21 шт./куст), 10.77.2 (18 шт./куст), тем самым превышая контроль на 190 %, 90,9 % и 63,6 % соответственно. Анализируя данные, следует отметить, что статистически недостоверно от контрольного сорта отличался гибрид 02.33.8 (на 18,0 %).

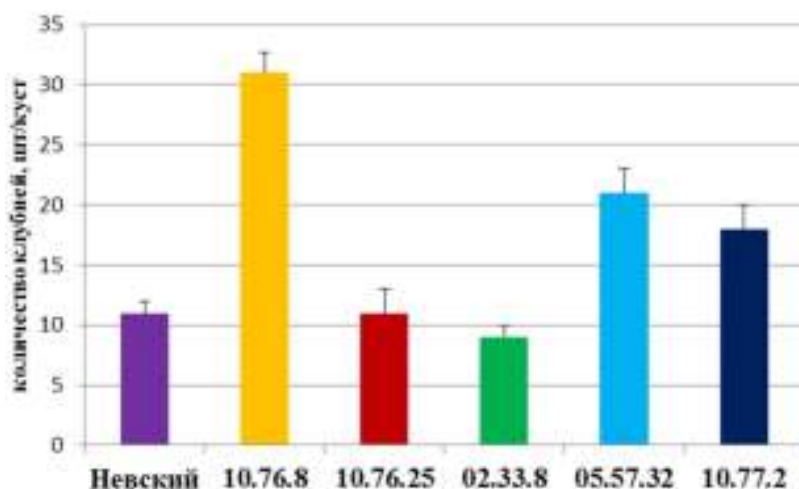


Рисунок 2 – Количество клубней, шт./куста в среднем за 2012-2015 гг.

Рассматривая структуру урожая картофеля, видим, что некоторые испытываемые гибриды (05.57.32, 10.76.8, 10.77.2) превышают показатели по товарности и массе товарного клубня в сравнении с контролем сорта Невский, и эти различия достоверны.

Полученные данные свидетельствуют, что исследуемые гибриды имели товарность в пределах 85-94,3 %, что делает их хозяйственно ценными. Следует отметить, что наибольшим выходом товарной продукции отличались гибриды: 05.57.32 – 94,3 %, 10.76.25 – 93,8 %, 02.33.8 – 93,6 %.

Средняя масса клубня исследуемых объектов варьировала в пределах 80,0-127,0 г. Сравнение средней массы товарного клубня показало, что наибольшая величина этого показателя наблюдалась у гибридов: 05.57.32 (127,0 г), 10.76.25 (123,5 г), 02.33.8 (116,6 г). Наименьшая средняя масса клубней картофеля получена у гибрида 10.77.2 – 80,1 г. Все исследуемые объекты превышали стандарт Невский на 2,7-171,0 %.

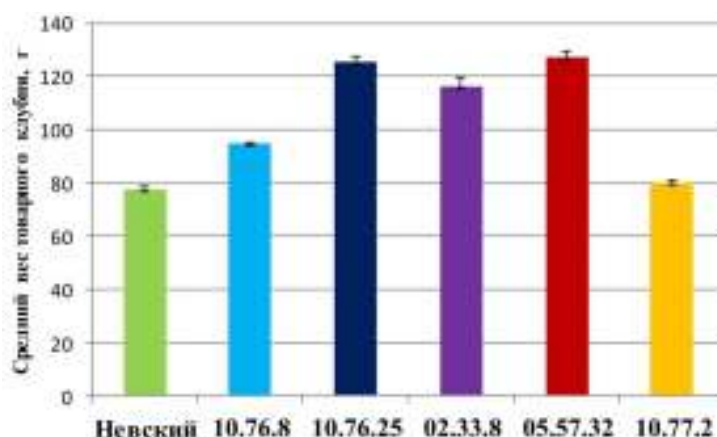


Рисунок 3 – Средняя масса товарного клубня, (г) в среднем за 2012-2015 гг.

Как известно, крахмалистость картофеля также меняется в зависимости от погодных условий, места произрастания и сорта. В результате проведенных исследований в условиях степной зоны Южного Урала номера картофеля с очень низким (< 10 %) и очень высоким (20,1-22,6 %) содержанием крахмала не выявлены. Из проанализированных 5 гибридов содержание крахмала в клубнях картофеля изменялось от 16,5 % (10.77.2) до 12,8 % (10.76.8), на контрольном варианте (сорт Невский) содержание крахмала в клубнях ограничивалось 14,1 %.

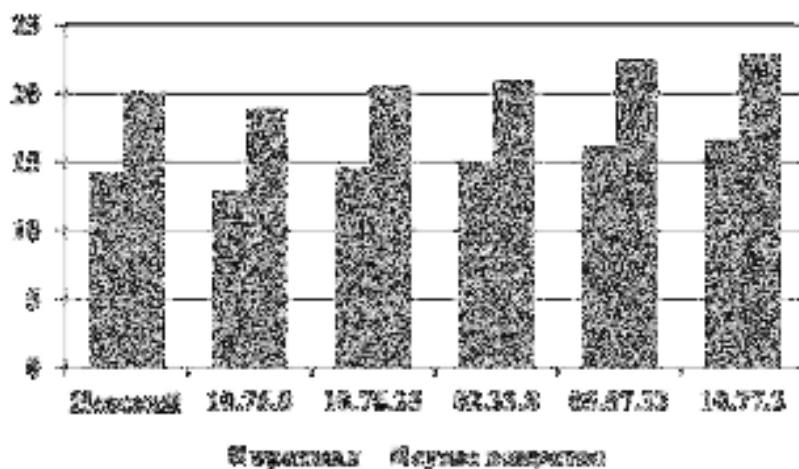


Рисунок 4 – Содержание крахмала и сухого вещества (%) в среднем за 2012-2015 гг.

На основании проведенных исследований установлено, что наибольшее содержание крахмала и сухого вещества в клубнях составило у образцов: 10.77.2, 05.57.32 – 16,5 % и 22,6 %; 16,0 % и 22,3 % соответственно.

Заключение. Таким образом, в орошаемых условиях степной зоны Южного Урала выделен наиболее адаптивный к местным условиям и перспективный для селекции гибрид – 05.57.32, сочетающий высокую продуктивность (1,259 кг/куста), высокое содержание крахмала (16,0 %) и сухого вещества (22,3 %) для создания новых сортов картофеля.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст]/ Б.А. Доспехов. – М., 1985. – 351 с.
2. Заикин, В.В. Полиморфизм морфобиологических признаков растений *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH в связи с селекцией на адаптивность [Текст]. Дисс. кандидат с.-х. / В.В. Заикин. – Орел, 2016. – 147 с.
3. Киру, С.Д. Андийские культурные виды картофеля как исходный материал для селекции [Текст] / С.Д. Киру, С.В. Палеха // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб, 2007. – С. 57-71.
4. Методика исследований по культуре картофеля [Текст]. – М., 1967. – 263 с.
5. Молчан, И.М. Спорные вопросы в селекции растений [Текст] / И.М. Молчан, Л.Г. Ильина, П.И. Кубарев // Селекция и семеноводство. – 1996. – №1-2. – С. 36-51.
6. Fernandez – Escobar J., Rodriguez – Ojeda M.I., Flonso L.C. Distribution and dissemination of sunflower broomrape (*Orobanche Cumana* Wallr.) race F in Southern Spain. *Int. Sunfl. Conf. Cordoba. Spain. 2008*:231-236.
7. Fernandez – Martinez J.M., Dominguez J., Perez – Vich B., Velasco L. Update on breeding for resistance to sunflower broomrape. *Helia*, 2008, 31: 73-84 (doi:10.2298/HEL0848073F).
8. Jain H.K. Eighty years of post Mendelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 1986., 1:30-53.
9. Richards R.A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Exp. Bot.*, 2000, 51:447-458 (doi:10.1093/jexbot/ 51.suppl_1.447).

Reference

1. Dosphehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst]/ B. A. Dosphehov. - M., 1985. - 351 p.
2. Zaikin, V. V. Polimorfizm morfofiziologicheskikh priznakov rastenij *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH v svyazi s selekciej na adaptivnost' [Tekst]. Diss. kandidat s. - h. / V. V. Zaikin. - Orel, 2016. - 147 p.
3. Kiru, S. D. Andijskie kul'turnye vidy kartofelya kak ishodnyj material dlya selekcii [Tekst] / S. D. Kiru, S. V. Paleha // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. - SPb, 2007. - S. 57-71.
4. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya [Tekst]. - M., 1967. - 263 p.
5. Molchan, I. M. Spornye voprosy v selekcii rastenij [Tekst] / I. M. Molchan, L. G. Il'ina, P. I. Kubarev // Selekcija i semenovodstvo. - 1996. - № 1-2. - P. 36-51.
6. Fernandez – Escobar J., Rodriguez – Ojeda M.I., Flonso L.C. Distribution and dissemination of sunflower broomrape (*Orobanche Cumana* Wallr.) race F in Southern Spain. *Int. Sunfl. Conf. Cordoba. Spain. 2008*:231-236.
7. Fernandez – Martinez J.M., Dominguez J., Perez – Vich B., Velasco L. Update on breeding for resistance to sunflower broomrape. *Helia*, 2008, 31: 73-84 (doi:10.2298/HEL0848073F).
8. Jain H.K. Eighty years of post Mendelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 1986., 1:30-53.
9. Richards R.A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Exp. Bot.*, 2000, 51:447-458 (doi:10.1093/jexbot/ 51.suppl_1.447).

E-mail: san2127@yandex.ru

УДК 631.87.633.34

СОРТОВАЯ ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОИ НА РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ**SOYA SOLE RESPONDENCE TO IRRIGATION****В.В. Толоконников**, доктор сельскохозяйственных наук**Г.П. Канцер**, научный сотрудник**Т.С. Кошкарлова**, младший научный сотрудник**Н.М. Плющева**, младший научный сотрудник**И.В. Кожухов**, младший научный сотрудник**V. V. Tolokonnikov, G. P. Kantser, T.S. Koshkarova, N.M. Plyushchev,****I.V. Kozhukhov***Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград**The All-Russian scientific research institute of the irrigated agriculture*

Во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия изучена отзывчивость сортов сои с различными сроками созревания на разные режимы орошения. Приведены показатели теплообеспеченности сортов за период «посев – полная спелость» и фотосинтетической активности посевов, урожайности, качества зерна. Ультраранний сорт ВНИИОЗ 86 формировал урожай зерна при сумме активных температур 2354 °С за 100 дней, скороспелый сорт Волгоградка 2 при 2732 °С за 116 дней и среднескороспелый ВНИИОЗ 31- соответственно 2853 °С и 121 день. Наибольшей фотосинтетической активностью характеризовались сорта Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 (ФП 3151...4356 тыс. м² дней/га с приростом сухой биомассы до 9,57...10,72 т/га) по сравнению с сортом ВНИИОЗ 86 (соответственно 1480...1880 тыс. м² дней/га; 6,92...7,83 т/га). Более высокие уровни урожайности получены у сортов при поддержании дифференцируемых пред-поливных режимов орошения, согласованных с фазами развития растений 70-80-70 % НВ и 80-80-70 % НВ: ВНИИОЗ 86 – 2,42- 2,51 т/га, Волгоградка 2 – 3,18-3,23 т/га, ВНИИОЗ 31 – 3-3,19 т/га, чем при постоянном режиме (80-80-80 % НВ) орошения (соответственно: 2,17 т/га; 2,87 т/га; 2,82 т/га). Применение дробного режима орошения способствовало также увеличению доли зерна в общей биомассе до уровня 30,8...36,2 %, повышенного сбора жира – на 7,3...37,5 % по сравнению с посевами сортов при неизменном назначении полива (80-80-80 % НВ).

In the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, the responsiveness of soybean varieties with different maturation periods to different irrigation regimes has been studied. Heat-supply indexes of varieties for the period of "sowing-full ripeness" and photosynthetic activity of crops, yield, grain quality are given. The ultra-high grade VNIIOZ 86 formed a grain yield with the sum of active temperatures of 2354 °C for 100 days, the early variety Volgogradka 2- at 2732 °C for 116 days and the medium-ripened VNIIOZ 31- respectively 2853 °C and 121 days. The greatest photosynthetic activity was characterized by varieties Volgogradka 2 and VNIIOZ 31 (FP 3151 ... 4356 thousand m² days / ha with an increase in dry biomass to 9.57 ... 10.72 t / ha) compared to VNIIOZ 86 (1480 ... 1880 thousand m² / day / ha, 6.92 ... 7.83 t / ha). Higher yields were obtained in varieties while maintaining differentiated pre-irrigation irrigation regimes, coordinated with the phases of plant development 70-80-70% HB and 80-80-70% HB: VNIIOZ 86- 2.42-2.51 t / ha, Volgogradka 2 - 3,18 - 3,23 t / ha, VNIIOZ 31 - 3, 3,19 t / ha, than at a constant regime (80-80-80% HB) of irrigation (correspondingly: 2.17 t / ha, 2, 87 t / ha, 2.82 t / ha). The use of a fractional irrigation regime also contributed to an increase in the share of grain in the total biomass to a level of 30.8...36.2%, increased collection of fat by 7.3...37.5%, compared with crops of varieties with a fixed watering schedule (80-80 -80% HB).

Ключевые слова: *соя, сорта, режимы орошения, урожайность, фазы роста и развития, содержание и сбор белка и жира в семенах.*

Key words: *soybeans, varieties, irrigation regimes, yield, growth and development phases, maintenance and collection of protein and fat in seeds*

Введение. Стратегическая цель расширенного производства сои в Российской Федерации состоит в преодолении дефицита белка в рационах питания населения и корма для животных. Площади посева этой культуры достигли рекордной отметки для нашей страны – 2,6 млн га. Однако средняя урожайность не превышает 1,5 т/га зерна, что во многом ниже среднемирового уровня (2,6 т/га).

В Российской Федерации до 80 % земель сельскохозяйственного назначения в той или иной мере подвержены засушливым явлениям. Применение орошения способствует значительному росту и стабилизации продуктивности этой ценной культуры. Ряд сельскохозяйственных предприятий Волгоградской области, возделывая сою с орошением, ежегодно получает по 2-2,5 т/га зерна (ООО «Лидер» Николаевского района, ООО СП «Донское» Калачевского района), что на 47 % выше по сравнению с выращиванием ее без орошения.

Опыт получения высоких урожаев орошаемой сои на светло-каштановых почвах Волгоградской области обобщен в исследованиях А.С. Овчинникова и др. [6], И.П. Кружилина [3], В.В. Бородычева и др. [9], Ю.П. Даниленко [1], В.В. Толоконникова и др. [10, 7, 5], О.Г. Чамурлиева и др. [11]. Продукционный процесс целенаправленно подобранных сортов сои нового этапа региональной селекции – в ФГБНУ ВНИИОЗ (2011-2017 гг.) при различных режимах орошения дождеванием комплексно не изучался.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились в ФГУП «Орошаемое» ФГБНУ ВНИИОЗ в 2013-2015 годах. Схема опыта включала изучение двух факторов: фактор А – сорта с различными сроками созревания: ВНИИОЗ 86 (ультратранний), Волгоградка 2 (совместной селекции ФГБНУ ВНИИОЗ и Волгоградский ГАУ) (скороспелый), ВНИИОЗ 31 (среднескороспелый) и фактор В – режимы орошения: В1 – постоянный (80-80-80 % НВ контроль) и дифференцированные по основным фазам роста и развития В2 – всходы – начало цветения (70 %), массовое цветение – налив бобов (80 %), созревание (70 %), В3 – соответственно 80-80-70 % НВ.

Опыты сопровождалось наблюдениями и учетами, проведенными с соблюдением требований методик опытного дела Б.А. Доспехова [2] и В.Н. Плешакова [8].

Результаты и обсуждение. Анализ теплообеспеченности периодов роста и развития растений показал, что в орошаемых посевах на светло-каштановых почвах урожай формируется при следующих суммах активных температур в среднем за период «посев – полная спелость» у сортов: ВНИИОЗ 86 – 2354 °С за 100 дней, Волгоградка 2 – 2732 °С за 116 дней, ВНИИОЗ 31 – 2853 °С за 121 день. Наибольшая теплообеспеченность необходима сортам в период «налив бобов – созревание» – 25,2...26,1 % от общей суммы температур, наименьшая – в межфазный период «посев – всходы» – 9,2...10,1 %.

Исследования показали, что различная продолжительность вегетационных периодов формируется под влиянием генетических особенностей сортов, а размах изменчивости по годам связан с различиями в теплообеспеченности в период роста и развития орошаемого агроценоза. Поэтому совершенствование режимов орошения у этой культуры важно подчинить сглаживанию температурных экстремов, соотносясь с морфо-биологическими особенностями подобранных сортов.

При создании новых сортов и разработке приемов агротехники или мелиорации важно дать оценку показателям фотосинтетической деятельности посевов.

Корреляционный анализ сортов показал высокую связь сухой биомассы с фотосинтетическим потенциалом (ФП)- ($r=0,75$), менее значимую – с максимальной площадью листовой поверхности- ($r=0,56$) и отрицательную – с чистой продуктивностью фотосинтеза (ЧПФ)- ($r= - 0,42$). Поэтому сорта (Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31), сформировавшие высокие ФП в среднем за вегетационный период – 3151-4356 тыс. м². дней/га с

интенсивным среднесуточным приростом органического вещества – 107,9-119,6 кг/сутки и сухой биомассы – 9,57-10,72 т/га, обеспечили получение более высоких урожаев зерна, 2,82-3,23 т/га (таблица 1), чем более ранний сорт ВНИИОЗ 86, характеризующийся менее значимыми аналогичными показателями (соответственно ФП-1480-1880 тыс. м². дней/га; 84,6-95,5 кг/сутки; 6,92-7,83 т/га; 2,17-2,51 т/га зерна).

Таблица 1 – Зависимость урожайности сои от сортовых особенностей и режима орошения

Сорта	Режим орошения, % НВ	Урожайность				Отклонение от контроля		Режим орошения, % НВ	Сорта	Средняя урожайность, т/га	Отклонение от нормы	
		2013	2014	2015	средняя	т/га	%				т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	2,74	2,5	2,29	2,51	0,34	15,7	70-80-70	ВНИИОЗ 86	2,51	0,34	15,4
	80-80-70	2,61	2,46	2,19	2,42	0,25	11,5	80-80-70	Волгоградка 2	3,18	0,31	10,8
	80-80-80	2,35	2,13	2,04	2,17	-	-	80-80-80	ВНИИОЗ 31	3	0,18	6,4
Волгоградка 2	70-80-70	3,48	3,22	2,84	3,18	0,31	10,8	70-80-70	ВНИИОЗ 86	2,42	0,25	11,5
	80-80-70	3,52	3,28	2,89	3,23	0,36	12,5	80-80-70	Волгоградка 2	3,23	0,33	11,4
	80-80-80	3,01	2,84	2,75	2,87	-	-	80-80-80	ВНИИОЗ 31	3,19	0,37	13,1
ВНИИОЗ 31	70-80-70	3,18	2,96	2,86	3,0	0,18	6,4	70-80-70	ВНИИОЗ 86	2,17	-	-
	80-80-70	3,46	3,21	2,9	3,19	0,37	13,1	80-80-70	Волгоградка 2	2,87	-	-
	80-80-80	3,12	2,63	2,81	2,82	-	-	80-80-80	ВНИИОЗ 31	2,82	-	-

Самые высокие уровни урожайности получены у сортов при поддержании дифференцируемых предполивных режимов орошения (варианты В2 и В3). При дробном назначении поливов сорта сформировали: ВНИИОЗ 86 – 2,42- 2,51 т/га зерна, Волгоградка 2 – 3,18-3,23 т/га, ВНИИОЗ 31 – 3-3,19 т/га, что значительно выше, чем при постоянном орошении повышенной (80 % НВ) нормой (соответственно у сортов: 2,17 т/га; 2,87 т/га и 2,82 т/га).

Анализ динамики урожайности показал, что она тесно связана с таким важным показателем, как доля зерна в общей биомассе (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние фактора сорта и режима орошения сои на показатель доли зерна в общей биомассе, % (средние данные за 2013-2015 гг.)

Режим орошения	Сорта			Среднее по режиму орошения
	ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31	
70-80-70 % НВ	36,2	33,2	30,9	33,4
80-80-70 % НВ	30,8	31,6	29	30,5
80-80-80 % НВ	27,5	27,3	26,6	27,1
Среднее по сортам	31,5	30,7	28,8	-

Поддержание оптимального (70 % НВ) предполивного режима орошения в период вегетативного роста растений, а также их созревания и высокого (80 % НВ) – в генеративные фазы развития агроценоза способствует увеличению доли зерна в общей биомассе у всех сортов на уровне 30,8-36,2 по сравнению с применением постоянно высокого режима полива, активизирующего интенсивный вегетативный рост в ущерб уровню формирования зерна.

Высокий урожай у сортов Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 при дифференцированных режимах орошения формировался за счет более высокой сохранности растений к уборке – на уровне 28,5-29,3 шт./м² и озерненности – до 10,5-11,3 г/раст. семян, чем у менее продуктивных контрольных вариантов с этих сортов (соответственно 25,6-28,6 шт./м²; 8,5-10,4 г/раст.).

Интенсификация селекции этой культуры в направлении увеличения урожайности недостаточно сопровождалась совершенствованием качества ее семян [10]. В наших исследованиях концентрация сырого протеина в семенах более подвержена воздействию метеоусловий и тесно связана с особенностями сортов. Масличность семян оказалась менее изменчивой по годам и генотипам сои. Режимы орошения практически не влияли на содержание этих ценных веществ в семенах.

Сорт ВНИИОЗ 86 характеризовался высоким накоплением белка семенами – до 40,1-41,2 % от сухой массы в более благоприятном для посевов сои в 2013 году, низким – 35,4-36,5 % в сильно засушливом 2015. Сорт Волгоградка 2 имел повышенное содержание сырого протеина в товарном зерне – до 40,6-43,9 % во время вегетационного периода очень засушливого 2014 года, а пониженное – до 37,7-39,7 % – в 2015 году. Посевы сорта ВНИИОЗ 31 обеспечивали рост этого показателя до 40,4-42,5 % в 2014 году, а снижение – до 33,3-34,5 % – в 2015 году.

С хозяйственной точки зрения более важными показателями качества собранного урожая является сбор белка и жира с единицы площади или валовый выход, способствующий проведению более полной оценки сорта или агротехнологии, особенно в условиях орошения.

Сравнение изучаемых вариантов по этому показателю выявило увеличение сбора белка у всех сортов. Более значительный его выход обеспечили сорта: Волгоградка 2 – 1,03-1,1 т/га и ВНИИОЗ 31 – 0,96-1,05 т/га, чем агроценоз сортов ВНИИОЗ 86 – 0,73-0,81 т/га.

Режимы орошения оказывали незначительное влияние на изменчивость этого показателя, однако поливная вода способствовала росту сбора жира на вариантах с дифференцированным орошением. У всех сортов прибавка выхода жира составила 7,3...37,5 %. У сорта ВНИИОЗ 86 лучшим является режим орошения 70-80-70 % НВ (21,9-37,5 % к контролю 80-80-80 % НВ). Сорт Волгоградка 2 обеспечил получение наибольшей прибавки по этому показателю при дробном режиме орошения на уровне 80-80-70 % НВ (7,3 %). Посевы сорта ВНИИОЗ 31 интенсивнее наращивают сбор жира при уровне 70-80-70 % НВ (11,5 %), но более значительно – при 80-80-70 % НВ (15,6 %).

Маслообразовательный процесс в семенах у всех сортов сои более эффективно проходил в условиях 2013 года и менее значительно – в 2014, и особенно – в 2015 году.

Закключение. В условиях орошения целесообразно возделывать новый скороспелый сорт Волгоградка 2, который при сроке посева во 2-ю декаду мая формирует до 2,87-3,23 т/га с содержанием сырого протеина в семенах 40,6...43,9 % и его сбором на уровне 1,03...1,1 т/га. Самые высокие урожаи сортов Волгоградка 2 (3,18-3,23 т/га) и ВНИИОЗ 31 (3,0 - 3,19 т/га) формируются при поддержании влажности активного слоя под посевами на уровне 70-80-70 % НВ или 80-80-70 % НВ. Ультраранний сорт сои ВНИИОЗ 86 обеспечивает получение рентабельной урожайности (2,42 - 2,51 т/га) с высоким содержанием белка в семенах (40,1-41,2 %) и его выходом с уборочной площади (0,73-0,81 т/га) только при дифференцированных режимах орошения.

Библиографический список

1. Даниленко, Ю.П. Оптимизация технологии возделывания сорго и кукурузы и сои на зерно в орошаемых условиях на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья [Текст]: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Ю.П. Даниленко. – Волгоград, 2007. – 37 с.

2. Доспехов, Б.А. Методика опытного дела [Текст]/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
3. Кружилин, И.П. Оптимизация водного режима почвы для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур в степной зоне и полупустынной зонах Нижнего Поволжья [Текст]: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук/ И.П. Кружилин. – Волгоград, 1982. – 40 с.
4. Методы селекции и семеноводства сои в условиях орошения [Текст] / В.В. Толоконников, А.А. Новиков, Т.С. Кошкарлова, С.В. Иленева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3(47). – С. 86-90.
5. Новый отзывчивый на орошение сорт сои Волгоградка 2 [Текст]/ В.В. Толоконников, Г.П. Канцер, Т.С. Кошкарлова, Н.М. Плющева // Орошаемое земледелие. – 2017. – № 4. – С. 13-14.
6. Овчинников, А.С. Режим орошения и водопотребление сои при различных способах основной обработки почвы [Текст]/ А.С. Овчинников, Г.О. Чамурлиев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2 (38). – С. 13-18.
7. Основные аспекты агротехнологии для эффективного производства сои в условиях орошения [Текст]/ В.В. Толоконников, Г.П. Канцер, Т.С. Кошкарлова, Н.М. Плющева // Орошаемое земледелие. – 2017. – № 2. – С. 17-18.
8. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения [Текст]/ В.Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 148 с.
9. Соя в Волгоградской области [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.М. Салдаев, Д.А. Пахомов. – Волгоград: Панорама, 2008 – 224 с.
10. Толоконников, В.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий возделывания и селекция адаптированных к природным условиям Нижнего Поволжья сортов сои [Текст]: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук/ В.В. Толоконников. – Волгоград, 2010. – 47 с.
11. Чамурлиев, О.Г. Влияние сортовых особенностей и приемов агротехники на урожайность сои при орошении [Текст]/ О.Г. Чамурлиев, В.В. Толоконников// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3(39). – С. 87-91.

Reference

1. Danilenko, Yu. P. Optimizaciya tehnologii vozdel'yvaniya vozdel'yvaniya sorgo i kukuruzy i soi na zerno v oroshaemyh usloviyah na svetlo-kashtanovyh pochvah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: avtoref. dis. ... doktora s. - h. nauk / Yu. P. Danilenko. - Volgograd, 2007. - 37 p.
2. Dospheov, B. A. Metodika opytnogo dela [Tekst]/ B. A. Dospheov. - M.: Kolos, 1979. - 415 p.
3. Kruzhilin, I. P. Optimizaciya vodnogo rezhima pochvy dlya polucheniya zaplanirovannyh urozhayev sel'skohozyajstvennyh kul'tur v stepnoj zone i polupustynnoj zonah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: avtoref. dis. ... doktora s. - h. nauk/ I. P. Kruzhilin. - Volgograd, 1982. - 40 p.
4. Metody selekcii i semenovodstva soi v usloviyah orosheniya [Tekst] / V. V. Tolokonnikov, A. A. Novikov, T. S. Koshkarova, S. V. Ileneva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3(47). - P. 86-90.
5. Novyj otzyvchivyy na oroshenie sort soi Volgogradka 2 [Tekst]/ V.V. Tolokonnikov, G.P. Kancer, T.S. Koshkarova, N.M. Plyusheva // Oroshaemoe zemledelie. - 2017. - № 4. - P. 13-14.
6. Ovchinnikov, A. S. Rezhim orosheniya i vodopotreblenie soi pri razlichnyh spo-sobah osnovnoj obrabotki pochvy [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, G. O. Chamurliev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 2 (38). - P. 13-18.
7. Osnovnye aspekty agrotehnologii dlya jeffektivnogo proizvodstva soi v usloviyah orosheniya [Tekst]/ V. V. Tolokonnikov, G. P. Kancer, T. S. Koshkarova, N. M. Plyusheva // Oroshaemoe zemledelie. - 2017. - № 2. - P. 17-18.
8. Pleshakov, V. N. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya [Tekst]/ V. N. Pleshakov. - Volgograd: VNIIOZ, 1983. - 148 p.
9. Soya v Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov, A. M. Saldaev, D. A. Pahomov. - Volgograd: Panorama, 2008 - 224 p.

10. Tolokonnikov, V. V. Teoreticheskoe i jeksperimental'noe obosnovanie tehnologij vozde-lyvaniya i selekciya adaptirovannyh k prirodnyh usloviyam Nizhnego Povolzh'ya sortov soi [Tekst]: avtoref. dis. ... doktora s. - h. nauk/ V. V. Tolokonnikov. - Volgograd. 2010. - 47 p.

11. Chamurliiev, O. G. Vliyanie sortovyh osobennostej i priemov agrotehniki na urozhajnost' soi pri oroshenii [Tekst]/ O. G. Chamurliiev, V. V. Tolokonnikov/ Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversi-tetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 3(39). - P. 87-91.

E-mail: koshkarova_ts@vniioz.ru

УДК 635.649

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ОГУРЦОВ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПО РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

**PRODUCTIVITY OF CUCUMBERS' HYBRIDS IN CULTIVATION
BY RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS
OF DRIP-IRRIGATION**

Н.В. Тютюма, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН

А.Н. Бондаренко, кандидат географических наук

О.В. Костыренко

N.V. Tyutyuma, A.N. Bondarenko, O.V. Kostyrenko

Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,

Астраханская область, Черныйский район, с. Соленое займище

Prikaspiysky Research Institute of Arid Agriculture

Авторами статьи представлены основные результаты по возделыванию гибридов огурцов агрофирмы «Седек» в условиях капельного орошения. Схема полевого опыта предусматривала следующие варианты Контроль (без обработки), $N_{55}P_{53}K_{38}$, $N_{110}P_{105}K_{75}$, $N_{55}P_{53}K_{38}$ + Витазим, $N_{55}P_{53}K_{38}$ + Мегафол, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол. Впервые в условиях севера Астраханской области определяется эффективность внекорневых обработок стимуляторами роста (Витазим, Мегафол) на фоне внесения минеральных удобрений в условиях капельного орошения на гибридах огурцов: Мадмуазель F₁; Моя симпатия F₁; Русский стиль F₁; Куколка F₁; Музыкальные пальчики F₁, в различных фазах развития растений: в фазу 1-й настоящий лист, цветение, пло-дообразование. Результаты, полученные при изучении возделывания гибридов огурцов агрофирмы «Седек» на фоне внесения различных норм минеральных удобрений в комплексе с внекорневыми (листовыми) обработками, выявили высокие показатели урожайности, соответственно и экономиче-ской эффективности на вариантах $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол и $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим. Гибрид огурца Моя симпатия F₁ по итогам проводимых полевых исследований был максимально продуктивен от-носительно всех гибридов находящихся в изучении, что особенно проявилось при повышенной дозе минерального питания $N_{110}P_{105}K_{75}$ в комплексе с листовыми обработками.

The authors of the article present the main results on the cultivation of hybrids of cucumbers of the agricultural firm "Sedek" in conditions of drip irrigation. The scheme of the field experiment included the following options: Control (without treatment), $N_{55}P_{53}K_{38}$, $N_{110}P_{105}K_{75}$, $N_{55}P_{53}K_{38}$ + Vitazim, $N_{55}P_{53}K_{38}$ + Megafol, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Vitazim, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Megafol. For the first time in the north of the Astrakhan region, the effectiveness of foliar growth stimulants (Vitazim, Megafol) is determined against the back-ground of mineral fertilization in the conditions of drip irrigation on cucumber hybrids: Mademoiselle F₁; My sympathy is F₁; Russian style F₁; Pupa F₁; Musical fingers F₁, in different phases of plant develop-ment: in phase 1-st present leaf, flowering, fruit formation. The results obtained in the study of the cultiva-tion of hybrids of cucumbers of the agricultural company "Sedek" against the background of introducing various norms of mineral fertilizers in combination with foliar (sheet) treatments revealed high yields, re-spectively, and economic efficiency on the variants $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Megafol and $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Vitazim. Cu-

cucumber hybrid My F1 sympathy based on the results of field research was maximally productive relative to all the hybrids in the study, which was especially evident with an increased dose of mineral nutrition $N_{110}P_{105}K_{75}$ in combination with sheet treatments.

Ключевые слова: гибриды; огурец; урожайность; уровень минерального питания, стимуляторы роста; товарность; экономическая эффективность.

Key words: hybrids; cucumber; productivity; level of mineral nutrition, growth stimulants; marketability; economic efficiency.

Введение. В современном мире важную роль играет получение экологически чистой, отвечающей всем аспектам пищевой ценности, а также обладающей явными конкурентоспособными качествами сельскохозяйственной продукции [1, 2, 6, 10].

Именно поэтому особенно важным в развитии овощеводства стало применение экологически чистых микроудобрений и регуляторов роста, позволяющих использовать энергосберегающие технологии и максимально реализовать физиологические возможности растений [4, 5, 7, 9, 12, 13].

Целью проводимых исследований являлась разработка научно-обоснованных параметров возделывания гибридов огурцов на основе оптимизации уровня минерального питания и применения ростостимулирующих препаратов.

В задачи исследований входило:

1. Выявление наиболее перспективных для условий севера Астраханской области гибридов огурцов, обладающих высокими адаптационными возможностями и значительным уровнем потенциальной урожайности в сочетании с различным внесением доз минеральных удобрений и внекорневых обработок стимуляторами роста.

2. Проведение экономического анализа с использованием основного внесения минеральных удобрений и внекорневых обработок под изучаемые гибриды огурцов в условиях капельного орошения согласно технологической карте.

Научное обоснование направления исследований. Впервые в трехфакторном полевом опыте при возделывании гибридов огурцов были отработаны приемы и способы внекорневых обработок стимуляторами на фоне внесения минеральных удобрений в условиях капельного орошения.

Схема закладки и содержание опыта. Трехфакторные полевые опыты на гибридах огурца были заложены методом расщепленных делянок. Повторность опыта – трехкратная [8].

Общая площадь под возделыванием гибридов огурцов – 271,6 м². Площадь делянки под сорт – 22,5 м²; площадь делянки под 1 внекорневую обработку – 6,3 м². Густота посадки огурцов при одностороннем размещении растений относительно поливного шланга – 20,0 тыс./га. Схема посадки – 1,40х0,5м. Способ посева – вручную (семена); способ полива – система капельного орошения.

Материалы и методы. Фактор А – Огурец: Музыкальные пальчики F₁; Куколка F₁; Русский стиль F₁; Моя симпатия F₁; Мадмуазель F₁. **Фактор В** – уровень минерального питания: $N_{55}P_{53}K_{38}$, $N_{110}P_{105}K_{75}$. **Фактор С** – стимуляторы роста: Витазим; Мегафол.

Варианты внекорневых обработок проводились в фазу 1-й настоящий лист, цветение, плодообразование.

Варианты опыта:

1. Контроль	4. $N_{55}P_{53}K_{38}$ + Витазим
2. $N_{55}P_{53}K_{38}$	5. $N_{55}P_{53}K_{38}$ + Мегафол
3. $N_{110}P_{105}K_{75}$	6. $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим
	7. $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол

Материалы и методы. Для выполнения поставленных задач проводились следующие полевые учеты, наблюдения и измерения с использованием методики полевого опыта Доспехова Б. А. [8] и опытного дела в растениеводстве Никитенко Г.Ф. [11], а также овощеводстве и бахчеводстве Белика В.Ф. [3];

- учет урожайности с учетных растений проводился по сборам, регулярно в течение вегетации;

- структуру урожая определяли по: весу плодов с учетных растений, количество плодов всего, из них товарных и нетоварных, средний вес плодов, % товарности [3, 11];

- экономическая эффективность возделывания изучаемых гибридов огурцов был рассчитана согласно технологической карте по общеизвестным формулам и методическим рекомендациям;

- математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по методике Доспехова Б.А. [8].

Результаты и обсуждение. Почвенный покров опытного участка представлен светло-каштановыми солонцеватыми почвами без наличия пятен солонцов. Эти почвы по гранулометрическому составу преимущественно суглинистые, имеют близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора (рН 7,2-7,6). Содержание гумуса в пахотном слое (0-0,25 м) колеблется в пределах 1,0-1,8 %, легкогидролизуемого азота – 6-9 мг, подвижного фосфора – 2-4 мг, обменного калия – 50-55 мг на 100 г почвы. Пахотный слой почв характеризуется повышенной плотностью сложения (1,25-1,35 т/м³) и низкой водопроницаемостью (0,30-0,40 мм/мин). Средняя глубина промачивания почвы составляет 0,40-0,45 м и варьирует от 0,30-0,35 м.

По результатам проведенных исследований максимальный уровень урожайности среди всех изучаемых гибридов, находящихся в изучении, за период проводимых исследований показали гибриды огурцов Моя симпатия F₁ и Русский стиль F₁ (рисунки 1-2). Так, на контрольном варианте у гибрида Русский стиль F₁ средний вес плода был равен 40,7 г, процент товарности – 87 %. Общий вес с делянки за 16 сборов – 5086,0 г, из них товарных плодов 109 шт., нетоварных плодов – 16 шт. Урожайность при таких показателях составила 20,3 т/га (рисунок 5; таблица 1).

При фоновом внесении с низким уровнем минерального питания N₅₅P₅₃K₃₈ средний вес плода у этого же гибрида был немного выше и составил 49,6 г, товарность плодов – 79 %, урожайность – 40,7 т/га, а с повышенной нормой N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ средний вес составил 41,6 г, товарность – 88 %, урожайность плодов – 42,2 т/га.



Рисунок 1 – Гибрид огурца
Моя симпатия F₁



Рисунок 2 – Гибрид огурца
Русский стиль F₁

Вариант на фоне внесения минеральных удобрений и внекорневых обработок стимулятором роста Витазим по фазам вегетации гибридов огурцов был более продуктивным.

Урожайность в изучении с низким уровнем минерального питания N₅₅P₅₃K₃₈ без листовых обработок была равной 70,0 т/га при среднем весе плода 56,0 г, и товарности плодов 72 %, а с повышенной нормой N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ аналогично без листовых обработок, урожайность составила 75,5 т/га при среднем весе плода 58,0 г товарности 72 %.

К примеру, общий сбор с делянки у гибрида Русский стиль F_1 на варианте $N_{55}P_{53}K_{38}$ + Мегафол составил 5254 г, средний вес плода 61,8 г, товарность 70 %, урожайность 52,5 т/га, а на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол составил 18272 г, средний вес плода – 57,8, товарность плодов – 69 %, урожайность – 73,0 т/га, что на 52,7 т/га выше контроля.



Рисунок 3 – Гибрид огурца Музыкальные пальчики F_1

Анализ таблицы 1 показал, что по результатам проведенных исследований максимально продуктивным среди всех изучаемых гибридов оказался гибрид Моя симпатия F_1 при фоновом внесении минеральных удобрений в дозе $N_{110}P_{105}K_7$ и внекорневой обработке стимулятором роста Витазим с показателем урожайности 120,0 т/га. Средний вес плода на данном варианте составил 43,5 г, товарность плодов – 83 %. Общий сбор с делянки – 18 012 г за 16 сборов. Из них товарных плодов – 345 шт., нетоварных – 69 (таблица 1). Гибриды огурцов Мадмуазель F_1 и Музыкальные пальчики F_1 отличились незначительными показателями урожайности в текущем году (рисунок 3).

Так, у этих гибридов урожайность на контрольном варианте изменялась от 19,6 до 25,2 т/га при среднем весе от 51,0 до 78,8 г. При фоновом внесении пониженного уровня минерального питания в дозе $N_{55}P_{53}K_{38}$ и листовых обработок стимуляторами роста Витазим и Мегафол урожайность у гибрида Мадмуазель F_1 изменялась от 30,0 до 35,3 т/га (от +10,4 до +15,7 т/га к контрольному варианту) при весе плода от 45,7 до 51,7 г.

При повышенном уровне минерального питания $N_{110}P_{105}K_{75}$ урожайность изменялась от 58,6 до 60,5 т/га (от +39,0 до +40,9 т/га к контрольному варианту) при среднем весе плода от 42,6 до 43,5 г.

Урожайность у гибрида Музыкальные пальчики F_1 варьировала при пониженном уровне минерального питания $N_{55}P_{53}K_{38}$ от 50,2 до 52,5 т/га (от +25,0 до 27,3 т/га к контрольному варианту) при весе плода от 60,5 до 93,0 г, а при повышенном уровне минерального питания $N_{110}P_{105}K_{75}$ от 52,7 до 62,4 т/га (от +27,5 до 37,2 т/га к контрольному варианту) при среднем весе плода от 73,0 до 90,4 г.

Таблица 1. Урожайность зерновых культур (за 16 оборотов), 2016-2017 гг.

Культура	Урожайность, ц/га	Урожайность, т/га	Товарность, %	Средний вес зерна, г	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Пшеница озимая	51,0	65	51,0	19,6	-	-
Пшеница озимая	66,4	65	66,4	25,5	5,9	5,9
Пшеница озимая	47,9	69	47,9	25,6	6,0	6,0
Пшеница озимая	51,7	71	51,7	35,3	15,7	15,7
Пшеница озимая	45,7	76	45,7	30,0	10,4	10,4
Пшеница озимая	43,5	78	43,5	60,5	40,9	40,9
Пшеница озимая	42,6	72	42,6	58,6	39,0	39,0
Пшеница озимая	48,0	81	48,0	67,6	-	-
Пшеница озимая	49,4	79	49,4	88,7	21,1	21,1
Пшеница озимая	43,1	82	43,1	94,4	26,8	26,8
Пшеница озимая	48,5	81	48,5	109,1	41,5	41,5
Пшеница озимая	46,1	79	46,1	99,3	31,7	31,7
Пшеница озимая	43,5	83	43,5	170	52,4	52,4
Пшеница озимая	41,5	80	41,5	117,9	50,3	50,3
Пшеница озимая	40,7	87	40,7	20,3	-	-
Пшеница озимая	49,6	79	49,6	40,7	20,4	20,4
Пшеница озимая	41,6	88	41,6	42,2	21,9	21,9
Пшеница озимая	56,0	72	56,0	70,0	49,7	49,7
Пшеница озимая	61,8	70	61,8	52,5	32,2	32,2
Пшеница озимая	58,0	72	58,0	75,5	55,2	55,2
Пшеница озимая	57,8	69	57,8	73,0	52,7	52,7
Пшеница озимая	31,9	83	31,9	23,2	-	-
Пшеница озимая	30,7	88	30,7	23,8	0,6	0,6
Пшеница озимая	35,5	88	35,5	39,9	16,7	16,7
Пшеница озимая	36,5	86	36,5	42,2	19,0	19,0
Пшеница озимая	38,0	83	38,0	40,8	17,6	17,6
Пшеница озимая	40,0	85	40,0	49,8	26,6	26,6
Пшеница озимая	51,1	86	51,1	43,7	20,5	20,5
Пшеница озимая	78,8	73	78,8	25,2	-	-
Пшеница озимая	97,0	61	97,0	41,1	15,9	15,9
Пшеница озимая	47,4	76	47,4	45,5	20,3	20,3
Пшеница озимая	93	57	93	52,5	27,3	27,3
Пшеница озимая	60,5	75	60,5	50,2	25,0	25,0
Пшеница озимая	73,0	77	73,0	62,4	37,2	37,2
Пшеница озимая	90,4	63	90,4	52,7	27,5	27,5
				0,6		

У гибрида Куколка F₁ урожайность на контрольном варианте составила 23,2 т/га при среднем весе плода 31,9 г, что оказалось менее продуктивным по сравнению с другими гибридами огурцов, представленных в изучении. На вариантах при совместном внесении минеральных обработок стимуляторами роста Витазим и Мегафол урожайность варьировала незначительно от 23,8 до 49,8 т/га (от +0,6 до +20,5 т/га к контрольному варианту).

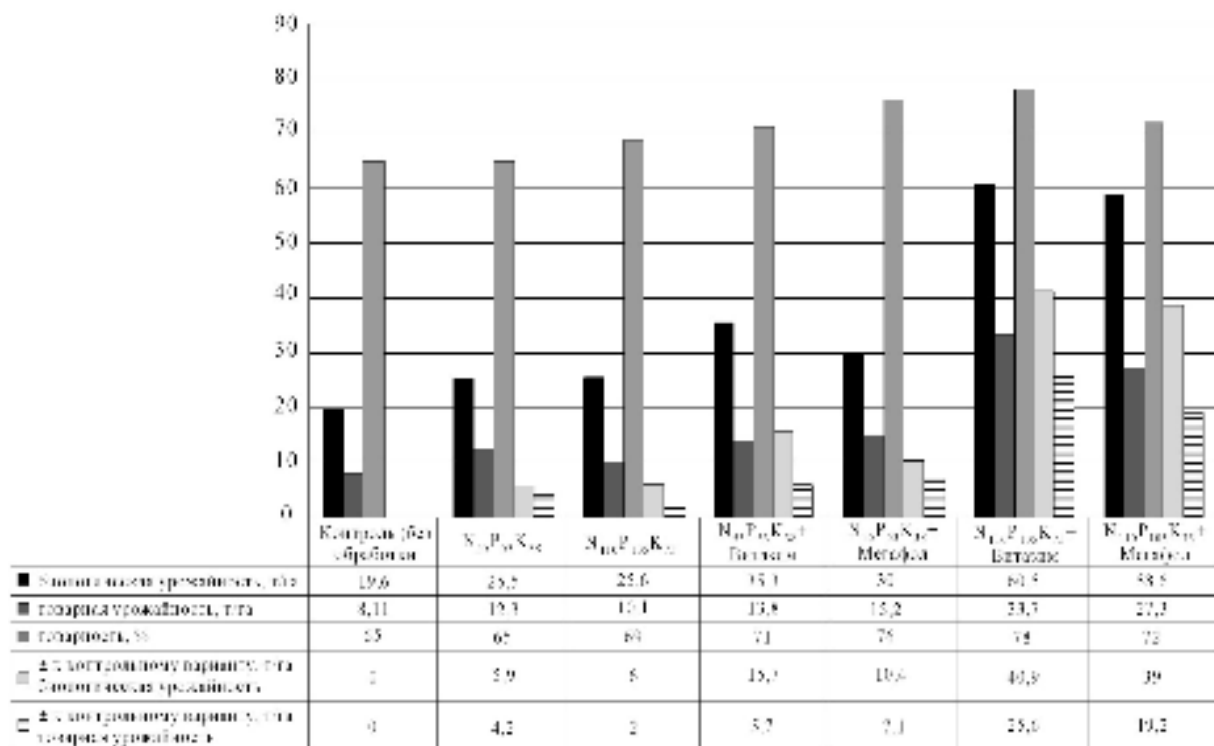


Рисунок 4 – Показатели продуктивности гибрида огурца Мадмуазель F1

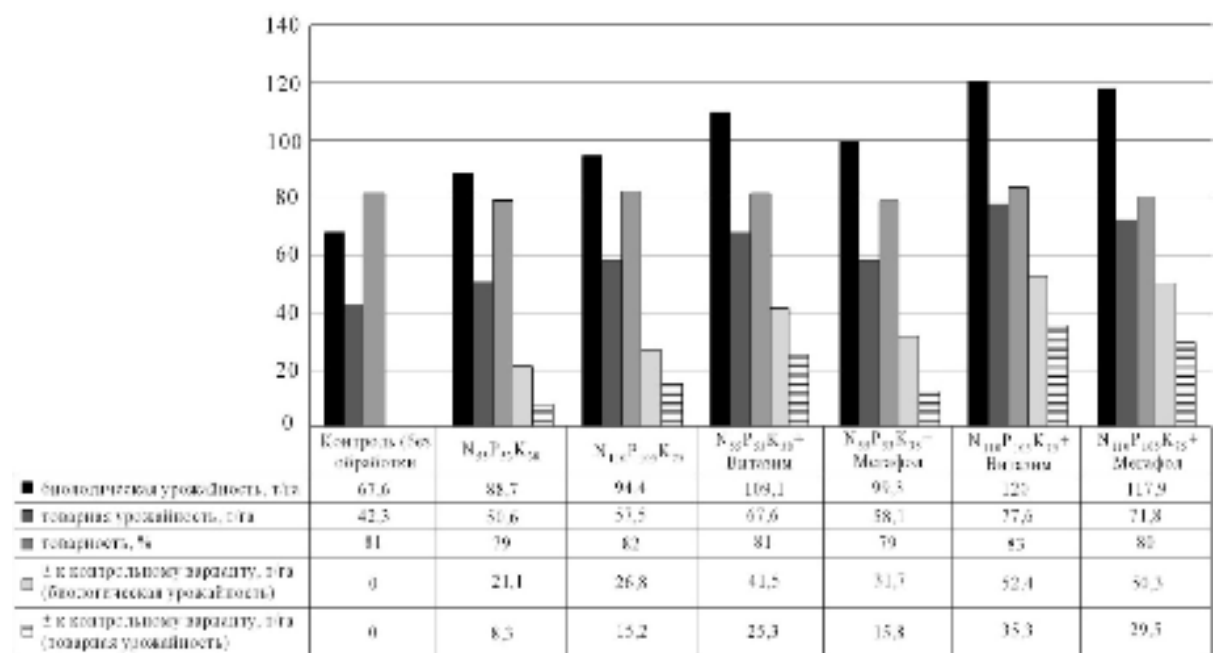


Рисунок 5 – Показатели продуктивности гибрида огурца Моя симпатия F1

Результатами исследований было подтверждено, что максимальная товарная урожайность, также как и биологическая урожайность, в изучении была получена у гибрида Моя симпатия F₁ и составила по вариантам изучения от 42,3 до 77,6 т/га (рисунок 5).

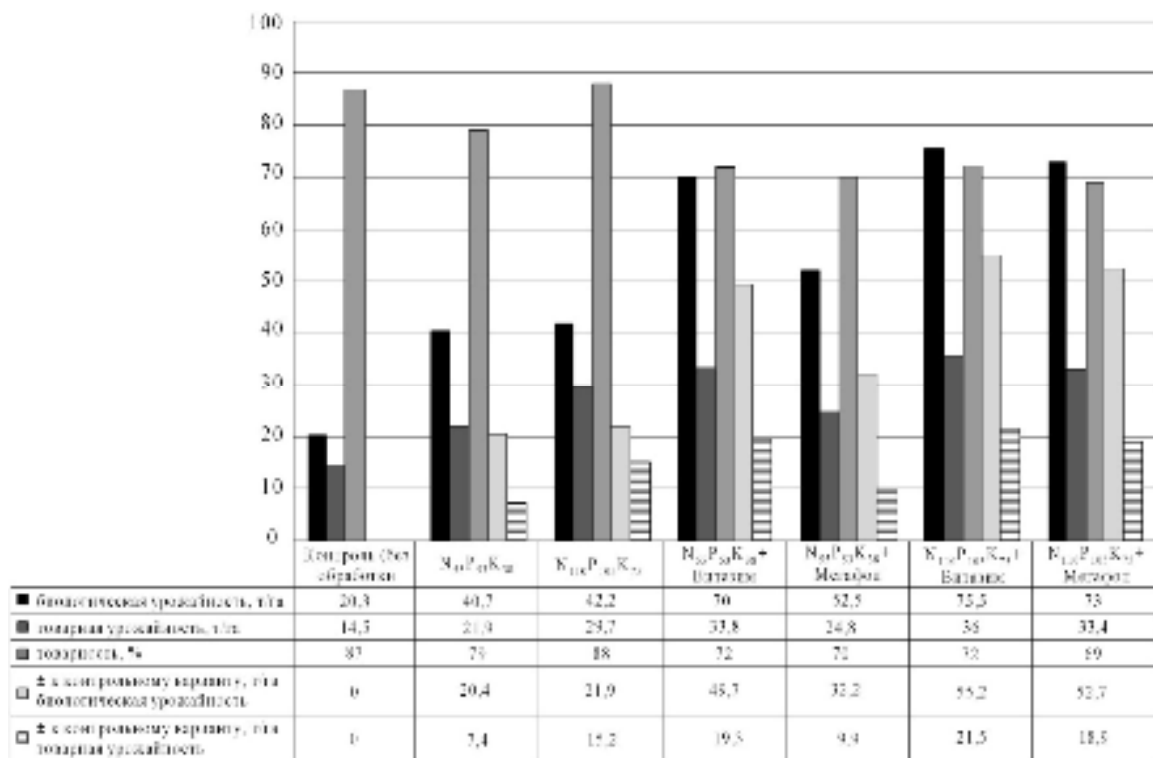


Рисунок 6 – Показатели продуктивности гибрида огурца Русский стиль F1

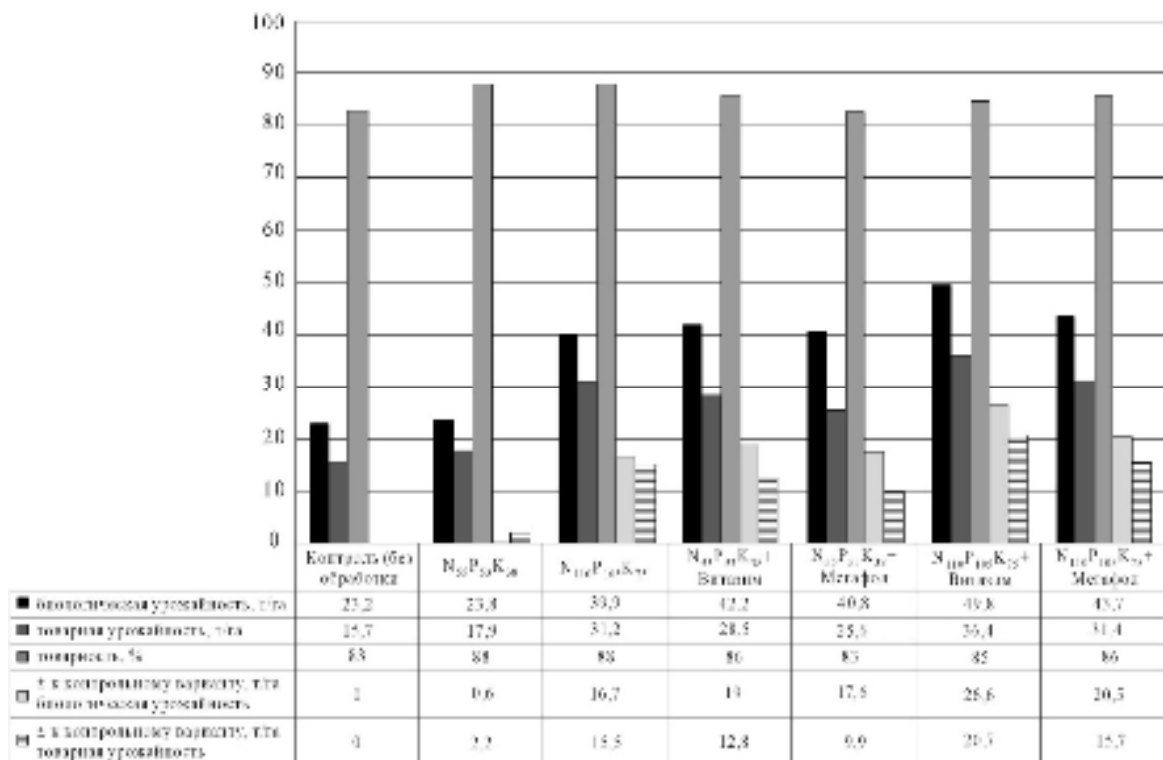


Рисунок 7 – Показатели продуктивности гибрида огурца Куколка F1

Прибавка товарной урожайности относительно контроля составила от +8,3 т/га до +35,3 т/га. Высокопродуктивным вариантом как по показателям биологической урожайности, так и по показателям товарной урожайности оказался вариант $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим у всех гибридов огурцов, представленных в изучении. При этом прибавка относительно контроля по показателям товарной урожайности варьировала от +20,7 до +35,3 т/га (рисунки 4-8).

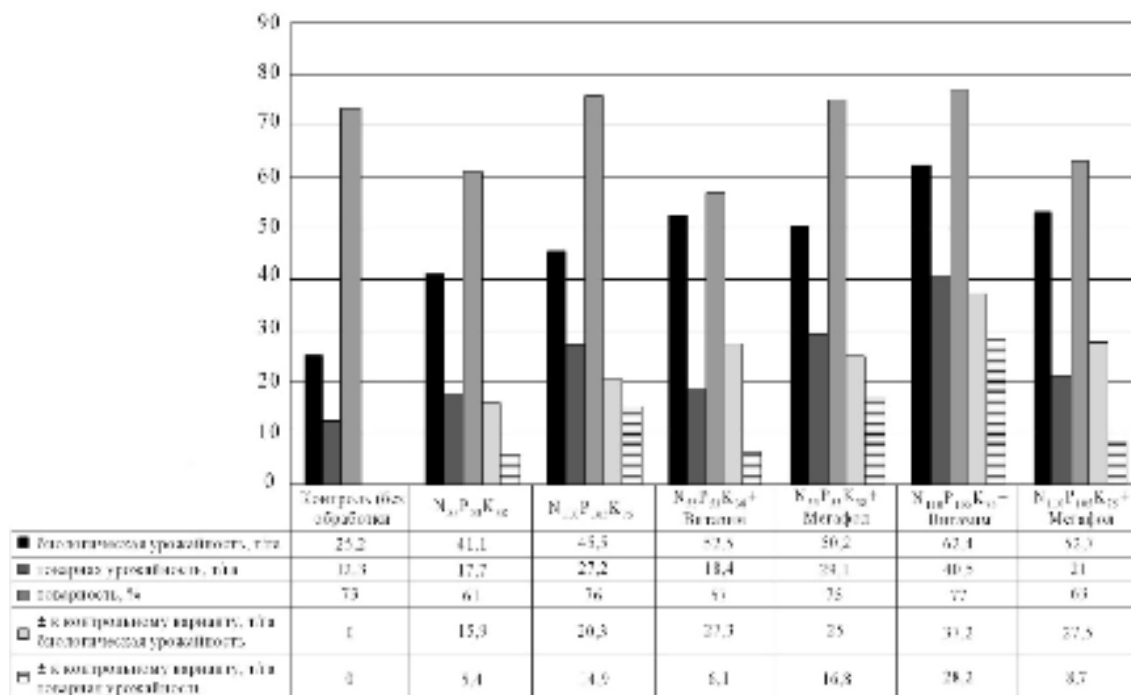


Рисунок 8 – Показатели продуктивности гибрида огурца Музыкальные пальчики F1

Общие затраты при возделывании гибридов огурцов складывались из следующих показателей (таблица 2).

Таблица 2 – Общие затраты гибридов огурцов при различных вариантах возделывания в условиях капельного способа полива, 2016-2017 гг., ФГБНУ «ПНИИАЗ»

Производственные затраты	Всего, тыс. р./га
1. Текущий ремонт	2415
2. Автотранспорт	16275
3. Амортизация	44520
4. Система капельного оборудования	78750
5. ГСМ	3675
6. Семена	8400
7. Ядохимикаты	91610
8. Удобрения и стимуляторы роста:	
Контроль (без обработки)	-
$N_{55}P_{53}K_{38}$	10981
$N_{110}P_{105}K_{75}$	21962
$N_{55}P_{53}K_{38}$ + Витазим	12106
$N_{55}P_{53}K_{38}$ + Мегафол	11050
$N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим	23088
$N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол	22032
9. Заработная плата сотрудников	148938
10. Поливная вода	15750
11. Прочие расходы	8925

Результаты, полученные при изучении по возделыванию гибридов огурцов на фоне внесения различных норм минеральных удобрений в комплексе с внекорневыми (листовыми) обработками, выявили, что лучший положительный эффект отмечен на вариантах $N_{55}P_{53}K_{38}$ +Витазим и $N_{110}P_{105}K_{75}$ +Витазим. Самый низкий показатель урожайности был отмечен на контрольном варианте на всех изучаемых гибридах и варьировал в среднем от 19,6 до 25,2 т/га при общих затратах на 1 га 419 258,0 руб.

Необходимо отметить что при таких производственных затратах чистый доход на 1 т, а также на 1 га был отрицательным, что в первую очередь связано с резкими колебаниями температуры во время посева. В итоге температурные изменения повлияли на всхожесть, а также и на завязываемость плодов, что впоследствии отразилось на показателях урожайности. Чистый доход на контрольных вариантах на 1 т варьировал от -6390,7 до -1637,2 руб., чистый доход на 1 га от -125258,0 до -41258,0 руб., рентабельность производства от -9,8 до -29,9 %. При анализе таблицы 2 были выделены наиболее продуктивные гибриды огурцов с высоким показателем урожайности, особенно это проявилось у гибридов Русский стиль и Моя симпатия F_1 .

При внесении низкой дозы минерального питания из расчета $N_{55}P_{53}K_{38}$ урожайность в среднем по вариантам составила от 23,8 т/га до 88,7 т/га. Себестоимость 1 т выращенной продукции от 18077,3 до 4850,5 руб. Чистый доход от -73239,0 до 900261,0 руб., рентабельность производства от -17,0 до 141,9%, экономическая эффективность вложенных затрат от 0,8 до 3,1 руб./на руб. При увеличении дозы вносимых минеральных удобрений до $N_{110}P_{105}K_{75}$ прослеживается аналогичная тенденция. Чистый доход на 1 га по вариантам изучения тоже имеет отрицательный показатель от -57221,0 при урожайности 25,6 т/га у гибрида Мадмуазель F_1 до 974779,0 при урожайности 94,4 т/га Моя симпатия F_1 . Рентабельность производства тоже имеет отрицательное значение от -13,0 до 220,9% при общих затратах 441221,0 руб./га (таблица 3).

Необходимо отметить, что наибольший эффект был получен при совместном внесении различных доз минерального питания и листовых обработок препаратами Мегафол и Витазим по фазам вегетации развития гибридов огурцов при капельном способе полива. Урожайность, превышающая порог свыше 40 т/га, была получена на двух вариантах, таких как $N_{110}P_{105}K_{75}$ +Витазим и $N_{110}P_{105}K_{75}$ +Мегафол.

Гибрид огурца Моя симпатия F_1 по итогам проводимых исследований был максимально продуктивен относительно всех гибридов, находящихся в изучении, что особенно проявилось при повышенной дозе минерального питания $N_{110}P_{105}K_{75}$ в комплексе с листовыми обработками. Общие затраты на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ +Мегафол составили 44 129,0 руб./га, при этом урожайность -117,9 т/га. Себестоимость 1 тонны -3742,9 руб., чистый доход 11 257,1 руб., чистый доход на 1 га -132721,0 руб., рентабельность производства -300,8 %, экономическая эффективность 4,0 руб./на руб. вложенных затрат. На варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ +Витазим урожайность составила 120,0 т/га при общих затратах 44 234,0 руб. себестоимость 1 т -3686,2 руб., чистый доход на 1 га -1 357 654,0 руб. Рентабельность производства была самой максимальной в изучении и составила 306,9 %, экономическая эффективность -4,1 руб./на руб. Исходя из вышесказанного следует отметить, что варианты $N_{55}P_{53}K_{38}$ +Витазим, а также $N_{110}P_{105}K_{75}$ +Витазим были наиболее продуктивными в изучении по всем представленным гибридам, что нашло свое отражение в представленной таблице 3.

Таблица 3 – Расчет экономической эффективности внедрения агротехнических мероприятий, 2016-2017 гг.

№ п/п	Наименование мероприятия	Урожайность, ц/га	Себестоимость, руб./ц	Выход продукции, т	Экономический эффект, руб.	Рентабельность, %	Экономическая эффективность, руб./га
1	Внесение удобрений	18,5	410000,0	311,5	128258,0	-29,9	0,7
	Внесение пестицидов	18,5	420000,0	311,5	47739,0	-11,1	0,9
	Внесение гербицидов	18,5	430000,0	311,5	47221,0	-13,0	0,9
	Внесение фунгицидов	18,5	440000,0	311,5	56136,0	22,8	1,2
2	Внесение минеральных удобрений	18,5	450000,0	311,5	65192,0	5,6	1,1
	Внесение органических удобрений	18,5	460000,0	311,5	74248,0	10,2	2,1
	Внесение комплексных удобрений	18,5	470000,0	311,5	83304,0	15,2	2,0
	Внесение микроэлементов	18,5	480000,0	311,5	92360,0	19,9	2,4
3	Внесение пестицидов	18,5	490000,0	311,5	101416,0	24,9	3,1
	Внесение гербицидов	18,5	500000,0	311,5	110472,0	29,9	3,2
	Внесение фунгицидов	18,5	510000,0	311,5	119528,0	34,9	3,8
	Внесение комплексных удобрений	18,5	520000,0	311,5	128584,0	39,9	4,1
4	Внесение минеральных удобрений	18,5	530000,0	311,5	137640,0	44,9	4,0
	Внесение органических удобрений	18,5	540000,0	311,5	146696,0	49,9	4,7
	Внесение комплексных удобрений	18,5	550000,0	311,5	155752,0	54,9	5,4
	Внесение микроэлементов	18,5	560000,0	311,5	164808,0	59,9	6,1
5	Внесение пестицидов	18,5	570000,0	311,5	173864,0	64,9	6,8
	Внесение гербицидов	18,5	580000,0	311,5	182920,0	69,9	7,5
	Внесение фунгицидов	18,5	590000,0	311,5	191976,0	74,9	8,2
	Внесение комплексных удобрений	18,5	600000,0	311,5	201032,0	79,9	8,9

Примечание: расчеты выполнены по данным, полученным в результате проведения агрохимического анализа почв.

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. По результатам проведенных исследований 2016-2017 гг. максимальный уровень урожайности среди всех изучаемых гибридов, находящихся в изучении, показали гибриды огурцов Моя симпатия F₁ и Русский стиль F₁. Максимальные показатели урожайности были получены у гибрида Моя симпатия F₁ на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ совместно с внекорневой обработкой стимулятором роста Витазим с показателем урожайности 120,0 т/га, а также на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол с уровнем урожайности 117,9 т/га.

2. Гибрид огурца Моя симпатия F₁ по итогам текущего года был максимально продуктивен относительно всех гибридов, находящихся в изучении, что особенно проявилось при повышенной дозе минерального питания N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ в комплексе с листовыми обработками. Общие затраты на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол составили 441 290,0 руб./га, при этом урожайность – 117,9 т/га. Себестоимость 1 тонны – 3742,9 руб., чистый доход 11 257,1 руб., чистый доход на 1 га – 1 327 210,0 руб., рентабельность производства – 300,8 %, экономическая эффективность – 4,0 руб./на руб. вложенных затрат. На варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим урожайность составила 120,0 т/га при общих затратах 442 346,0 руб. себестоимость 1 т – 3686,2 руб., чистый доход на 1 га – 1 357 654,0 руб., рентабельность производства была самой максимальной в изучении и составила 306,9 %, экономическая эффективность – 4,1 руб./на руб.

Библиографический список

1. Арсланова, Р.А. Отзывчивость сортов огурца на действие биопрепаратов в защищенном грунте при пленочном укрытии [Текст] / Р.А. Арсланова, Л.П. ИONOва // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 7. – С. 86-91.
2. Арсланова, Р.А. Влияние биологически активных веществ при выращивании раннеспелых сортов огурца в весенне-летней теплице [Текст] / Р.А. Арсланова // Естественные науки. – 2009. – № 3. – С. 23-25.
3. Белик, В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] / В.Ф. Белик. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
4. Белоусов, К.К. Влияние предпосевной обработки семян на урожай огурца в пленочной теплице [Текст] / К.К. Белоусов // Труды Пермского СХИ. – Пермь, 1973. – Т.106. – С. 9-16.
5. Бондаренко, А.Н. Коэффициент водопотребления тыквенных культур в условиях аридного климата Северо-Западного Прикаспия [Текст] / А.Н. Бондаренко, Н.В. Тютюма, О.В. Костыренко // Известия Горского ГАУ. – 2017. – № 3. Том 54. – С. 32-38.
6. Влияние дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* на биохимический состав плодов огурца посевного [Текст] / Л.Ф. Басыров, Д.В. Каменек, Л.К. Каменек, Л.Д. Терехина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – С. 10, 14-17.
7. Гребенникова, В.В. Агроэкологические особенности применения биопрепаратов микробиологического и ростостимулирующего действия на качество огурца в условиях защищенного грунта [Текст] / В.В. Гребенникова, В.А. Колмыкова // Сб. докл. Ч. I. ИЗО. – КемГСХИ, 2010. – С. 13-16.
8. Деревенщюков, С.Н. Новый регулятор роста – циркон – и его возможности использования для защиты огурца в открытом грунте [Текст] / С.Н. Деревенщюкова // Доклады III Междунар. научн. конф., посвященной памяти Б.В. Квасникова. – М., 2003. – С. 164-168.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
10. Мухортова, Т.В. Научные параметры возделывания коллекции огурцов агрофирмы «СеДеК» в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья при капельном орошении [Электронный ресурс] / Т.В. Мухортова, Е.В. Полухина // Современные тенденции развития

аграрного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Прикаспийского НИИ аридного земледелия, 2016. – С. 501-506. – Режим доступа: URL: <http://pniiaz.ru>

11. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве [Текст]/ Г.Ф.Никитенко и др. – М.: Сельхозиздат, 1982. – 190 с.

12. Пыхтина, Т.К. Влияние α -нафтилуксусной кислоты на рост и развитие растений огурца в связи с их сексуализацией [Текст]/ Т.К. Пыхтина // Морфогенез овощных растений. – Новосибирск: Наука, 1971. – С. 273-280.

13. Тоноян, Л.Е. Влияние бактериального меланина на рост и развитие огурца в культуре *in vitro* и *in vivo* [Текст]/Л.Е. Тоноян, М.Т. Петросян, К.Г. Азарян и др.// Учёные записки. ЕГУ. – 2010. – №1. – С. 50-55.

Reference

1. Arslanova, R. A. Otyzvchivost' sortov ogurca na dejstvie biopreparatov v zaschischenom grunte pri plnochnom ukrytii [Текст]/ R. A. Arslanova, L. P. Ionova // Agrarnyj vestnik Urala. - 2009. - № 7. - P. 86-91.

2. Arslanova, R. A. Vliyanie biologicheskii aktivnykh veschestv pri vyraschivanii rannespelykh sortov ogurca v vesenne-letnej teplice [Текст] / R. A. Arslanova // Estestvennye nauki. - 2009. - № 3. - P. 23-25.

3. Belik, V. F. Metodika opytnogo dela v ovoshevodstve i bahchevodstve [Текст]/ V. F. Belik. - М.: Agropromizdat, 1992. - 319 p.

4. Belousov, K. K. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan na urozhaj ogurca v plnochnoj teplice [Текст] / K. K. Belousov// Trudy Permskogo SXI. - Perm', 1973. - T.106. - P. 9-16.

5. Bondarenko, A.N. Koefficient vodopotrebleniya tykvennykh kul'tur v usloviyakh aridnogo klimata Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Текст]/A.N. Bondarenko, N.V. Tyutyuma, O.V. Kostyrenko// Izvestiya Gorskogo GAU. - 2017. - № 3. Tom 54. - P. 32-38.

6. Vliyanie del'ta-jendotoksina *Bacillus thuringiensis* na biohimicheskij sostav plodov ogurca posevnogo [Текст]/ L. F. Basyrov, D. V. Kamenek, L. K. Kamenek, L. D. Terehina // Vestnik Altajskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. - 2014. - P. 10, 14-17.

7. Grebennikova, V. V. Agrojekologicheskie osobennosti primeneniya biopreparatov mikrobiologicheskogo i rostostimuliruyushchego dejstviya na kachestvo ogurca v usloviyakh zaschischenogo grunta [Текст]/ V. V. Grebennikova, V. A. Kolmykova // Sb. dokl. Ch. I. IZO. - KemGSXI, 2010. - P. 13-16.

8. Derevenschyukov, S. N. Novyj regul'yator rosta - cirkon - i ego vozmozhnosti ispol'zovaniya dlya zaschity ogurca v otkrytom grunte [Текст]/ S. N. Derevenschyukova// Doklady III Mezhdunar. nauchn. konf., posvyaschennoj pamyati B. V. Kvasnikova. - М., 2003. - P. 164-168.

9. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Текст]/ B. A. Dospheov. - М.: Kolos, 1985. - 416 p.

10. Muhortova, T. V. Nauchnye parametry vozdeystviya kollekcii ogurcov agrofirmy "SeDeK" v usloviyakh svetlo-kashtanovykh pochv Nizhnego Povolzh'ya pri ka-pel'nom oroshenii [Jelektronnyj resurs] / T. V. Muhortova, E. V. Poluhina // Sovremennye tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoj 25-letiyu Prikaspijskogo NII aridnogo zemledeliya, 2016. - S. 501-506. - Rezhim dostupa: URL: <http://pniiaz.ru>

11. Nikitenko, G. F. Opytnoe delo v polevodstve [Текст]/ G. F. Nikitenko i dr. - М.: Sel'hozizdat, 1982. - 190 p.

12. Pyhtina, T. K. Vliyanie ? - naftiluksusnoj kisloty na rost i razvitie rastenij ogurca v svyazi s ih seksualizaciej [Текст]/ T. K. Pyhtina // Morfogenez ovoschnykh rastenij. - Novosibirsk: Nauka, 1971. - P. 273-280.

13. Tonoyan, L. E. Vliyanie bakterial'nogo melanina na rost i razvitie ogurca v kul'ture *in vitro* i *in vivo* [Текст]/L. E. Tonoyan, M. T. Petrosyan, K. G. Azaryan i dr.// Uchjonye zapiski. EGU. - 2010. - №1. - P. 50-55.

E-mail: bondarenko-a.n@mail.ru

УДК 628.3:631.67.03:635.116

**ПЕРСПЕКТИВА ВЫРАЩИВАНИЯ СВЕКЛЫ
ПРИ ПОЛИВЕ ОЧИЩЕННОЙ СТОЧНОЙ ВОДОЙ В КРЫМУ****PERSPECTIVE OF THE GROWING OF THE BEET UNDER
IRRIGATION BY PURIFIED WASTEWATER IN CRIMEA****Е.П. Боровой¹**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**Е.А. Ходяков¹**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**В.И. Кременской²**, научный сотрудник**А.М. Джапарова²**, младший научный сотрудник**Е.Р. Borovoy¹, Е.А. Khodyakov¹, V.I. Kremenskoy², A.M. Dzhaparova²**¹Волгоградский государственный аграрный университет²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь¹Volgograd State Agrarian University²Federal State Budget Scientific Institution «Research Institute of Agriculture of Crimea», Simferopol

После перекрытия Северо-Крымского канала сельское хозяйство Республики Крым страдает от недостатка пресной воды, которая в основном идет на питьевые и производственные нужды, а для ирригации сельскохозяйственных культур часто приходится использовать воду более низкого качества. В Крыму возникла необходимость применения очищенных сточных вод крупных населенных пунктов для орошения. В статье представлены результаты опытов по выращиванию свеклы при поливе очищенными сточными водами Симферопольских канализационных очистных сооружений. Опыты проводились на мицелярно-карбонатных черноземах в предгорном агроклиматическом районе Крыма. Определены поливные нормы и сроки полива при поддержании влажности почвы перед поливом не ниже 80...85 % НВ. Проведены вегетационные исследования и биометрические измерения выращенных корнеплодов сахарной и кормовой свеклы. Представлен поливной режим по периодам роста корнеплодов. Проведен анализ массы, диаметра и длины корнеплодов по вариантам опыта. Показаны результаты изменения диаметра корнеплодов сахарной и кормовой свеклы за период вегетации 2017 года. Определена зависимость массы от диаметра корнеплодов кормовой и сахарной свеклы. Дана оценка урожайности и перспективе выращивания свеклы при поливе очищенной сточной водой в Крыму.

After the closing of the North-Crimean canal the agriculture of the Republic of Crimea suffers from a lack of fresh water, which mainly goes to drinking and production needs, and often it is necessary to use water of lower quality for crops irrigation. In Crimea, there was a need to use treated sewage of large settlements for irrigation. The article presents the results of experiments on beets growing under irrigation with purified wastewater from Simferopol sewage treatment plants. The experiments were carried out on micellar-carbonate chernozems in the foothill agroclimatic region of the Crimea. Irrigated norms and terms of irrigation are defined, while keeping humidity of the soil before watering 80...85 % of Full Moisture Capacity. Vegetation studies and biometric measurements of cultivated roots of sugar and fodder beet were carried out. The irrigation regime is presented for periods of root vegetable growth. The analysis of the mass, diameter and length of roots according to the variants of the experiment was carried out. The results of the diameter of roots of sugar and fodder beets change for the period of vegetation in 2017 are shown. The dependence of the mass on the diameter of the roots of fodder and sugar beet was determined. The estimation of yield and perspective of the growing of the beet under irrigation by purified wastewater in Crimea was given.

Ключевые слова: Крым, кормовая и сахарная свекла, полив очищенными сточными водами.

Key words: Crimea, fodder and sugar beets, watering by purified wastewaters.

Введение. Среднегодовая сумма осадков на большей части Крыма равна 300-400 мм, в засушливые годы количество осадков уменьшается вдвое, что крайне отрицательно сказывается на сельскохозяйственном производстве. Потребность в водных ре-

сурсах в Крыму, по данным Департамента государственной политики и регулирования в области водных ресурсов Минприроды России, составляет до 2 км³ в год. По Республике Крым в 2016 году общий объем забора воды из природных источников составил 292,26 млн м³, а отведено сточной воды 157,50 млн м³, в том числе в поверхностные водные объекты – 134,7 млн м³ [1].

До 2014 года основная часть водных ресурсов использовалась на орошение, что в сумме с сельскохозяйственным водоснабжением составляло до 72 % от всего водопотребления крымского региона. Прекращение поставок воды по системе Северо-Крымского канала привело к вододефициту на полуострове. Одним из путей решения нехватки воды является использование очищенных стоков городов и крупных населенных пунктов. Целесообразность применения очищенных сточных вод для орошения в Крыму была рассмотрена в работах Николаева Е.В., Резника Н.Г., Захарова Р.Ю. и других [3, 4, 6]. В Крымском филиале института гидротехники и мелиорации УААН были внедрены технологии орошения сточными водами при выращивании сельскохозяйственных культур в Симферопольском, Ленинском, Нижнегорском и Сакском районах Крыма [8, 7].

Из зарубежного опыта следует, что вторичное применение очищенных сточных вод для орошения снижает сбросы в водные объекты и расход чистой воды. Использование очищенных стоков для полива способствует интенсификации земледелия, повышению рентабельности сельскохозяйственного производства и урожайности возделываемых культур [11, 12, 13]. Повторное применение очищенных сточных вод позволит увеличить площадь орошаемых земель, при этом необходим контроль за химическим составом воды, чтобы избежать накопления солей и развития процессов засоления и осолонцевания в почве.

Материалы и методы. Научные исследования по изучению влияния очищенных сточных вод Симферопольских очистных сооружений на рост, развитие и урожайность сахарной и кормовой свеклы проводились на землях ФГБУН «НИИСХ Крыма» с. Укромное Симферопольского района.

Агроклиматические условия. Температура воздуха в 2017 году была выше среднегодовой по всем летним месяцам, в августе на +2,1 °С, в сентябре – на +3,1 °С. Активные температуры (10 °С) на конец сентября составили 3269 °С, что превышает среднегодовое значение на 292 °С. За вегетационный период выпало 277,2 мм осадков, в том числе эффективных (свыше 5 мм) – 238,8 мм [9].

Почвы опытного участка черноземные, мицелярно-карбонатные, предгорные, тяжелосуглинистые. Гумусовый горизонт 0,45–0,50 м, содержание гумуса 4,4–4,6 % [10]. Почвы на опытном участке около двадцати лет не распахивались. Плотность сложения почвы в верхнем полуметровом горизонте равна 1,22 т/м³, а удельная масса составляет 2,66 т/м³. Наименьшая влагоёмкость почвы в горизонте 0–0,5 м равна 28,0 %.

Полив растений осуществлялся чистой водой из шахтного колодца и очищенной сточной водой Симферопольских КОС.

Варианты опыта: орошение чистой водой из шахтного колодца (контроль); орошение очищенной сточной водой; орошение очищенной сточной водой+водой из шахтного колодца (1 : 1).

Варианты опытов и повторности размещены в рендомизированном порядке методом случайных блоков. Расстановка вегетационных сосудов на опытном участке по Доспехову [2]. Полевые исследования проводились с гибридом сахарной свеклы РМС–121 F1 и сортом кормовой свеклы Эккендорфская желтая. Посадка растений происходила рассадным способом. Выращенная рассада была пересажена в вегетационные сосуды диаметром – 0,42 м, глубиной – 0,40 м, в которых для устройства дренажа снизу и по бокам в нижней части сделаны отверстия. Повторность опытов четырехкратная, расстояние между сосудами 1,5 м.

Для контроля влажности почвы были установлены тензиометры на глубину 0,20 м, для определения температуры почвы – термометр на глубину 0,07 м. Исследования проводились в соответствии с методикой, разработанной Всесоюзным научно-исследовательским институтом кормов им. В.Р. Вильямса [5]. За вегетационный период на опытном участке подкормка растений минеральными удобрениями не осуществлялась.

Результаты и обсуждение. Отделом водосбережения, мониторинга и альтернативного водообеспечения ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» в 2017 году был заложен опыт по изучению влияния очищенных сточных вод Симферопольских КОС на развитие, плодоношение, урожайность свеклы и определение накопления вредных веществ в почве и корнеплодах. Результаты измерения диаметра корнеплодов за период вегетации представлены на рисунках 1 и 2.

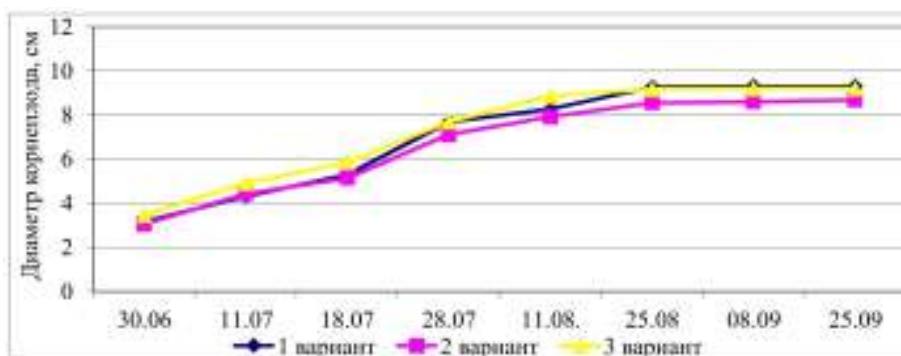


Рисунок 1 – Изменения диаметров корнеплодов сахарной свеклы по вариантам опыта за вегетационный период 2017 г., в см

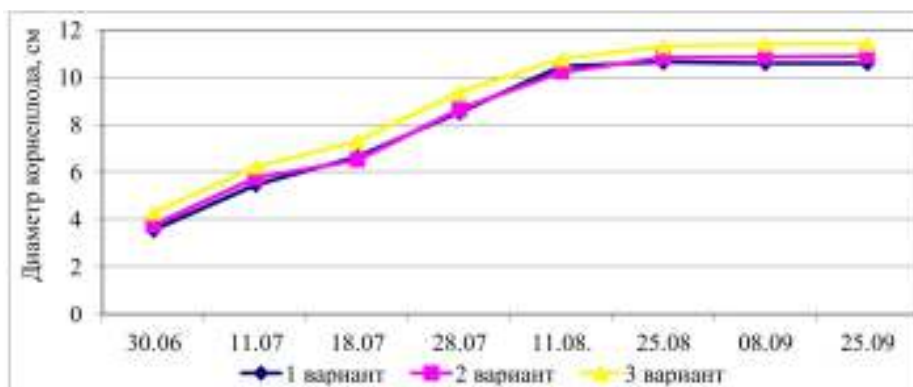


Рисунок 2 – Изменения диаметров корнеплодов кормовой свеклы по вариантам опыта за вегетационный период 2017 г., в см

Активный рост корнеплодов наблюдался до 11 августа по всем вариантам, затем темп роста снизился. В этот период прирост по диаметру составлял до 2,0 см по кормовой и до 1,2 см по сахарной свекле. Во второй и третьей декадах августа прирост снизился до 0,3-1,0 см по сахарной и до 0,5–1,1 см по кормовой свекле. В сентябре прироста диаметра практически не было. Средний диаметр корнеплодов сахарной свеклы по вариантам на момент уборки составил 8,8-9,3 см, кормовой – 9,9-12,6 см.

В течение роста и развития свеклы выделены три периода: посадка рассады, формирование корня корнеплода; формирование и рост корнеплода, техническая спелость, уборка урожая. Посадка рассады в вегетационные сосуды производилась 16 мая 2017 г. При выращивании свеклы в вегетационных сосудах поддерживалась влажность почвы не ниже 80-85 % НВ с помощью тензиометров, что соответствовало всасывающему давлению 34-43 кПа.

Поливы проводились лейкой. Глубина увлажнения принималась в зависимости от глубины распространенности корневой системы свеклы, которая по мере роста корнеплодов меняется, а в период созревания рост растений прекращается. В первый период роста и развития в вегетационных сосудах глубина увлажнения была принята 0,2 м, во второй и третий периоды – 0,35 м.

В мае и июне водоподача на вегетационный сосуд за 1 полив составляла 3,0 л. При глубине увлажнения 0,2 м было проведено 10 поливов, включая предпосадочные, посадочные, послепосадочные и вегетационные поливы.

С третьей декады июня до середины августа наблюдался второй, наиболее активный период роста свеклы. В это время было проведено 16 поливов с водоподачей 5,25 л на вегетационный сосуд. В сентябре до наступления технической спелости свеклы в третий период развития корнеплодов, было выполнено 4 такой же поливной нормой. В первый период роста и развития свеклы было израсходовано 25 % оросительной нормы, во второй – 62 % и в третий – 13 %.

После уборки урожая были проведены биометрические измерения сахарной и кормовой свеклы. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты измерения массы корнеплодов свеклы

Вариант опыта	Показатели по повторениям, г				Среднее значение
	1	2	3	4	
Сахарная свекла					
1	685	590	635	498	602
2	866	673	645	536	680
3	739	654	683	538	654
НСР ₀₅ – 73 г					
Кормовая свекла					
1	1280	1641	1488	1623	1508
2	1746	1601	1933	1915	1799
3	2018	1811	1889	2643	2090
НСР ₀₅ – 385 г					

Средний вес корнеплодов сахарной свеклы по вариантам изменялся от 602 г при поливе водой из шахтного колодца до 680 г при поливе очищенной сточной водой, что на 13 % превышает среднее значение, чем на первом варианте. По кормовой свекле средний вес изменялся от 1508 г на первом варианте до 2090 г на третьем варианте, что на 39 % превышает контроль (полив водой из шахтного колодца).

В таблице 2 представлены результаты измерения диаметров корнеплодов в самой широкой части.

Таблица 2 – Результаты измерения диаметров корнеплодов свеклы

Вариант опыта	Показатели по повторениям, см				Среднее значение
	1	2	3	4	
Сахарная свекла					
1	8,8	10,2	8,0	8,2	8,8
2	9,1	8,7	10,1	8,9	9,2
3	9,9	9,8	7,6	9,9	9,3
НСР ₀₅ – 1,5 см					
Кормовая свекла					
1	8,1	11,5	10,3	9,7	9,9
2	9,6	10,4	11,5	12,1	10,9
3	13,3	11,9	10,2	13,4	12,6
НСР ₀₅ – 2,5 см					

Диаметр корнеплодов сахарной свеклы изменялся от 8,8 см (1 вариант) до 9,3 см (3 вариант). Средний диаметр корнеплодов кормовой свеклы по вариантам опыта изменялся от 9,9 см (1 вариант) до 12,6 см (3 вариант), что на 27 % превышает контроль (полив чистой водой).

Данные по измерению длины корнеплодов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты измерения длины корнеплодов свеклы

Вариант опыта	показатели по повторениям, см				Среднее значение
	1	2	3	4	
Сахарная свекла					
1	9,8	12,3	12,5	11,5	11,5
2	14,8	10,1	13,5	12,0	12,6
3	13,3	13,3	11,5	13,5	12,9
НСР ₀₅ – 3,0 см					
Кормовая свекла					
1	22,1	24,3	20,0	20,4	21,7
2	22,3	23,6	24,4	25,3	23,9
3	28,8	22,6	21,8	24,4	22,9
НСР ₀₅ – 4,3 см					

Средняя длина корнеплодов сахарной свеклы изменялась от 11,5 см (1 вариант) до 12,9 см (3 вариант), а средняя длина корнеплодов кормовой свеклы – от 21,7 см (1 вариант) до 23,9 см (2 вариант), что не превышало полученных значений НСР₀₅.

В таблице 4 показаны результаты определения урожайности и расчёта коэффициентов водопотребления сахарной и кормовой свеклы.

При выращивании в вегетационных сосудах по сахарной свекле наибольший урожай 12,1 т/га получен во втором варианте (полив очищенной сточной водой) с наименьшим коэффициентом водопотребления 62,1 м³/т. По кормовой свекле максимальная урожайность получена на третьем варианте (полив смешанной водой) – 37,2 т/га с минимальным коэффициентом водопотребления 20,2 м³/т.

Таблица 4 – Урожайность и коэффициенты водопотребления свеклы при выращивании в вегетационных сосудах, т/га

Вариант опыта	Вегетационные сосуды размещены 1,5x1,5 м, в 1 вегетационном сосуде 4 растения	
	урожайность, т/га	коэффициент водопотребления, м ³ /т
Сахарная свекла		
1	10,7	70,3
2	12,1	62,1
3	11,6	64,8
Кормовая свекла		
1	26,8	28,1
2	32,0	23,5
3	37,2	20,2

На рисунках 3 и 4 представлены диаграммы зависимости диаметров корнеплодов от массы сахарной и кормовой свеклы с указанием уравнения и величины достоверности аппроксимации.

Анализ полученных данных позволил установить закономерность между диаметром и массой корнеплода. Значение $R^2 = 0,94-0,95$ характеризует тесную взаимосвязь между величинами.

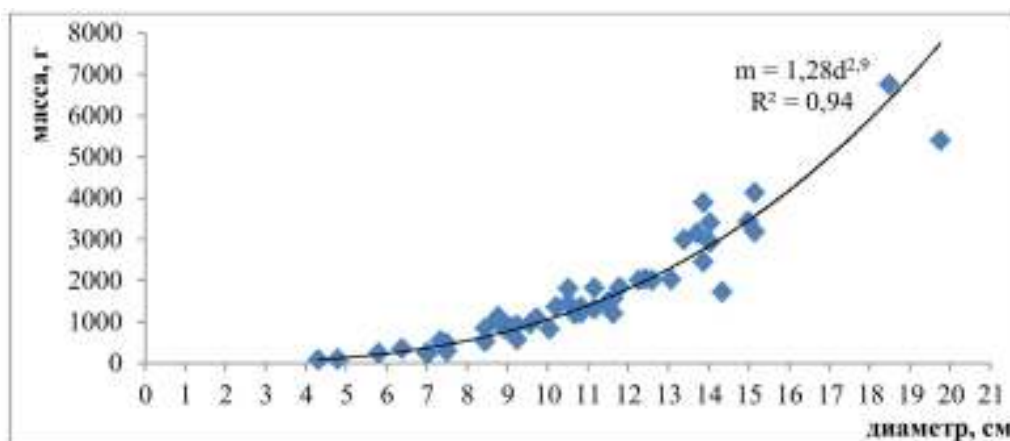


Рисунок 3 - Зависимость массы от диаметра кормовой свеклы:

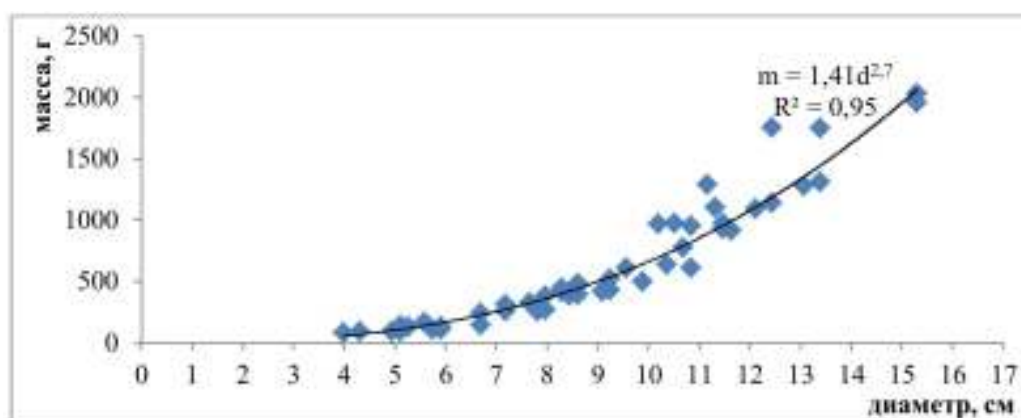
 d – диаметр корнеплода, в см, m – масса корнеплода, в г

Рисунок 4 – Зависимость массы от диаметра сахарной свеклы:

 d – диаметр корнеплода, в см, m – масса корнеплода, в г

Заключение. Научные исследования, проведённые в 2017 г. на землях ФГБУН «НИИСХ Крыма» в с. Укромное Симферопольского района по изучению влияния очищенных сточных вод Симферопольских очистных сооружений на рост, развитие и урожайность сахарной и кормовой свеклы, показали, что применение этих вод с концентрацией стоков, безопасных для человека, позитивно воздействует на корнеплоды.

Наличие питательных веществ в стоках при проведении опытов в вегетационных сосудах (при пересчёте на 1 га) по сахарной свекле позволило получить наибольший урожай 12,1 т/га при поливе очищенной сточной водой, а кормовой свеклы – 37,2 т/га при поливе смешанной водой. Это, по сравнению с поливом чистой водой, обеспечило повышение урожайности соответственно на 13 и 39 %, одновременно с минимальным удельным расходом воды для получения 1 тонны продукции (62,1 и 20,2 м³).

Проведённые исследования дают обоснование перспективы использования очищенных сточных для полива корнеплодов в Крыму.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2016 году [Текст]. – Ижевск: ООО «Принт-2», 2017. – С. 111-117.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований [Текст]/ Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

3. Захаров, Р. Ю. Орошение как способ утилизации очищенных сточных вод в Республике Крым [Текст]/ Р. Ю. Захаров, Н. Е. Волкова // Экономика строительства и природопользования. – 2016. – №1. – С. 54-61.
4. Кременской, В. И. Опыты полива свеклы очищенной сточной водой в Крыму / В.И. Кременской, Э. Э. Сейтумеров, А. М. Джапарова // Мелиорация и водное хозяйство. Пути повышения эффективности и экологической безопасности мелиораций земель Юга России: Материалы науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения), 07-24 ноября 2017 г., Вып. 15. Ч. 1 / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ. – Новочеркасск: Лик, 2017. – С. 93-102.
5. Методика полевых опытов с кормовыми культурами [Текст]/ Ред. коллегия А.С. Митрофанов, Ю. К. Новосёлов, Г. Д. Харьков. – М.: ВНИИ кормов, 1971. – 160 с.
6. Николаев, Е. В. Основные направления решения проблемы орошения в Крыму [Текст]/ Е. В. Николаев, Н. Г. Резник // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2015. – №2(165). – С. 47-53.
7. Научно-технический отчет «Провести полевые исследования и усовершенствовать схемы подпочвенного орошения с использованием сточных вод городов и промышленности» [Текст]/ А. В. Черноказинский, Г. И. Карпий, В. И. Кременской, И. Д. Пай. – Симферополь: КФ ИГиМ УААН, 1994. – 53 с.
8. Отчет о научно-исследовательской деятельности «Дать оценку пригодности биологически очищенных сточных вод городов Крымской области и изучить влияние их на агрометеорологические свойства почв» [Текст]/ Т. Л. Сало, В. Е. Дышлюк, Г. И. Андрияненко, Г. Я. Чегринцев, Р. Г. Никула. – Киев: Укргипроводхоз, 1990. – 98 с.
9. Погода и климат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda.ru.net> (дата обращения 01.10.2017).
10. Половицкий, И.Я. Почвы Крыма и повышение их плодородия [Текст]: справочное издание / И. Я. Половицкий, П. Г. Гусев. – Симферополь: Таврия, 1987. - 152 с.
11. Effect of Treated Wastewater Irrigation on Heavy Metals Distribution in a Tunisian Soil [Текст]/ K. Khaskhoussy, B. Kahlaoui, B. Messoudi Nefzi, O. Jozdan, A. Dakheel, M. Hachicha // Engineering, Technology & Applied Science Research. – 2015. – 5(3). – P. 805–810. – Mode of access: <http://doi.org/10.5281/zenodo.18803>.
12. Feigin, A. Irrigation with Treated Sewage Effluent [Текст]/ A. Feigin, I. Ravina, J. Shalhevet. – Berlin: Springer, 1991. – 224 p.
13. Qian, Y.L. Long-term effects of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties on golf course fairways [Текст]/ Y. L. Qian, B. Mecham // Agronomy Journal. – 2005. – 3(97). – P. 717–721.

Reference

1. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushej sredy na territorii Respubliki Krym v 2016 godu [Текст]. - Izhevsk: OOO "Print-2", 2017. - P. 111-117.
2. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyty: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy [Текст]/ B. A. Dospheov. - M.: Kolos, 1979. - 416 p.
3. Zaharov, R. Yu. Oroshenie kak sposob utilizacii ochischennyh stochnyh vod v Respublike Krym [Текст]/ R. Yu. Zaharov, N. E. Volkova //Jekonomika stroitel'stva i prirodnopol'zovaniya. - 2016. - №1. - P. 54-61.
4. Kremenskoj, V. I. Opyty poliva svekly ochischennoj stochnoj vodoj v Krymu / V. I. Kremenskoj, Je. Je. Sejtumerov, A. M. Dzhaparova // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. Puti povysheniya jffektivnosti i jekologicheskoy bezopasnosti melioracij zemel' Yuga Rossii: Materialy nauch. - prakt. konf. (Shumakovskie chteniya), 07-24 noyabrya 2017 g., Vyp. 15. Ch. 1 / Novoчерк. inzh. -- melior. in-t Donskoj GAU. - Novoчерkassk: Lik, 2017. - P. 93-102.
5. Metodika polevyh opytov s kormovymi kul'turami [Текст]/ Red. kollegiya A. S. Mitrofanov, Yu. K. Novosjolov, G. D. Har'kov. - M.: VNII kormov, 1971. - 160 s.
6. Nikolaev, E. V. Osnovnye napravleniya resheniya problemy orosheniya v Krymu [Текст]/ E. V. Nikolaev, N. G. Reznik // Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy. - 2015. - №2(165). - P. 47-53.

7. Nauchno-tehnicheskij otchet "Provesti polevye issledovaniya i usovershenstvovat' sxemy podpochvennogo orosheniya s ispol'zovaniem stochnyh vod gorodov i promyshlennosti" [Tekst]/ A. V. Chernokazinskij, G. I. Karpij, V. I. Kremenskoj, I. D. Paj. - Simferopol': KF IGiM UAAN, 1994. - 53 p.

8. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj deyatel'nosti "Dat' ocenku prigodnosti biologicheskij ochischennyh stochnyh vod gorodov Krymskoj oblasti i izuchit' vliyanie ih na agromeliorativnye svojstva pochv" [Tekst]/ T. L. Salo, V. E. Dyshlyuk, G. I. Andriyanenko, G. Ya. Chegrinec, R. G. Nikula. - Kiev: Ukrigiprovodhoz, 1990. - 98 p.

9. Pogoda i klimat [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://pogoda.ru.net> (data obrascheniya 01.10.2017).

10. Polovickij, I. Ya. Pochvy Kryma i povyshenie ih plodorodiya [Tekst]: spravocnoe izdanie / I. Ya. Polovickij, P. G. Gusev. - Simferopol': Tavriya, 1987. - 152 p.

11. Effect of Treated Wastewater Irrigation on Heavy Metals Distribution in a Tunisian Soil [Tekst]/ K. Khaskhoussy, B. Kahlaoui, B. Messoudi Nefzi, O. Jozdan, A. Dakheel, M. Hachicha // Engineering, Technology & Applied Science Research. – 2015. – 5(3). – P. 805–810. – Mode of access: <http://doi.org/10.5281/zenodo.18803>.

12. Feigin, A. Irrigation with Treated Sewage Effluent [Tekst]/ A. Feigin, I. Ravina, J. Shalhevet. – Berlin: Springer, 1991. – 224 p.

13. Qian, Y.L. Long-term effects of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties on golf course fairways [Tekst]/ Y. L. Qian, B. Mecham // Agronomy Journal. – 2005. – 3(97). – P. 717–721.

E-mail: E419829@yandex.ru

УДК 631.67: 632.7: 633.3

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНТОМОКОМПЛЕКСОВ
В ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТАХ ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ
SPECIFIC FEATURES OF ENTOMOCOMPLEXES' FORMATION
IN THE IRRIGATED CROP ROTATIONS OF VOLGA-DON INTERFLUVE**

**Т.Л. Карпова¹, кандидат биологических наук
О.П. Комарова², кандидат сельскохозяйственных наук
T.L. Karpova¹, O.P. Komarova²**

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

¹ Volgograd State Agrarian University

²The All-Russian scientific research institute of the irrigated agriculture, Volgograd

В стабилизации фитосанитарной ситуации в агроценозах сельскохозяйственных культур основную роль играет севооборот, позволяющий регулировать численное и видовое обилие насекомых, поддерживать численность фитофагов на хозяйственно неощутимом уровне. В работе приведены результаты многолетнего (1988-2017 гг.) изучения энтомокомплексов орошаемых севооборотов Волгоградской области. Рассмотрена средообразующая роль состава культур севооборота, влияние фенологии возделываемых растений на их заселенность вредителями и энтомофагами. Показано, что на формирование энтомофауны значительное воздействие оказывает микроклимат, создающийся в агроценозах. Проведенные исследования указывают на неустойчивость энтомокомплекса, формирующегося в севообороте с пропашными культурами, невозможность его саморегулирования. Ведущую роль в стабилизации фитосанитарной обстановки принадлежит севооборотам с научно обоснованным набором культур, включающим многолетние травы. В статье рассмотрена роль многолетних трав в севооборотах как резервата и станции переживания жужелиц, доминантов среди напочвенной группы энтомофагов. Оптимальные условия, создающиеся в посевах многолетних трав, ведут к увеличению численности и видового разнообразия представителей этого семей-

ства, среднесезонная численность карабидофауны в агроценозах многолетних трав возрастает в 2,2-4,4 раза в сравнении с агроценозами пропашных. Установлено, что наличие в структуре севооборотов многолетних трав, расположенных вблизи полей пропашных культур, испытывающих значительные антропогенные нагрузки, способствует увеличению видового разнообразия насекомых, росту численности и равномерному распределению энтомофагов и паразитов. В результате повышается стабильность энтомокомплексов агроценозов, что способствует сокращению пестицидной нагрузки на агроландшафты.

In the stabilization of the phytosanitary situation in agroecosystems of agricultural crops, the main role is played by crop rotation, which allows to regulate the numerical and species abundance of insects, to maintain the number of phytophages at an economically imperceptible level. The paper presents the results of long-term (1988-2017) study of entomocomplexes of irrigated crop rotations of Volgograd region. Considered environment-forming role of the composition of the crop rotation, the effect of phenology of cultivated plants on their way, the population of pests and entomophages. It is shown that the formation of entomofauna is significantly affected by the microclimate created in agroecosystems. The studies have shown instability of entomocomplexes formed in the rotation with row crops, the impossibility of self-regulation. The leading role in stabilizing the phytosanitary situation belongs to crop rotations with a scientifically based set of crops, including perennial grasses. The article considers the role of perennial grasses in crop rotations as a reserve and a station of waiting for ground beetles, dominants among the ground group of entomophages. The optimal conditions created in crops of perennial grasses, leading to higher abundance and species diversity of members of this family, the mean seasonal number of carabidology in agroecosystems of perennial grasses increased 2.2-4.4 times in comparison with the tilled agricultural lands. It is established that the presence in the structure of crop rotations of perennial grasses, located near the fields of tilled crops, experiencing significant anthropogenic loads, contributes to an increase in the species diversity of insects, an increase in the number and uniform distribution of entomophages and parasites. As a result, the stability of entomocomplexes of agroecosystems increases, which helps to reduce the pesticide load on agricultural landscapes.

Ключевые слова: энтомокомплексы, севообороты, орошение, Волго-Донское междуречье.

Key words: entomocomplexes, crop rotations, irrigation, Volga-Don interfluve.

Введение. В технологиях возделывания сельскохозяйственных культур важная роль отводится блоку защиты растений, что определяется значительной вредоносностью фитофагов, болезней и сорняков. В целом потери сельскохозяйственной продукции от вредных организмов ежегодно достигают 20-35 % в зависимости от вида культуры [2, 10]. Особенно актуальна эта проблема в условиях орошаемого земледелия, где в связи с более высокими уровнями урожайности системы защиты растений обладают более высокой эффективностью.

Одним из ведущих факторов управления фитосанитарной ситуацией в орошаемых посевах кормовых культур, как показывают наши многолетние исследования, являются научно обоснованные севообороты. Наряду со стабилизацией плодородия почвы за счет повышения содержания гумуса, улучшения водно-физических свойств, солевого и пищевого режима почвы, севооборот играет основную роль в регулировании численности энтомофауны, позволяя поддерживать численность фитофагов на хозяйственно неощутимом уровне.

Материалы и методы. Отслеживание фитосанитарной ситуации и поиск путей управления вредной и полезной энтомофауной проводились нами в 1988-2017 гг. в специализированных орошаемых кормовых севооборотах, заложенных в 1988 году в ОПХ «Орошаемое» Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (Волгоград). Дана энтомологическая оценка севооборотов с различным насыщением многолетними травами (40-60 %) и севообороту, включающему только пропашные культуры.

Видовой состав и динамика численности фитофагов и энтомофагов фитоценоза определялись нами методом кошения энтомологическим сачком по общепринятым методикам, а фауна герпетобия оценивалась как с использованием метода почвенных проб, так и посредством учета почвенными ловушками [9]. Учеты проводили по основным фенофазам (фитоценоз и почвенные ловушки) в течение вегетационного периода, почвенные раскопки – дважды (весной и осенью).

Результаты и обсуждение. В рассматриваемых севооборотах складываются неравноценные условия для обитания энтомофауны. К факторам, воздействующим на формирование энтомокомплекса в севооборотах, в первую очередь относится состав культур. Растения, являясь средообразующим фактором, представляют первичное звено в возникающей трофической цепи «растение – фитофаг – энтомофаг». Пищевой фактор служит основой формирования видового состава практически всех основных групп энтомокомплексов, особенно это касается насекомых, питающихся избирательно (моно- и олигофаги) [5].

Кроме этого, на формирование энтомофауны значительное воздействие оказывает фенология возделываемых растений, а также микроклимат, создающийся в агроценозах [7, 6].

В севооборотах с наличием многолетних трав, особенно люцерны, а также смесей люцерны с мятликовыми, создаются наилучшие условия для обитания, развития и размножения полезных видов энтомокомплекса. В таких севооборотах создается оптимальный микроклимат для обитания насекомых, вегетация растений не прерывается в течение холодного сезона, обработки почвы и другое антропогенное воздействие минимальны. Все эти факторы способствуют созданию благоприятных условий обитания для всех трофических групп насекомых: как фитофагов, так энтомофагов и паразитов. В севооборотах с многолетними травами формируется полидоминантный энтомокомплекс, в котором отмечается значительное видовое разнообразие. Так, нашими исследованиями на посевах люцерны зарегистрировано 254 вида, из которых к доминантам и субдоминантам относятся 10-15. В таком полидоминантном сообществе наблюдаются процессы саморегулирования, что в значительной степени способствует поддержанию экологической стабильности агроценоза, при этом поля многолетних трав являются эффективным источником миграции полезных насекомых на соседние участки.

Анализ динамики численности основных групп насекомых за 1988-2017 гг. показывает, что среднесезонное обилие полезных насекомых в первых трех севооборотах с многолетними травами значительно (в 2,4-2,7 раза) превышает численность таковых четвертого севооборота (с пропашными культурами). Соотношение численности энтомофагов и вредителей составляет здесь 1 : 4,7 – 1 : 6,7, что, по данным А.Т. Демчук и др. [1, 3, 4], позволяет считать возможным саморегулирование энтомокомплекса.

Значительна также роль многолетних трав в севооборотах как резервата и станции переживания такой важной группы почвенных энтомофагов, как жуки-щелкуны, доминирующие среди герпетобия. Указанные выше оптимальные условия ведут здесь к увеличению численности и видового разнообразия представителей этого семейства [8].

Так, среднесезонная численность карабидафауны в агроценозах этих культур в наших учетах оказалась в 2,2-2,8 раза выше, чем в посевах ячменя, озимой пшеницы, картофеля и в 4,4 раза выше, чем на кукурузе (рисунок 1). Причем среди почвенных энтомофагов около половины численного обилия – 100 %-ные хищники, а виды со смешанным питанием (миксофитофаги) не приносят существенного вреда возделываемым культурам.

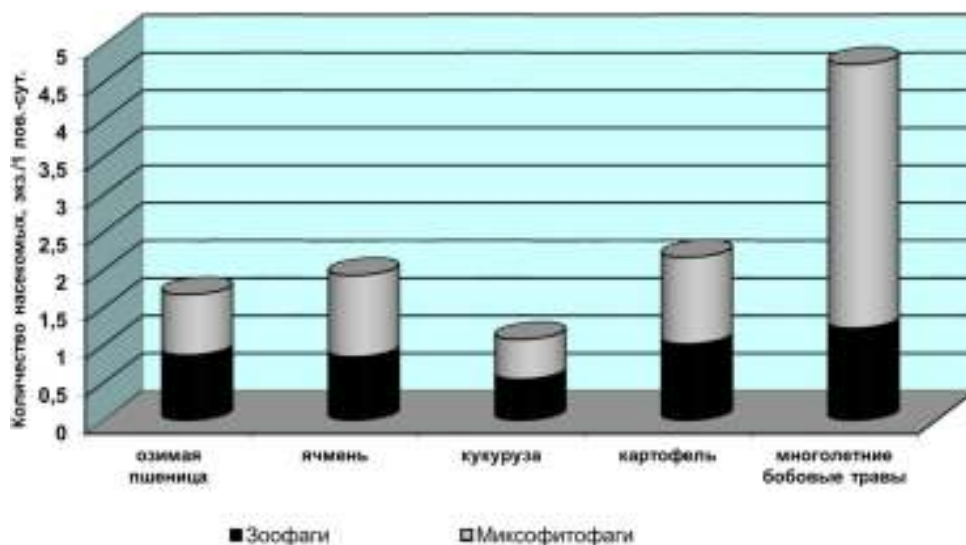


Рисунок 1 – Численное обилие трофических групп жуелиц по культурам севооборота (среднее за 1988-2017 гг.)

С полей многолетних трав жуелицы мигрируют на соседние культуры в период размножения вредителей. Так, на картофеле, граничащем с посевом бобовых, количество видов жуелиц увеличивается до 57 (на более удаленных 37-42), а численное обилие – в 1,5 раза. Следует также отметить, что многолетние травы являются эффективными источниками массовых миграций энтомофагов в районе исследований. Нашими исследованиями установлено значительное (на 60-170 %) увеличение численности жуелиц в агроценозах пропашных культур, которые граничат с посевами люцерны. Эти данные подтверждаются материалами исследований Е.В. Комарова и Л.Б. Черезовой [12], проведенными в Ростовской области. Авторы отмечают, что близость полей люцерны (на расстоянии до 150 м) повышает численность жуелиц на 40 % [12].

Особенно неблагоприятная энтомологическая ситуация складывается в севообороте с наличием только пропашных культур. Поля здесь в течение длительного периода подвергаются интенсивным механическим воздействиям с применением химических средств защиты растений; растительный покров, формирующий необходимый для мезофильных энтомофагов микроклимат, образуется с начала лета в момент активного накопления биомассы пропашными культурами и до завершения их вегетации. Эти причины определяют формирование здесь монодоминантных энтомологических сообществ с низким видовым разнообразием. Так, нашими исследованиями на кукурузе выявлено 3 доминантных и субдоминантных вида из 15, отмеченных на культуре.

Обусловлено это технологическими особенностями возделывания пропашных культур в севооборотах – здесь цикл развития растений ограничивается только вегетационным периодом. Далее процесс вегетации растений прерывается, соответственно происходит разрегулирование биоценоза. Энтомофаги и паразиты вынуждены мигрировать на посевы многолетних трав, поскольку в агроценозах пропашных для абсолютного большинства видов нет возможности полностью закончить цикл развития.

Согласно многолетним наблюдениям, здесь зарегистрирована самая низкая численность полезной энтомофауны, не превышающая по всем годам исследований 58 экз./100 взмахов сачком в среднем за сезон (рисунок 1). Вместе с тем среднесезонное обилие видов, повреждающих сельскохозяйственные культуры, и, соответственно, их вредоносность, в 1,3 раза выше.

Закключение. Таким образом, низкое видовое разнообразие, монодоминантная структура энтомокомплексов, неблагоприятное соотношение численности полезных и вредных видов указывают на неустойчивость сообщества, формирующегося в севообороте с пропашными культурами, невозможность саморегулирования комплекса энтомофауны.

Севообороты являются ведущим фактором стабилизации фитосанитарной обстановки в агроценозах. Научно обоснованный подбор культур, качественное и своевременное выполнение в севооборотах необходимых агротехнологических мероприятий поддерживает процессы саморегулирования комплексов энтомофауны, что соответственно способствует поддержанию численности вредителей и количества сорной растительности на уровне, не превышающем экономические пороги вредоносности.

Стабилизации фитосанитарной ситуации в значительной степени способствует наличие в структуре севооборотов многолетних трав. При этом желательно их расположение вблизи полей пропашных культур, испытывающих значительные антропогенные нагрузки. Это будет способствовать увеличению численности и равномерному распределению энтомофагов и паразитов. При соблюдении этих условий можно добиться увеличения видового разнообразия хищных и паразитических насекомых и обеспечить их высокую численность в агроценозах пропашных культур за счет горизонтальных миграций. В результате повысится стабильность энтомокомплексов агроценозов, что будет способствовать сокращению пестицидной нагрузки на агроландшафты.

Библиографический список

1. Демчук, А.Т. Трипсы на посевах семенной люцерны [Текст] / А.Т. Демчук, Н.П. Дядечко, М.Б. Рубан // Интегрированная защита растений от вредителей и болезней с.-х. культур : сб. науч. тр. УСХА. – Киев: Б.и., 1983. – С. 11-13.
2. Захаренко, В.А. Рынок пестицидов в России и перспективы его развития [Текст] / В.А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2014. – № 22. – С. 3-6.
3. Зубков А.Ф. Агробиоценология на рубеже XX-XXI веков [Текст] / А.Ф. Зубков // Актуальные вопросы современных сельскохозяйственных наук: материалы междунар. науч.-практ. конференции (Екатеринбург, 10 марта 2016 г.). – Екатеринбург: ИЦРОН, 2016. – С. 27-30.
4. Иванцова Е.А. Сохранение и восстановление биологического разнообразия агролесоландшафтов [Текст] / Е.А. Иванцова // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Волгоград, 12-13 октября 2015 г.). – Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2015. – С. 46-50.
5. Иванцова Е.А. Влияние состава лесных полос на видовое богатство и обилие энтомофагов [Текст] / Е.А. Иванцова, Ю.В. Вострикова // Наука и образование в жизни современного общества: материалы Международной научно-практической конференции (Тамбов, 30 декабря 2014 г.). – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. – С. 48-49.
6. Иванцова, Е.А. Видовой состав и структура полезной энтомофауны защитных лесных насаждений Нижнего Поволжья [Текст] / Е.А. Иванцова, Ю.В. Вострикова // Наука и образование XXI в: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 17 частях. – 2014. – С. 77-79.
7. Комаров, Е.В. Состав, структура, распределение герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera) в орошаемом агроландшафте [Текст] / Е.В. Комаров, Т.Л. Карпова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-11. – С. 2350-2356.
8. Комаров, Е.В. Состав и структура сообществ жесткокрылых насекомых (Coleoptera) как показатель состояния степных экосистем юго-востока европейской части России [Текст] / Е.В. Комаров, Н.С. Калюжная, Л.Б. Черезова // Степи Северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке: материалы Международного симпозиума (Оренбург, 31 декабря – 1 января 2000 г.) – Оренбург, 2000. – С. 189-190.

9. Основные термины и определения по защите растений [Текст] / А.Ю. Москвичёв, Т.Л. Карпова, Т.В. Константинова, И.А. Корженко. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. – С. 111.

10. Чернышев, В.Б. Экологическая защита растений. Членистоногие в агроэкосистеме [Текст] : учебное пособие / В.Б. Чернышев. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 136 с.

11. Шарова, И.Х. Влияние орошения и окружающих местообитаний на формирование населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах полупустынной зоны Нижнего Поволжья [Текст] / И.Х. Шарова, Е.В. Комаров, Т.Л. Карпова. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2009. – 99 с.

12. Komarov E.V., Tscheresova L.B. Possible ways of Carabid beetles population control in arable land // XII Междунар. симпоз. по энтомофауне средней Европы (Киев, 25-30 сентября 1988 г.): Тез.докл. – Киев, 1988. – С. 78.

Reference

1. Demchuk, A. T. Tripsy na posevah semennoj lyucerny [Tekst] / A. T. Demchuk, N. P. Dyadechko, M. B. Ruban // Integrirovannaya zaschita rastenij ot vreditelej i boleznej s. - h. kul'tur : sb. nauch. tr. USXA. - Kiev: B. i., 1983. - P. 11-13.

2. Zaharenko, V. A. Rynok pesticidov v Rossii i perspektivy ego razvitiya [Tekst] / V. A. Zaharenko // Zaschita i karantin rastenij. - 2014. - № 22. - P. 3-6.

3. Zubkov A. F. Agrobiocenologiya na rubezhe XX-XXI vekov [Tekst] / A. F. Zubkov // Aktual'nye voprosy sovremennyh sel'skohozyajstvennyh nauk: materialy mezhdunar. nauch. - prakt. konferencii (Ekaterinburg, 10 marta 2016 g.). - Ekaterinburg: ICRON, 2016. - P. 27-30.

4. Ivancova E. A. Sohranenie i vosstanovlenie biologicheskogo raznoobraziya agrolesolandshaftov [Tekst] / E. A. Ivancova // Jekologicheskaya bezopasnost' i ohrana okruzhayuschej sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Volgograd, 12-13 oktyabrya 2015 g.). - Volgograd: Volgogradskij gosudarstvennyj universitet, 2015. - S. 46-50.

5. Ivancova E. A. Vliyanie sostava lesnyh polos na vidovoe bogatstvo i obilie jentomofagov [Tekst] / E. A. Ivancova, Yu. V. Vostrikova // Nauka i obrazovanie v zhizni sovremennogo obschestva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Tambov, 30 dekabrya 2014 g.). - Tambov: OOO "Konsaltingovaya kompaniya Yukom", 2015. - P. 48-49.

6. Ivancova, E. A. Vidovoj sostav i struktura poleznoj jentomofauny zaschitnyh lesnyh nasa-zhdenij Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / E. A. Ivancova, Yu. V. Vostrikova // Nauka i obrazovanie XXI v: sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 17 chastyah. - 2014. - P. 77-79.

7. Komarov, E. V. Sostav, struktura, raspredelenie gerpetobiontnyh zhestkokrylyh (Coleoptera) v oroshaemom agrolandshafta [Tekst] / E. V. Komarov, T. L. Karpova // Fundamental'nye issledovaniya. - 2014. - № 12-11. - P. 2350-2356.

8. Komarov, E. V. Sostav i struktura soobschestv zhestkokrylyh nasekomyh (Soleoptera) kak pokazatel' sostoyaniya stepnyh jekosistem yugo-vostoka evropejskoj chasti Rossii [Tekst] / E. V. Komarov, N. S. Kalyuzhnaya, L. B. Cherezova // Stepi Severnoj Evrazii: strategiya sohraneniya prirodnogo raznoobraziya i stepnogo prirodoopol'zovaniya v XXI veke: materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma (Orenburg, 31 dekabrya - 1 yanvary 2000 g.). - Orenburg, 2000. - P. 189-190.

9. Osnovnye terminy i opredeleniya po zaschite rastenij [Tekst] / A.Yu. Moskvichjov, T.L. Karpova, T. V. Konstantinova, I. A. Korzhenko. - Volgograd: Volgogradskij GAU, 2018. - P. 111.

10. Chernyshev, V. B. Jekologicheskaya zaschita rastenij. Chlenistonogie v agrojekosisteme [Tekst] : uchebnoe posobie / V. B. Chernyshev. - M.: Izd-vo MGU, 2001. - 136 p.

11. Sharova, I. H. Vliyanie orosheniya i okruzhayuschih mestoobitanij na formirovanie naseleniya zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) v agroecenozah polupustynnoj zony Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / I.H. Sharova, E. V. Komarov, T. L. Karpova. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2009. - 99 p.

12. Komarov E.V., Tscheresova L.B. Possible ways of Carabid beetles population control in arable land // XII Mezhdunar. simpoz. po jentomofaune srednej Evropy (Kiev, 25-30 sentyabrya 1988 g.): Tez. dokl. - Kiev, 1988. - P. 78.

УДК 633.112:631.52

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ
НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ****PRODUCTIVITY OF VARIETIES OF WINTER HARD WHEAT
IN LIGHT-CHESTNUT SOILS OF VOLGOGRAD REGION****К.В. Лёвкина**, кандидат сельскохозяйственных наук**Е.А. Михальчёва**, студент**K.W. Levkina, E.A. Mikhacheva***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

В данной статье представлены результаты анализа продуктивности сортов озимой твердой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области за 2015-2016 годы. Выявлено, что в сильно засушливом 2015 году период «колошение – восковая спелость» сократился на 10 суток, за период вегетации осадков выпало 48 мм, температура воздуха была ниже от среднесуточной на 4,8 °С, дней с влажностью воздуха 30 % и менее 18 суток. Максимальная урожайность у изучаемых сортов получена в 2016 году, где за период вегетации осадков выпало 106,8 мм, температура воздуха в фазу колошения – восковой спелости превышала среднесуточную на 1,2 °С, дней с влажностью воздуха 30 % и менее не наблюдалось. В таких гидротермических условиях высокую урожайность сформировал сорт Киприда, урожайность которого составила 4,4 т/га, сорт Курант уступил ему на 0,2 т/га, Эйрена – на 1 т/га. В сильно засушливом 2015 году урожайность у всех сортов сформировалась до 1 т/га. По этому показателю выделились сорта: Курант (0,99 т/га), Аксинит (0,49 т/га) и Терра (0,49 т/га).

This article presents the results of the analysis of the productivity of winter hard wheat varieties on light chestnut soils of the Volgograd region for 2015-2016. It was revealed that in the heavily dry year 2015 the period of "ear-wax ripeness" was reduced by 10 days, during the vegetative period of precipitation 48 mm fell, the air temperature was lower by an average of 4.8 °C, days with air humidity 30 % and less than 18 days. The maximum yield in the studied varieties was obtained in 2016, where 106.8 mm fell during the vegetative period of precipitation, the air temperature in the phase of ear-wax ripeness exceeded the mean annual one by 1.2 °C, days with air humidity of 30 % or less were not observed. In such hydrothermal conditions, the high yield yielded a variety of Kiprid, with a yield of 4.4 t / ha, Kurant yielded 0.2 t/ha, Eiren - 1 t/ha. In the highly dry year 2015, the yields for all varieties were formed up to 1 t/ha. According to this indicator, varieties were distinguished: Courant (0.99 t / ha), Aksinit (0.49 t/ha) and Terra (0.49 t/ha).

Ключевые слова: сорт, озимая твердая пшеница, сортоиспытание, экономическая эффективность, светло-каштановые почвы.

Key words: variety, winter hard wheat, variety testing, economic efficiency, light chestnut soils.

Введение. Современное сельскохозяйственное производство испытывает большую потребность в высокоурожайных сортах озимой твердой пшеницы. Высокая продуктивность новых сортов, хорошая отзывчивость на приёмы агротехники способствуют расширению посевных площадей под этой ценной продовольственной культурой.

Урожайность – это результат компромисса между продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды. Посев озимой пшеницы в лучшие агротехнические сроки – одно из главных условий формирования высокого урожая зерна этой культуры с хорошим качеством [5, 9].

Многочисленными исследованиями установлено, что урожай озимой пшеницы зависит от индивидуальной продуктивности каждого растения, которая определяется их числом на единице площади. Одной из важнейших задач АПК является не просто увеличение сборов зерна, а получение продукции, отвечающей требованиям мировых стандартов качества [4, 7].

На современном этапе высококачественные, правильно подготовленные к посеву семена районированных сортов, включенных в реестр, выступают как основа построения эффективной технологии. Не подлежит сомнению также необходимость постоянного совершенствования сортов с учетом динамичности сопутствующих и влияющих на производство факторов [10].

Внедрение новых высокопродуктивных сортов пшеницы в комплексе с улучшением агротехники позволило за короткий срок увеличить в два раза производство зерна в важнейших регионах бывшего СССР, в Мексике, Пакистане, Индии и других зарубежных странах. В настоящее время рынок сельскохозяйственной техники насыщен большим разнообразием современных машин по обработке почвы, посеву, уходу за посевами [6, 2].

Под структурными элементами урожайности понимаются продуктивные органы и признаки растения, которые формируют и определяют величину урожая зерна. А.И. Носатовский к основным элементам структуры урожайности относит густоту продуктивного стояния, озерненность колоса и выполненность зерна [8]. Элементы структуры урожая находятся в довольно сложной зависимости как между собой, так и с урожайностью зерна [1].

Одним из важных условий получения высоких урожаев зерна является внедрение в производство таких сортов, которые обладают высокой устойчивостью к болезням, вредителям, засухе и способны стабильно формировать зерно высокого качества [3].

Цель исследования. Оценить адаптивный потенциал сортов озимой твердой пшеницы по урожайности зерна в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области.

Материалы и методы. Исследования проводились на светло-каштановых почвах Октябрьского района Волгоградской области. Повторность опытов 4-х кратная при систематическом размещении вариантов. Площадь делянки 40 м², предшественник – чёрный пар.

Изучались сорта: Курант, Аксицит, Амазонка, Диона, Киприда, Лазурит, Терра, Тейя, Эйрена, Агат Донской.

Программой исследования предусматривалось решение следующих задач:

- выявить наиболее продуктивный сорт твердой озимой пшеницы;
- провести экономическую оценку.

На опытах проводились следующие наблюдения и учёты:

1. Фенологические наблюдения за ростом и развитием озимых культур.
2. Измерение высоты растений проводили по вариантам опыта в фазу полной спелости.
3. Определение структуры урожая проводили по методике Госсортиспытания, производили учёт массы 1000 зёрен (ГОСТ 10842-89).
4. Учёт хозяйственного урожая проводили поделочно, методом сплошного обмолота комбайном Сампо Ростов - 2001, одновременно с каждого варианта отбирали пробу зерна для определения влажности и засоренности.
5. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).
6. Экономическую эффективность сортов определяли по результатам затрат на основе действующих нормативов и расценок, по методике кафедры экономики ВолГАУ на основе технологических карт.

В осенний период 2015...2016 года температурный режим и продуктивная влажность способствовали активному росту и развитию 3...4 побегов у растений твердой пшеницы, в данном состоянии они прекратили осеннюю вегетацию. Температурные условия зимнего периода и хороший запас влаги способствовали хорошей сохранности растений. Благоприятные условия весенне-летней вегетации способствовали формированию хорошей надземной массы, продуктивной кустистости и высокого урожая.

Результаты и обсуждение. Продолжительность периода «всходы – кущение» не зависела от сорта, а колебалась в зависимости от сложившихся погодных условий от 16 суток в 2016, до 29 суток – в 2015 году, в среднем за два года она составила 22 суток (таблица 1).

Таблица 1 – Продолжительность периода «всходы – кущение» в 2015-2016 гг.

Сорт	Год	Всходы	Кущение	Продолжительность, суток	Сумма осадков, мм.
Аксинит	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Курант	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Амазонка	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Диона	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Киприда	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Лазурит	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Терра	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Тейя	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Эйрена	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0
Агат Донской	2015	20.03	18.04	29	11,6
	2016	21.09	7.10	16	0

От сложившихся погодных условий в этот период зависит накопление сахаров в узле кущения, что способствовало лучшей перезимовке. В 2016 году продолжительность периода «кущение – прекращение весенней вегетации» составила 83 суток. Исследования показали, что 2016 год был более благоприятным для перезимовки сортов озимой твердой пшеницы, чем 2015. Наиболее раннее возобновление вегетации было отмечено в 2016 году.

В среднем продолжительность периода «колошение – восковая спелость» у сортов озимой твердой пшеницы была различна не только по годам, но и по сортам. Так, в 2015 году самый длинный период был у сорта Курант, он составил 29 суток. Самый короткий срок был у сортов Агат Донской, Тейя, Лазурит – 22 суток. В 2016 году самая долгая продолжительность была у сорта Курант – 44 дня, а самая короткая – у сорта Терра – 30 суток (таблица 2).

Погодные условия в период вегетации в 2016 году выявили, что самым высоким в 2016 году был сорт Лазурит – 0,85 м, самым низким оказался сорт Курант – 0,68 м. В 2015 аномально засушливом году по высоте выделился сорт Диона – 0,74 м, самым низким был сорт Аксинит – 0,64 м. В среднем за два года наиболее высокими оказались Лазурит 0,77 м, Терра и Диона – 0,75 м (таблица 3).

Таблица 2 – Продолжительность периода «колошение – восковая спелость»
озимой пшеницы за 2015-2016 гг.

Сорт	Год	Колошение	Восковая спелость	Продолжительность, суток	Сумма осадков, мм
Аксинит	2015	30.05	27.06	28	18,8
	2016	16.05	19.06	34	17,8
Курант	2015	28.05	26.06	29	18,8
	2016	14.05	27.06	44	17,8
Амазонка	2015	02.06	26.06	24	18,8
	2016	17.05	21.06	35	17,8
Диона	2015	02.06	26.06	24	18,8
	2016	17.05	21.06	35	17,8
Киприда	2015	04.06	27.06	23	18,8
	2016	14.05	23.06	40	17,8
Лазурит	2015	04.06	26.06	22	18,8
	2016	14.05	21.06	38	17,8
Терра	2015	03.06	26.06	23	18,8
	2016	18.05	17.06	30	17,8
Тейя	2015	04.06	26.06	22	18,8
	2016	17.05	24.06	38	17,8
Эйрена	2015	02.06	26.06	24	18,8
	2016	16.05	22.06	37	17,8
Агат Донской	2015	04.05	26.06	22	18,8
	2016	16.05	23.06	38	17,8

Таблица 3 – Высота растений сортов озимой пшеницы, м

Сорт	Год		
	2015	2016	Среднее
Аксинит	0,64	0,80	0,72
Курант	0,66	0,68	0,67
Амазонка	0,66	0,83	0,74
Диона	0,74	0,76	0,75
Киприда	0,66	0,74	0,70
Лазурит	0,69	0,85	0,77
Терра	0,67	0,83	0,75
Тейя	0,70	0,80	0,75
Эйрена	0,70	0,77	0,73
Агат Донской	0,65	0,74	0,69

Проведенные исследования по оценке адаптированности сортов озимой твердой пшеницы в условиях зоны исследования показали, что в среднем за два года лучшим оказался сорт Курант – 2,59 т/га, Киприда – 2,58 т/га, значительно ниже урожайность у сорта Терра – 2,04 т/га (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность зерна озимой твёрдой пшеницы, т/га

Сорт	Год		
	2015	2016	Среднее
1	2	3	4
Аксинит	0,49	4,0	2,24
Курант	0,99	4,2	2,59
Амазонка	0,53	3,9	2,21
Диона	0,6	3,8	2,20

Окончание таблицы 4

1	2	3	4
Киприда	0,76	4,4	2,58
Лазурит	0,66	3,5	2,08
Терра	0,49	3,6	2,04
Тейя	0,66	3,8	2,23
Эйрена	0,86	3,4	2,13
Агат Донской	0,66	3,9	2,28
НСР ₀₅ , т/га	0,01	0,02	–

Получение качественного зерна в условиях зоны исследования значительно повышает его эффективность. При оценке сортов по качеству зерна в наших опытах определяли следующие показатели: масса 1000 зёрен, объемный вес (таблицы 5,6).

Таблица 5 – Масса 1000 зёрен у сортов озимой твёрдой пшеницы
в зависимости от погодных условий, г

Сорт	Год		
	2015	2016	Среднее
Аксинит	40,0	46,0	43,0
Курант	30,5	49,0	39,7
Амазонка	35,4	43,6	39,5
Диона	42,9	48,4	45,6
Киприда	28,5	46,0	37,2
Лазурит	41,0	49,4	45,2
Терра	38,6	43,0	40,8
Тейя	34,6	51,4	43,0
Эйрена	39,6	50,6	45,1
Агат Донской	36,4	49,3	42,8

Проведенные исследования показали, что в 2015 году более высокий показатель массы 1000 зерен был у сорта Диона – 42,9 г, в 2016 году сорта Тейя – 51,4 г. В среднем за два года наибольшей массой 1000 семян обладал сорт Диона – 45,6 г.

Таблица 6 – Объемная масса зерна сортов озимой твердой пшеницы, т/м³

Сорт	Год		
	2015	2016	Среднее
Аксинит	754	775	764
Курант	752	850	801
Амазонка	745	844	794
Диона	735	843	789
Киприда	752	831	791
Лазурит	730	841	785
Терра	742	843	792
Тейя	753	844	798
Эйрена	772	863	817
Агат Донской	730	844	787

Объемная масса зерна изменялась не только под действием погодных условий, но и от биологических особенностей сорта. Самой высокой она была в 2015 году у сорта Эйрена – 772 т/м³, ниже у сорта Лазурит (730 т/м³), разница составила 42 т/м³. В условиях 2016 года самая низкая объемная масса зерна была у сорта Аксинит – 775 т/м³, значительно выше у сорта Эйрена – 863 т/м³, разница составила 88 т/м³.

По двухлетним данным лучшим по данному показателю был сорт Эйрена (817 т/м³), а сорт Аксинит уступил ему на 53 т/м³.

Таблица 7 – Экономическая эффективность сортов озимой твёрдой пшеницы, 2015-2016 гг.

Показатель	Аксинит	Курант	Амазонка	Диона
Урожайность, т/га	2,24	2,59	2,21	2,20
Затраты средств на 1 га, руб.	9834	9834	9834	9834
Цена реализации 1 т, руб.	14000	14000	14000	14000
Себестоимость 1 т, руб.	4390	3796	4449	4470
Стоимость продукции, руб. на:				
- 1 га	31360	36260	30940	30800
- 1 руб. затрат	3,1	3,6	3,1	3,1
Расчетная прибыль, руб. на:				
- 1 т. продукции	9610	10204	9551	9530
- 1 га	21526	26426	21106	20966
Уровень рентабельности, %	218	268	214	213

Таблица 7 – Экономическая эффективность сортов озимой твёрдой пшеницы, 2015-2016 гг. (продолжение)

Показатель	Киприда	Лазурит	Терра	Тейя	Эйрена	Агат Донской
Урожайность, т/га	2,58	2,08	2,04	2,23	2,13	2,28
Затраты средств на 1 га, руб.	9834	9834	9834	9834	9834	9834
Цена реализации 1 т, руб.	14000	14000	14000	14000	14000	14000
Себестоимость 1 т, руб.	3811	4727	4820	4409	4616	4313
Стоимость продукции, руб. на:						
- 1 га	36120	29120	28560	31220	29820	31920
- 1 руб. затрат	3,6	2,9	2,9	3,1	3,0	3,2
Расчетная прибыль, руб. на:						
- 1 т. продукции	10189	9273	9180	9591	9384	9687
- 1 га	26286	19286	18726	21386	19986	22086
Уровень рентабельности, %	267	196	190	217	203	224

При возделывании озимой твердой пшеницы (таблица 7) отметим, что использование сортов Курант и Киприда на светло-каштановых почвах Волгоградской области является наиболее эффективным.

При цене реализации 14 000 руб. за 1 тонну зерна максимальная прибыль с 1 га получена по сорту твердой пшеницы Курант и составила 26 426 руб., а рентабельность 268 %, по сорту Киприда соответственно 26 286 руб./га и рентабельность 267 %.

Закключение. Урожайность является одним из основных показателей для рекомендации сорта в производство. Так, в 2015 году лучшим сортом был Курант, у которого урожайность составила 0,99 т/га; в 2016 году выше продуктивность у сорта Киприда – 4,4 т/га. В среднем за два года сформировалась урожайность у сорта Курант – 2,59 т/га, у сорта Киприда – 2,58 т/га.

Библиографический список

1. Болучевский, Д.А. Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от приемов биологизации и обработки почвы [Текст] / Д.А. Болучевский // Агрохимический вестник. – 2014. – №2. – С. 39-40.
2. Беляков, А.М. Эффективность использования посевных комплексов при возделывании озимой пшеницы [Текст] / А.М. Беляков, И.А. Беляков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №2. – С. 31-35.

3. Васютин, А.С. Роль сорта и средств защиты растений в технологиях возделывания озимой пшеницы [Текст] / А.С. Васютин, Р.М. Гафуров, П.М. Политыко // *Агрохимический вестник*. – 2014. – №4. – С. 30-32.
4. Галиченко, И.И. Микроудобрения Фертикс на озимой пшенице [Текст] / И.И. Галиченко. // *Защита и карантин растений*. – 2015. – №6. – С. 30.
5. Зеленев, А.В. Поздние сроки и глубина посева озимой пшеницы в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья [Текст] / А.В. Зеленев, А.А. Питоня, П.А. Смутнев // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. – 2016. – №2. – С.72-76.
6. Ковтун, В.И. Урожайность и элементы ее структуры у новых сортообразцов озимой пшеницы [Текст] / В.И. Ковтун. // *Земледелие*. – 2014. – №5. – С. 43-44.
7. Кочмин, А.Г. Агротехнологические приемы повышения продуктивности озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья [Текст] / А.Г. Кочмин, С.В. Богомазов // *Кормопроизводство*. – 2016. – №4. – С. 61-73.
8. Носатовский, И.А. Об урожае пшеницы и элементах, слагающих его [Текст] / И.А. Носатовский // *Тр. Кубан. с.-х. ин-та*. – Вып.1. – С.29.
9. Окорков, В.И. Эффективность систем удобрений в звене севооборота на серой лесной почве Владимирского ополья [Текст] / В.И. Окорков, И.В. Семин. // *Агрохимический вестник*. – 2015. – №1. – С.18-21.
10. Тихонов, Н.И. Мягкая озимая пшеница [Текст] / Н.И. Тихонов // *Фермер*. – 2015. – №4. – С. 28-32.

Reference

1. Boluchevskij, D. A. Urozhajnost' i kachestvo ozimoy pshenicy v zavisimosti ot priemov biologizacii i obrabotki pochvy [Tekst] / D. A. Boluchevskij // *Agrohimicheskij vestnik*. – 2014. – №2. – P. 39-40.
2. Belyakov, A. M. Jefferktivnost' ispol'zovaniya posevnyh kompleksov pri vozdelevanii ozimoy pshenicy [Tekst] / A. M. Belyakov, I. A. Belyakov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. – 2015. – №2. – P. 31-35.
3. Vasyutin, A. S. Rol' sorta i sredstv zaschity rastenij v tehnologiyah vozdelevaniya ozimoy pshenicy [Tekst] / A. S. Vasyutin, R. M. Gafurov, P. M. Polityko // *Agrohimicheskij vestnik*. – 2014. – №4. – P. 30-32.
4. Galichenko, I. I. Mikroudobreniya Fertiks na ozimoy pshenice [Tekst] / I. I. Galichenko. // *Zaschita i karantin rastenij*. – 2015. – №6. – P. 30.
5. Zelenev, A. V. Pozdnie sroki i glubina poseva ozimoy pshenicy v suhostepnoj zone kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A.V. Zelenev, A.A. Pitonya, P.A. Smutnev // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. – 2016. – №2. – P. 72-76.
6. Kovtun, V.I. Urozhajnost' i jelementy ee struktury u novyh sortoobrazcov ozimoy pshenicy [Tekst] / V. I. Kovtun. // *Zemledelie*. – 2014. – №5. – P. 43-44.
7. Kochmin, A. G. Agrotehnologicheskie priemy povysheniya produktivnosti ozimoy pshenicy v usloviyah lesostepi Srednego Povolzh'ya [Tekst] / A. G. Kochmin, S. V. Bogomazov // *Kormoproduktstvo*. – 2016. – №4. – P. 61-73.
8. Nosatovskij, I. A. Ob urozhae pshenicy i jelementah, slagayuschih ego [Tekst] / I. A. Nosatovskij // *Tr. Kuban. s.-h. in-ta. - GOROD, GOD Vyp.1*. – P. 29.
9. Okorkov, V. I. Jefferktivnost' sistem udobrenij v zvene sevooborota na seroj lesnoj pochve Vladimirskogo opol'ya [Tekst] / V. I. Okorkov, I. V. Semin. // *Agrohimicheskij vestnik*. – 2015. – №1. – P.18-21.
10. Tihonov, N. I. Myagkaya ozimaya pshenica [Tekst] / N. I. Tihonov // *Fermer*. – 2015. – №4. – P. 28-32.

E-mail: ksenya-lyovkina@mail.ru

УДК 633.14 «324»: 631.526.32

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА
СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ
CROP PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN
OF MODERN VARIETIES OF WINTER RYE****Н.Н. Нуждина¹**, кандидат сельскохозяйственных наук
Т.Я. Ермолаева¹, кандидат сельскохозяйственных наук
Д.В. Кайргалиев², кандидат биологических наук
Е.А. Лихолетов³, кандидат сельскохозяйственных наук**N.N. Nuzdina¹, T.Ya. Ermolaeva¹, D.V. Kairgaliev², E.A. Liholetov³**¹ ФГБНУ «НИИ сельского хозяйства Юго-Востока», г. Саратов² ФГКОУ ВО «Волгоградская академия МВД России»³ Волгоградский государственный аграрный университет¹ Agricultural Research Institute of South-East Region, Saratov² Volgograd Academy of the Ministry of Interior of Russia³ Volgograd State Agricultural University

Представлены основные хозяйственно-биологические свойства и показатели качества зерна современных сортов озимой ржи, выращенных в условиях Нижнего Поволжья. Оценка сортов по урожайности зерна (характеристики колоса, зимостойкость и засухоустойчивость сортов) в засушливых условиях не позволила выявить значимых различий между 14 сортами озимой ржи. Саратовские сорта, формируя зерно с высокой натурной массой, лучше выдерживают тяжёлые условия засухи (сорта Марусенька, Саратовская 7). По качеству зерна ржи выделяются сорта Радонь, Чулпан 7, Памяти Кунакбаева (по высоте амилограммы), хорошие результаты пробной выпечки продемонстрировал сорт Памяти Бамбышева (вязкость суспензии коррелирует с отношением высоты подового хлеба к диаметру 0,60; 0,64; «отрицательно» с объёмом формового хлеба -0,60; -0,63). Авторы рекомендуют использовать зерно сортов первой группы (вязкость суспензии через 10 мин эксперимента V₁₀ 200-385 еВ) для производства кормов. По высоте амилограммы, числу падения, температуре достижения максимальной вязкости (общей хлебопекарной оценке) сорта можно рекомендовать для выпечки формового ржаного и ржано-пшеничного хлеба. Сорта озимой ржи с высоким содержанием пентозанов также отличаются хорошими хлебопекарными качествами. Сорта Альфа, Татьяна, Московская 12, Радонь, Таловская 41, Флора, Чулпан 7, Памяти Кунакбаева обладают большей адаптивностью к неблагоприятным условиям уборки урожая.

The main economic-biological properties and grain quality indicators of modern varieties of winter rye grown in the conditions of the Lower Volga region are presented. Assessment of varieties for grain yields (spike characteristics, wintering-bone and drought-resistance of varieties) in arid conditions did not allow to reveal significant differences between 14 varieties of winter rye. Saratov's sorts, forming a grain with a high natural weight, better withstand severe conditions of drought (varieties Marusenka, Saratov's 7). According to the quality of the grain of rye, sorts Radon, Chulpan 7, and Kunakbaev's Memory (along the height of the amylogram) are distinguished, the Bambyshv's Memory showed good results (the viscosity of the suspension correlates with the ratio of the height of baked bread to the diameter of 0.60; 0.64; "negatively" with the volume of the formed bread - 0.60; - 0.63). The authors recommend the use of grain varieties of the first group (the viscosity of the suspension after 10 minutes of the experiment V₁₀ 200-385 eV) for the production of feed. The height of the amylogram, the number of incidence, the temperature of reaching the maximum viscosity (total baking assessment) of the variety can be recommended for baking of shaped rye and rye-wheat bread. Varieties of winter rye with a high content of pentosans also have good baking qualities. Varieties Alpha, Tatiana, Moscow's 12, Radon, Talovskaya 41, Flora, Chulpan 7, Kunakbaev's Memory are more adaptable to unfavorable harvesting conditions.

Ключевые слова: сорт, урожайность, качество зерна, вискограф, амилограмма, вязкость суспензии.

Key words: variety, yield, grain quality, viscograph, amylogram, suspension viscosity.

Введение. Озимая рожь – важная зерновая культура, характерными свойствами которой являются зимо- и морозостойкость, быстрое отрастание весной, наибольшая среди зерновых культур засухоустойчивость, средняя устойчивость к солевому и кислотному стрессам, способность произрастать и давать урожай на низкоплодородных почвах: кислых, торфяных, песчаных. Несмотря на то что рожь в сложных климатических условиях является надёжной страховой культурой, в России за последнее десятилетие произошло более чем двукратное сокращение ее посевов [2]. Современные сорта озимой ржи должны соответствовать требованиям сельхозпроизводителей.

Цель нашего исследования: рассмотреть потенциальные возможности сортов озимой ржи по продуктивности и качеству зерна при выращивании в Нижнем Поволжье; обозначить возможные проблемы сельскохозяйственного производства и обосновать преимущества использования зерна озимой ржи.

Материалы и методы. В качестве экспериментального материала привлекали 13 современных и востребованных производством сортов озимой ржи из географически отдалённых регионов России и первый сорт саратовской селекции Саратовская 1 урожая 2015-2016 гг. Посев осуществляли в контрольном питомнике (КП) лаборатории селекции и семеноводства озимой ржи ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Площадь делянки составляла 13,2 м², полевая повторность – трёхкратная [3]. Норма высева – 4 млн шт./га. Густота стояния стеблей определялась путём отбора снопа с 1 м²; показатели структуры колоса оценивались у 25 растений с каждой полевой повторности. Содержание белка в зерне определяли по методу Кьельдаля. Число падения оценивали на приборе Falling Number 1500. Вязкость суспензии – на амилографе фирмы «Brabender», реологические свойства водных суспензий на основе шрота – на ротационном вискографе той же фирмы [5]. Фиксировались такие показатели, как начальная вязкость суспензии (BC_0), вязкость суспензии через 10 и 30 минут эксперимента (BC_{10} , BC_{30}); рассчитывали средние скорости изменения вязкости через 10 и 30 минут эксперимента ($V_{10} = (BC_{10} - BC_0)/10$, $V_{30} = (BC_{30} - BC_0)/30$). Пробная выпечка хлебцев проводилась с использованием закваски.

По метеорологическим условиям 2015 г. характеризовался как сильно засушливый, $ГТК_{\text{мая-июля}} = 0,5$; с экстремально-высоким температурным режимом в июне, а 2016 г. – средnezасушливый, $ГТК_{\text{мая-июля}} = 0,7$. Обильное выпадение осадков отмечалось во второй и третьей декадах мая и составило в сумме 74 мм. В первой декаде месяца наблюдался пониженный температурный режим – 15,9 °С. Всё это способствовало более мощному развитию растений озимой ржи. Температурный режим и количество осадков июня и июля были характерными для засушливых условий Нижнего Поволжья, влажность воздуха составляла 54 %.

Результаты и обсуждение. Оценка сортов по урожайности зерна в засушливых условиях Нижнего Поволжья наиболее полно отражает их приспособленность к местным условиям, чем потенциальную продуктивность. Большое влияние на этот результирующий признак оказывают показатели, характеризующие колос, а также зимостойкость и засухоустойчивость сортов. По урожайности в 2016 г. современные сорта не имели значимых различий между собой, значительно превышая стародавний сорт Саратовская 1 (таблица 1).

В мягких условиях зимнего периода различия не доказывались и по зимостойкости; большинство сортов характеризовалось оптимальной густотой стояния растений и имело более 350 продуктивных стеблей на 1 м². В связи с обильными майскими осадками высота растений у части сортов превышала 150 см, что способствовало полеганию растений и осложняло уборку урожая. В среднезасушливых условиях Нижнего Поволжья в 2015 году сорта характеризовались низкорослостью. Они достоверно различались по массе 1000 зёрен и по натурной массе зерна. В условиях засухи зерно формировалось недостаточно выполненное, шуплое, отсюда снижение показателей в 2015 г., составившее соответственно 9 % и 8 % по сравнению с 2016 г. Натурная масса зерна в России используется как показатель базисной нормы при заготовке и ограничительной нормы (>715 г/л) при поставке на экспорт [8]. При благоприятных условиях 2016 г. по натуре зерна все сорта превышали «ограничительную норму». Крупнозёрные саратовские сорта характеризуются высокой натурной массой и достоверно отличаются от ряда сортов (таблица 1), они лучше выдерживают тяжёлые условия засухи.

Таблица 1 – Хозяйственно-биологические показатели сортов озимой ржи

Сорт	Урожайность, т/га, 2016 г.	Высота растений, см		Количество стеблей на 1 м ² , 2016 г.	Масса 1000 зёрен, г		Натура зерна, г/л	
		2015 г.	2016 г.		2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
Саратовская 1	2,45	155	177	317	21,6	23,4	704	752
Саратовская 7	5,01	103	155	420	30,6	35,1	707	755
Марусенька	4,63	104	139	340	28,9	35,0	694	752
Памяти Бамбышева	3,97	114	169	393	30,0	34,2	708	756
Московская 12	4,52	-	143	474	-	25,6	-	734
Татьяна	4,16	-	140	428	-	27,2	-	736
Альфа	4,10	116	153	486	23,6	25,3	666	734
Тантана	4,28	-	181	382	-	27,8	-	739
Радонь	4,01	102	178	372	29,6	29,7	693	736
Таловская 41	4,56	91	149	452	25,6	28,2	684	745
Чулпан 7	4,38	116	170	390	28,8	31,6	659	719
Памяти Кунакбаева	3,92	115	166	390	25,2	28,1	659	718
Флора	4,03	-	157	440	-	21,2	-	721
Безенчукская 110	3,97	120	178	338	31,0	30,5	693	747
F _{факт}	1,9*		11,9*	NS		18,3*		8,9
НСР ₀₅	1,1		11,0			3,0		11,0

Современные сорта показывают высокую реализацию по колосу (таблица 2).

Достоверны были различия между сортами по длине колоса и его озернённости. Высокой завязываемостью зёрен характеризуются сорта: Марусенька, Саратовская 7, Московская 12, Безенчукская 110, Тантана. По массе зерна с колоса выделились сорта: Марусенька, Саратовская 7, Памяти Кунакбаева, Безенчукская 110.

Рассмотрим данные по качеству зерна ржи, имеющие отношение к углеводам и ферментам углеводного цикла, в тесной связи «сорт – год» и при сравнении. Наиболее важным компонентом ржаной муки является крахмал, так как он играет важную роль в образовании структуры мякиша выпеченного хлеба. Крахмал, в частично клейстеризованной форме, укрепляет структуру мякиша и определяет его плотность. Недостаток крахмала или крахмал плохого качества может сильно влиять на свойства мякиша [1]. Показатели качества зависят от метеорологических условий формирования и уборки урожая и имеют тенденцию к снижению как в условиях сильной засухи, так и при избыточном увлажнении [8]. Необходимо также соблюдать своевременность при уборке урожая, задержка с уборкой на 10 дней значительно снижает показатели качества, особенно при неблагоприятных метеоусловиях [4].

Таблица 2 – Характеристика сортов озимой ржи по колосу (2016 г.)

Сорт	Показатели по колосу				
	длина, см	завязываемость зёрен, %	плотность ко- лоса, шт./см	масса 1000 зёрен, г	количество зёрен, шт.
Саратовская 1	9,5	80	3,3	1,2	44
Саратовская 7	8,6	84	3,7	1,8	45
Марусенька	10,5	86	3,5	2,3	52
Памяти Бамбышева	8,1	79	3,4	1,5	43
Московская 12	8,3	83	4,1	1,3	49
Татьяна	9,7	77	3,6	1,4	51
Альфа	8,4	80	3,8	1,3	50
Тантана	10,0	82	3,6	1,5	50
Радонь	10,7	80	3,4	1,5	47
Таловская 41	9,6	81	3,7	1,5	45
Чулпан 7	10,1	81	3,5	1,5	44
Памяти Кунакбаева	10,4	80	3,6	1,7	51
Флора	11,6	77	3,4	1,3	51
Безенчукская 110	8,7	83	3,8	1,6	50
F	8,6*	2,3*		NS	NS
НСР ₀₅	1,1	5			

В условиях 2015 г. сорта сформировали зерно со следующими показателями качества: содержание белка высокое 10,77-15,05 г/100 г; максимальная температура, соответствующая высшей точке амилограммы, более низкая; чем в 2016 г., показатель «максимальная высота амилограммы (h)» варьировал в пределах 100-250 еА; 250-350 еА, при которых рекомендуется кислое ведение теста, так как возможно образование влажного и липкого мякиша (таблица 3).

Таблица 3 – Качество зерна современных сортов озимой ржи

Сорт	Содержание белка (N×5,7) г/100 г		Высота ами- лограммы, еА		Темпера- тура тах вязкости, °C		Число паде- ния, с		Общая хле- бопекарная оценка, балл	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Саратовская 1	13,51	8,03	310	520	67,2	78,5	247	355	4,48	4,80
Саратовская 7	10,77	6,84	240	570	65,5	82,7	237	324	4,70	4,86
Марусенька	12,14	5,24	240	500	67,5	83,0	231	311	4,73	5,00
Памяти Бамбышева	10,83	7,18	260	580	67,0	75,2	238	321	4,82	5,00
Московская 12	-	7,23	-	705	-	82,5	-	358	-	4,68
Татьяна	-	6,78	-	600	-	76,5	-	339	-	4,98
Альфа	13,68	8,94	205	715	65,3	85,0	223	390	4,61	4,88
Тантана	-	8,03	-	525	-	70,7	-	309	-	4,73
Радонь	13,9	7,58	340	480	68,5	73,0	224	332	4,76	4,96
Таловская 41	13,68	8,03	210	520	65,7	80,5	171	336	4,35	4,83
Чулпан 7	13,17	7,58	305	605	68,5	76,5	166	319	4,39	4,87
Памяти Кунакбаева	13,11	7,23	330	700	68,5	84,7	225	339	4,86	4,81
Флора	-	7,23	-	850	-	77,5	-	355	-	4,77
Безенчукская 110	15,05	7,35	300	665	65,0	78,7	205	326	4,59	4,94
F _{факт.}				4,6*		NS		3,5*		
НСР ₀₅				175				52		

Температура, при которой достигается высшая точка вязкости, является критерием активности амилазы, а также отражает условия клейстеризации крахмала [1]. Предположительно, при очень высоких температурах (экстремально-высокий температурный режим в июне 2015 г.) происходит повреждение крахмала до уборки, что отражается на его клейстеризующих свойствах, гидролиз крахмала под действием ферментов при амилографическом испытании происходит быстрее. По высоте амилограммы выделились сорта Радонь, Чулпан 7, Памяти Кунакбаева. По числу падения зерно всех сортов соответствовало 1 классу. По общей хлебопекарной оценке, по результатам пробной выпечки выделились сорта Памяти Бамбышева и Памяти Кунакбаева.

В благоприятных условиях 2016 г. при своевременной уборке урожая с делянок оценка качества зерна позволила выявить потенциальные возможности изучаемых сортов. Низкое содержание белка в зерне отчасти обусловлено пониженной температурой первой декады июня (15,9 °C). По высоте амилограммы различия были достоверны, лучшие показатели были у девяти сортов, попавших в группу от 350 до 650 е.а.; так как такая мука пригодна для хлебопечения при дрожжевой и кислой закваске, это позволяет получить лучший по качеству хлеб. У четырёх сортов: Памяти Кунабаева, Альфа, Московская 12, Безенчукская 110 – с показаниями от 650 до 800 е.А. – мука была пригодна для выпечки с дрожжевой закваской, использование кислой закваски нежелательно, так как в этом случае хлеб отличается сухой, крошащийся мякиш. Для сорта Флора предпочтительно использование солодовой закваски. Саратовские сорта характеризовались высокой температурой достижения максимума вязкости и оптимальными для выпечки показателями высоты амилограммы. По числу падения зерно всех сортов соответствовало I классу, муку из такого зерна возможно использовать для улучшения более низкосортных партий. По общей хлебопекарной оценке, по результатам пробной выпечки выделились сорта Марусенька, Памяти Бамбышева, Татьяна, Радонь, Безенчукская 110.

Известно, что вязкость суспензии и скорость её изменения зависят в основном от количества набухающих веществ (для ржи – это пентозаны) и их гидратационных свойств. Реологические свойства водных суспензий, скорость изменения вязкости в течение эксперимента и отдельные хлебопекарные индексы приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели реологических свойств водных суспензий
на основе шрота и хлебопекарного качества (2015 г.)

Сорт	Показатели реограммы вискографа (еВ)					Отношение h/d	Объём формового хлебца, см ³
	BC ₀	BC ₁₀	BC ₃₀	TV ₁₀	TV ₃₀		
Саратовская 1	295	440	520	18,5	9,35	0,39	735
Саратовская 7	300	440	505	14,0	6,8	0,34	615
Марусенька	255	400	430	14,5	5,8	0,40	680
Памяти Бамбышева	210	310	380	10,0	5,7	0,36	625
Альфа	390	535	555	14,5	5,5	0,37	680
Радонь	320	500	590	18,0	9,0	0,33	670
Таловская 41	300	420	445	12,0	4,8	0,37	645
Чулпан 7	465	670	695	20,5	7,6	0,48	610
Памяти Кунакбаева	525	745	775	22,0	8,3	0,48	630
Безенчукская 110	400	590	660	19,0	8,7	0,32	620
F	3,0*	2,2	2,3	1,0	1,6		
НСР ₀₅	127	NS	NS	NS	NS		

Корреляционный анализ результатов хлебопекарной оценки сортов и показателей реологических свойств (BC_{30} ; BC_{10}) выявил, что вязкость суспензии достоверно коррелирует с отношением высоты подового хлеба к диаметру 0,60; 0,64; «отрицательно» с объёмом формового хлеба -0,60; -0,63 и натурой в зависимости от абсолютного значения показателя BC_{30} [7].

В 2015 г. между сортами наблюдались достоверные различия только по показателю BC_0 . Наименьшей вязкостью суспензии характеризовались саратовские сорта. Через 30 минут эксперимента у всех сортов наблюдалась высокая вязкость, соответствующая грациям 385 – 570 еВ – вторая группа; 570 – 755 еВ – третья группа. Из числа изученных выделился сорт Памяти Кунакбаева. В условиях 2015 г. в зерне различных сортов содержание пентозанов было более высоким, чем в последующем 2016 г. Скорость нарастания вязкости в течение 10 минут эксперимента варьировала в пределах 10,0 – 22,0 еВ/мин и была достаточно высокой. На втором этапе эксперимента (V_{30}) отмечалось замедление процесса. Выделились сорта: Радонь, Саратовская 1, Памяти Кунакбаева, Безенчукская 110.

В 2016 г. показатель V_{10} в среднем был ниже по абсолютному значению на 19 %, чем в 2015 (таблица 5). Выделились сорта: Таловская 41, Флора, Памяти Кунакбаева, Саратовская 1, Татьяна, Радонь, Флора. Наименьшее значение отмечено у Памяти Бамбышева. Различия между сортами были достоверны. Изученные сортообразцы соответствовали первым двум группам: I – 200 – 385 еВ; II – 385 – 570 еВ. В связи с этим, можно рекомендовать использовать зерно сортов первой группы для производства кормов.

Анализ таких показателей, как высота амилограммы, число падения, температура достижения максимальной вязкости на амилографе, общая хлебопекарная оценка позволяет рекомендовать сорта первой группы для выпечки формового ржаного и ржано-пшеничного хлеба. Пониженное количество растворимых пентозанов способствует лёгкой переваримости продукта, однако данное явление требует дальнейшего исследования. Мука из такого зерна менее гигроскопична, и способность к агломерации при просеивании у неё ниже. Формовой хлеб отличается меньшей плотностью мякиша и упругостью.

Таблица 5 – Показатели реологических свойств водных суспензий на основе шрота и хлебопекарного качества (2016 г.)

Сорт	Показатели реограммы вискографа, еВ					Отношение h/d	Объём формового хлебца, см ³
	BC_0	BC_{10}	BC_{30}	V_{10}	V_{30}		
Саратовская 1	220	385	495	15,0	8,4	0,31	680
Саратовская 7	130	195	230	6,5	3,4	0,31	630
Марусенька	165	200	240	3,5	2,5	0,35	630
Памяти Бамбышева	180	230	225	5,0	2,9	0,36	650
Московская 12	235	350	440	11,5	6,8	0,33	610
Татьяна	250	385	475	13,5	7,5	0,34	600
Альфа	215	335	390	12,0	5,9	0,43	600
Тантана	180	285	340	10,5	5,4	0,29	610
Радонь	225	355	445	13,0	7,4	0,44	590
Таловская 41	205	340	435	10,5	10,7	0,31	650
Чулпан 7	170	305	400	13,5	7,7	0,35	580
Памяти Кунакбаева	205	350	455	14,5	8,3	0,41	550
Флора	235	435	540	20,0	10,2	0,44	560
Безенчукская 110	175	290	370	11,5	6,5	0,34	580
F	5,2*	6,0*	5,8*	4,3*	2,8*		
НСР ₀₅	50	102	135	7,1	4,7		

Сорта второй группы, благодаря более высокому содержанию пентозанов, рекомендуются для выпечки формового и подового хлеба. Мякиш при этом более плотный, подовые изделия характеризуются меньшим соотношением h/d . Сорта Альфа, Татьяна, Московская 12, Радонь, Таловская 41, Флора, Чулпан 7, Памяти Кунакбаева обладают большей адаптивностью к неблагоприятным условиям уборки урожая. При применении в комбикормовой промышленности требуют дополнительной обработки.

Заключение. Современные популяционные сорта озимой ржи в условиях Нижнего Поволжья характеризуются высокой урожайностью благодаря зимостойкости и засухоустойчивости, отвечают требованиям экологической безопасности. Они значительно различаются по ответной реакции на изменение условий среды, по хозяйственно биологическим признакам и по показателям, характеризующим качество зерна [6, 9]. Популяция как совокупность отдельных генотипов проявляет способность к компенсации. Так, снижение показателей: «высота амилограммы», «температура клейстеризации» сопровождается одновременно более высокой вязкостью суспензии на основе шрота, т.е. большим накоплением пентозанов. Все сорта соответствуют требованиям хлебопекарного производства. Также сорт Памяти Бамбышева отличается светло-жёлтым цветом зерна, что позволяет увеличить выход муки на 2-3 %. Сорта значительно отличаются по реологическим свойствам набухающих веществ зернового шрота, что при производстве зерна для кормового использования позволяет сделать оптимальный выбор. В селекционной работе при планировании скрещиваний и в семеноводстве необходимо учитывать величину ответной реакции генотипов на изменение условий среды. Удовлетворить потребности хлебопекарной, комбикормовой и перерабатывающей промышленности в зерне озимой ржи можно лишь при оптимальной организации семеноводства данных сортов и последующем производстве товарного зерна в необходимом количестве.

Библиографический список

1. Бушук, В. Рожь: производство, химия, технология [Текст]/ В. Бушук, У. Кэмпбелл, Э. Древис. – М.: Колос, 1980. – С. 166.
2. Гончаренко, А.А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи [Текст]/ А. А. Гончаренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – С. 236-254.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта [Текст]/ Б. А. Доспехов. – М., 1973. – 335 с.
4. Ермолаева, Т.Я. Технологические свойства озимой ржи [Текст]/ Т.Я. Ермолаева, Н.Н. Нуждина, Т.Б. Кулеватова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 7. – С. 5-7.
5. Качество зерна озимой ржи [Текст] : учеб.-метод. пособие / Т.Б. Кулеватова, Д.В. Кайргалиев, Л.В. Андреева, Т.Я. Ермолаева, Л.Н. Злобина, Н.Н. Нуждина; под общ. ред. А.И. Прянишникова. – Саратов: ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2016. – 50 с.
6. О качестве зерна озимой пшеницы [Текст]/ Т.Б. Кулеватова, Л.В. Андреева, Д.В. Кайргалиев, Е.А. Лихолетов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 4 (36). – С. 80-84
7. Результаты изучения качества зерна озимой ржи [Текст]/ Н.Н. Нуждина, Т.Я. Ермолаева, Т.Б. Кулеватова, Л.В. Андреева, Л.Н. Злобина // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2016. – № 1-2 (14-15). – С. 35-37.
8. Технология производства продовольственного зерна ржи [Текст] : рекоменд. – М.: «Росинформагротех», 2003. – 40 с.
9. Nikolic, O. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants / O. Nikolic, T. Zivanovic, M. Jelic, I. Djalic. // Chilean Journal of Agricultural Research. – 2012. – T. 72. – № 1. – С. 111-116.

Reference

1. Bushuk, V. Rozh': proizvodstvo, himiya, tehnologiya [Tekst]/ V. Bushuk, U. Kjempbell, Je. Drevis. - M.: Kolos, 1980. - P. 166.

2. Goncharenko, A. A. Aktual'nye voprosy selekcii ozimoy rzhi [Tekst]/ A. A. Goncharenko. - M.: FGBNU "Rosinformagroteh", 2014. - P. 236-254.
3. Dospelov B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst]/ B. A. Dospelov. - M., 1973. - 335 p.
4. Ermolaeva, T. Ya. Tehnologicheskie svoystva ozimoy rzhi [Tekst]/ T. Ya. Ermolaeva, N. N. Nuzhdina, T. B. Kulevatova // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. - 2014. - № 7. - P. 5-7.
5. Kachestvo zerna ozimoy rzhi [Tekst] : ucheb. - metod. posobie / T. B. Kulevatova, D. V. Kajrgaliev, L. V. Andreeva, T. Ya. Ermolaeva, L. N. Zlobina, N. N. Nuzhdina; pod obsch. red. A. I. Pryanishnikova. - Saratov: FGBNU "NIISX Yugo-Vostoka", 2016. - 50 p.
6. O kachestve zerna ozimoy pshenicy [Tekst]/ T. B. Kulevatova, L. V. Andreeva, D. V. Kajrgaliev, E. A. Liholetoy // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 4 (36). - P. 80-84.
7. Rezul'taty izucheniya kachestva zerna ozimoy rzhi [Tekst]/ N. N. Nuzhdina, T. Ya. Ermolaeva, T. B. Kulevatova, L. V. Andreeva, L. N. Zlobina // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. - 2016. - № 1-2 (14-15). - P. 35-37.
8. Tehnologiya proizvodstva prodovol'stvennogo zerna rzhi [Tekst] : rekomend. -M.: "Rosinformagroteh", 2003. - 40 p.
9. Nikolic, O. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants / O. Nikolic, T. Zivanovic, M. Jelic, I. Djalic. // Chilean Journal of Agricultural Research. - 2012. - T. 72. - № 1. - P. 111-116.

E-mail: raiser_saratov@mail.ru

УДК 631.167.1:635(470.45)

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР
В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ENERGY EVALUATION OF IRRIGATION REGIMES DURING
THE CULTIVATION OF VEGETABLE CULTURES IN THE CONDITIONS
OF THE VOLGOGRAD REGION**

**О.А.Соловьева, кандидат сельскохозяйственных наук
М.А. Лихоманова, кандидат сельскохозяйственных наук**

O.A. Solovyeva, M.A. Likhomanova

*Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd State Agrarian University*

Рассматриваются результаты полевых исследований по энергетической оценке режимов орошения овощных культур на светло-каштановых почвах Волгоградской области при поддержании запланированного режима орошения и внесении доз минеральных удобрений. Уделено внимание вопросам стратегии ускорения экономического развития страны с осуществлением мер по переходу растениеводства и земледелия на использование достижений научно-технического прогресса в направлении ресурсосберегающих и природоохранных технологий в сфере агропромышленного производства. Показана рациональность использования предусмотренных в исследованиях агротехнологий с энергетических и экономических позиций. Рассмотрены дифференцированные режимы орошения репчатого лука и белокочанной капусты. При этом проводились двухфакторные полевые опыты на орошаемых землях Волгоградской области. Вносились дозы минеральных удобрений (кгд.в./га) под запланированную урожайность 30, 40 и 50 т/га (по луку), 40, 50 и 60 т/га (по капусте). Дана энергетическая эффективность технологий возделывания репчатого лука и белокочанной капусты. Более высокая энергоемкость продукции репчатого лука достигается на вариантах с глубиной увлажнения 0,3-0,5 м и на 1 т продукции составляет от 51 067,5 до 73 589 МДж/га. Высокие показатели коэффициента энергетической эффективности от 1,36 до 1,56 получены при глубине увлажнения почвы 0,3-0,5 м. По

результатам исследований максимальные значения содержания энергии в урожае белокочанной капусты достигнуты на режиме орошения 75-85-75 % НВ и на 1 т продукции составляет от 112 783 до 127 919 МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности при поддержании такого режима орошения изменяется от 1,16 до 1,26.

The results of field studies on the energy assessment of irrigation regimes of vegetable crops light chestnut soils of the Volgograd region of the planned regime of irrigation and application of doses of mineral fertilizers are considered. Attention is paid to the strategy of accelerating the economic development of the country with the implementation of measures for the transition of crop production and agriculture to the use of scientific and technological progress in the direction of resource-saving and environmental technologies in the field of agricultural production. The rationality of the use of agricultural technologies provided in the research from the energy and economic positions is shown. Differentiated regimes of irrigation of onions and white cabbage are considered. At the same time, two-factor field experiments were conducted on irrigated lands of the Volgograd region. The doses of mineral fertilizers (CHD.B. / ha) for the planned yield of 30, 40 and 50 t/ha (onions), 40, 50 and 60 t / ha (cabbage). The energy efficiency of the technologies of cultivation of onions and white cabbage is given. The higher energy consumption of onion products is achieved in the variants with a moisture depth of 0.3-0.5 m and per 1 ton of products ranging from 51067.5 to 73589 MJ/ha. High energy efficiency ratio from 1.36 to 1.56. Obtained when the depth of soil moisture 0.3-0.5 m. the results of the studies, cabbage maximum value of the contents energies the yield achieved on the irrigation regime 75-85-75 % NV and 1 ton of product is от 112783 to 127919 MJ/ha. The coefficient of energy efficiency in maintaining this irrigation regime varies from 1.16 to 1.26.

Ключевые слова: репчатый лук, белокочанная капуста, светло-каштановые почвы, дифференцированные режимы орошения, минеральные удобрения, водные режимы почвы, активные слои почвы, энергетическая оценка эффективности.

Key words: onions, white cabbage, light chestnut soils, differentiated irrigation regimes, mineral fertilizers, water soil regimes, active soil layers, energy efficiency assessment.

Введение. Производство овощных культур постоянно растет во всем мире. Потенциальные возможности Волгоградской области для возделывания репчатого лука и белокочанной капусты велики. Для их реализации необходимы всесторонние исследования технологий возделывания с целью обеспечения высокой урожайности овощей и удовлетворения потребностей населения области в продукции. Высокие требования современной жизни к здоровому образу жизни усиливают значение выращивания экологически чистой продукции. Большое количество исследований, посвященных проблемам выращивания экологически чистой продукции, указывает на неудовлетворительность существующей системы агроэкологических исследований [3, 4].

Вопрос о стратегии ускорения экономического развития страны предполагает осуществление мер по переходу растениеводства и земледелия на использование достижений научно-технического прогресса в направлении ресурсосберегающих и природоохранных технологий в сфере агропромышленного производства.

В современных условиях и состоянии уровня здоровья населения особую актуальность приобретает формирование и функционирование специфической природоохозяйственной системы, которое подчинено удовлетворению потребностей людей в экологически чистых продуктах.

Современная наука и указанные обстоятельства предопределили необходимость научной разработки системно-энергетического подхода при изучении агроценозов, а также необходимости энергетической оценки режимов орошения при возделывании овощных культур в условиях Волгоградской области.

В рамках этого подхода и осуществлялось исследование проблемы рационального растениеводства и земледелия, направленное на осуществление стратегии устойчивости сельскохозяйственного производства с высоким уровнем энергетической эффективности.

Материалы и методы. Были разработаны схемы опытов на основе рекомендаций Б.А. Доспехова, С.С. Литвинова [7, 8].

В изучении рассматриваемых культур предусматривались полевые опыты, состоящие из двух факторов (таблица 1).

Исследования проводились на светло-каштановых почвах различной степени солонцеватости. Для этих почв характерна бесструктурность верхнего и уплотненность подпахотного горизонтов, что затрудняет доступ влаги и воздуха в нижележащие слои, а также развитие корневой системы растений.

Таблица 1 – Варианты полевого опыта

Варианты полевого опыта по выращиванию репчатого лука			Варианты полевого опыта по выращиванию белокочанной капусты		
Фактор А	Фактор В	Наименьшая влагоёмкость, %	Фактор А	Фактор В	Активный слой, м
Почвенный слой, глубина промачивания, м	Дозывносимых удобрений NPK, кг д.в./га		Наименьшая влагоёмкость, % НВ	Доза минерального удобрения, кг д.в./га	
0,3	N ₆₅ P ₁₀₅ K ₁₅ N ₈₅ P ₁₂₅ K ₃₅ N ₁₀₅ P ₁₄₅ K ₅₅	80-80-80	70-80-70	N ₉₅ P ₃₅ K ₁₁₅ N ₁₂₀ P ₄₅ K ₁₄₅ N ₁₄₅ P ₅₅ K ₁₇₅	0,4
0,5	N ₆₅ P ₁₀₅ K ₁₅ N ₈₅ P ₁₂₅ K ₃₅ N ₁₀₅ P ₁₄₅ K ₅₅		75-85-75	N ₉₅ P ₃₅ K ₁₁₅ N ₁₂₀ P ₄₅ K ₁₄₅ N ₁₄₅ P ₅₅ K ₁₇₅	
0,3-0,5	N ₆₅ P ₁₀₅ K ₁₅ N ₈₅ P ₁₂₅ K ₃₅ N ₁₀₅ P ₁₄₅ K ₅₅		80-90-80	N ₉₅ P ₃₅ K ₁₁₅ N ₁₂₀ P ₄₅ K ₁₄₅ N ₁₄₅ P ₅₅ K ₁₇₅	

Грунтовые воды залегают на глубине 8-11 м и подпитывающего влияния не оказывают. Реакция почвенного раствора слабощелочная – pH 7,0-8,3. Значения плотности почвы опытного участка составляют 1,30 г/см³; наименьшая влагоемкость в активном слое – 23,21 % от сухой массы. По наличию доступных форм элементов минерального питания светло-каштановые почвы бедны азотом, фосфором обеспечены хорошо, а калия содержится в избытке [6].

Дозы внесения минеральных удобрений (кг д.в./га) рассчитывали в зависимости от выносимых урожаем основных элементов с запланированной урожайностью 30, 40 и 50 т/га (по луку), 40, 50 и 60 т/га (по капусте).

Полив белокочанной капусты и репчатого лука проводился способом дождевания. Ширина полосы между различными режимами орошения принималась равной 10-12 м. Концевые защитные полосы составляли 6 м. Кроме того, предусмотрено трехрядное деление между вариантами удобрений. Опытами заложены девять вариантов в четырёхкратной повторности по каждой культуре.

Наблюдения, учет, измерения и лабораторные анализы проводились на основе общепринятых методик [7, 8].

Оценка энергетической эффективности орошения рассматриваемых овощных культур проводилась по методике ВАСХНИЛ [11] с составлением карт энергоэффективности.

Метод энергетической оценки в современной мировой практике получает все большее распространение. Энергетическая оценка – это отношение аккумулированной в продукции энергии, затраченной на ее создание.

Вовлекаемые в производство ресурсы приводятся к одному совокупному показателю – энергетическому – на основе фундаментального закона сохранения и превращения энергии. Рассматривается целостная система производственного аграрного комплекса, в которой функционируют природная и антропогенная энергии с образованием на выходе биоэнергии, воспроизводимой живыми организмами растениями, микроорганизмами.

Эффективность данного метода усиливается экономической оценкой, опирающейся на стоимостной закон [1].

Энергетический подход рассмотрен для оценки рассматриваемых вариантов орошения и доз удобрений, рассчитанных на получение заданной урожайности овощных культур [5, 11].

Энергозатраты рассчитывались по методике биоэнергетической оценки технологий производства растениеводческой продукции.

При производстве овощной продукции идут расходы энергетических, трудовых и материальных ресурсов, которые были отражены в технологических картах по всем этапам и видам работ.

Энергию полезной продукции, заключенной в 1 кг сухого вещества овощной продукции, определяли исходя из полученной урожайности [2].

С энергетических и экономических позиций рациональность использования предусмотренных в наших исследованиях агротехнологий формируется на основе их биоэнергетической эффективности, которая определяется соотношением энергии хозяйственной части урожая к энергии, израсходованной на производство овощной продукции [1, 2].

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что урожайность влияет на структуру затраченной энергии, так как рост урожая способствует увеличению затрат энергии трудовых ресурсов на применение машин и оборудования, так как увеличивается расход топлива.

Общие затраты энергии на всезапланированные работы при возделывании овощных культур формируются в следующей последовательности: обработка почвы, посев (посадка) и уход, – потребляют в среднем от 16 000 МДж/га энергии при возделывании лука и до 24 000 МДж/га при выращивании белокочанной капусты; на орошение затрачивается в среднем от 9800 МДж/га – на луке и более 46 000 МДж/га – на капусте. Удобрение почвы и уборка урожая оказались менее энергоемкими: от 4000 до 24 000 МДж/га соответственно по культурам [5, 9].

Анализ расходов совокупной энергии по каждой статье затрат в зависимости от условий увлажнения показал, что рост затрат наблюдается при применении орошения. Это объясняется увеличением оросительной нормы с повышением процента предполивной влажности.

Такая же тенденция к росту затрат энергии наблюдается при применении минеральных удобрений. Варианты с максимальной дозой внесения удобрения в опыте с репчатым луком и в опыте с белокочанной капустой являются наиболее энергоемкими, совокупные энергозатраты составляют здесь 47 000-61 000 МДж/га и 94 000-109 000 МДж/га соответственно. С увеличением доз удобрений наблюдается рост энергозатрат. Этот рост зафиксирован на всех изучаемых вариантах, независимо от глубины промачиваемого слоя и режима орошения, и изменяется в пределах от 43 000 до 54 000 МДж/га на вариантах с луком, в пределах от 97 000 до 102 000 МДж/га на вариантах с капустой.

Также зафиксирован рост коэффициента энергетической эффективности (далее КЭЭ) на вариантах с наиболее благоприятным водным режимом, на которых сформировался самый высокий урожай овощной продукции. На вариантах по репчатому луку (таблица 2) с наименьшей глубиной увлажнения КЭЭ изменяется от 0,81 до 1,03. Самые высокие значения коэффициента наблюдаются на фоне дифференцированного увлажняемого слоя от 1,36 до 1,56 [5, 6, 11].

Таблица 2 – Средняя энергетическая оценка возделывания лука

Варианты	Средняя урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Содержание энергии в урожае, МДж/га	КЭЭ
Глубина увлажняемого слоя 0,3 м				
A ₁ B ₁	28,7	50519	41169	0,81
A ₁ B ₂	34,6	61000	49633	0,82
A ₁ B ₃	43,8	61282	62830	1,03
Глубина увлажняемого слоя 0,5 м				
A ₂ B ₁	30,1	43709	43177	0,99
A ₂ B ₂	39,8	53217	57092	1,07
A ₂ B ₃	46,5	53987	66703	1,24
Глубина увлажняемого слоя 0,3 – 0,5 м				
A ₃ B ₁	35,6	37488	51067	1,36
A ₃ B ₂	43,2	42408	61969	1,46
A ₃ B ₃	51,3	47026	73588	1,56

Также с улучшением питательного режима почвы зафиксировано увеличение коэффициента энергетической эффективности. На варианте с наименьшей дозой удобрения по репчатому луку и увлажнению до 0,3 м КЭЭ минимален – 0,81; с дозой N₁₀₀P₁₄₀K₅₀ – 1,03. Более высокие значения коэффициента наблюдаются на фоне с максимальной дозой удобрения и дифференцированного увлажняемого слоя – 1,56 [5].

По белокочанной капусте (таблица 3) на вариантах с поддержанием наименьшей влагоемкости на уровне 70-80-70 % НВ и 80-90-80 % НВ КЭЭ варьирует от 0,99 до 0,98 и от 0,98 до 1,12 соответственно. В то же время при поддержании наименьшей влагоемкости на уровне 75-85-75 % НВ коэффициент энергетической эффективности имеет максимальные значения 1,16-1,26 [9].

Таблица 3 – Средняя энергетическая оценка технологии возделывания белокочанной капусты по вариантам опыта

Вариант	Средняя урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Содержание энергии в урожае, МДж/га	КЭЭ
70 – 80 – 70 % НВ				
A ₁ B ₁	35,2	86986	85930	0,99
A ₁ B ₂	38,6	89895	94230	1,05
A ₁ B ₃	36,0	90104	87883	0,98
75 – 85 – 75 % НВ				
A ₂ B ₁	46,2	97431	112783	1,16
A ₂ B ₂	52,4	101600	127919	1,26
A ₂ B ₃	50,1	101943	122304	1,20
80 – 90 – 80 % НВ				
A ₃ B ₁	41,4	102813	101066	0,98
A ₃ B ₂	47,3	106847	115469	1,08
A ₃ B ₃	50,2	109532	122548	1,12

По белокочанной капусте на варианте с самой низкой дозой удобрений и с наименьшей влагоемкостью 70-80-70 % НВ коэффициент энергетической эффективности равен 0,99, с внесением самой высокой дозы удобрений увеличивается до 1,05, при этом наибольшие показатели КЭЭ формируются на втором режиме орошения 75-85-75 % НВ от 1,16 до 1,26 с внесением удобрений на уровне $N_{120}P_{45}K_{145}$ кг д.в./га [9].

Заключение. Результаты исследований показали, что коэффициент энергетической эффективности с учетом всей получаемой продукции варьируется в районе единицы, следовательно, производство овощных культур при поливе способом дождевания можно считать эффективным с точки зрения энергетики.

Более высокая энергоемкость продукции репчатого лука с урожайностью 51,3 т/га достигается на вариантах с глубиной увлажнения 0,3–0,5 м и на 1 т продукции составляет 73 589 МДж/га. Высокий показатель коэффициента энергетической эффективности – 1,56 – получен при глубине увлажнения почвы 0,3-0,5 м и с дозой удобрений $N_{100}P_{140}K_{50}$ кг д.в./га.

По результатам исследований белокочанной капусты максимальные значения урожайности 52,4 т/га достигнуты на режиме орошения 75-85-75 % НВ с выходом энергии на 1 т продукции – 127919 МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности при поддержании такого режима орошения на фоне дозы удобрений $N_{120}P_{45}K_{145}$ достигает 1,26.

Библиографический список

1. Ахмедов, А.Д. Эколого-экономические особенности орошения в Волго-Ахтубинской пойме [Текст] / А.Д. Ахмедов, Е.П. Боровой // Эколого-экономические проблемы региона: взгляд в будущее: материалы науч.-практ. конф. – Волгоград: ВГСХА, 2009. – С. 8-12.
2. Ахмедов, А.Д. Продуктивность овощных культур при капельном поливе в условиях Волго-Донского междуречья [Текст] / А.Д. Ахмедов, Е.Э. Джамалетдинова, А.Е. Засимов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 1(49). – С. 161-167.
3. Ахмедов, А.Д. Структура урожая капусты в зависимости от режима орошения в Волго - Донском междуречье [Текст] / А.Д. Ахмедов, А.А. Королёв // Влияние науки на инновационное развитие: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – Ч. 2. – С. 90-92.
4. Ахмедов, А.Д. Водосберегающие способы полива капусты в условиях Волгоградской области [Текст] / А.Д. Ахмедов, А.А. Кравцов // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – Т. 3. – С. 180-184.
5. Боровой, Е.П. Энергетическая оценка эффективности технологии возделывания репчатого лука в условиях Волгоградской области [Текст] / Е.П. Боровой, О.А. Матвеева // Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию образования Волгоградской ГСХА. – Волгоград: ВГСХА, 2009. – Том 1. – С. 296-299.
6. Боровой, Е.П. Водно-физические свойства почвы при выращивании репчатого лука [Текст] / Е.П. Боровой, О.А. Матвеева // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2009. – Часть I. – С. 64-69.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]: учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений / Б.А. Доспехов – Стереотипное издание. Перепечатка с 5-го изд. доп. и перераб.. 1985 г. – М.:Альянс, 2014. – 351 с.
8. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст] / С.С. Литвинов. – М.: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. – 650 с.

9. Лихоманова, М.А. Режим орошения и водопотребления белокочанной капусты в условиях Волго-Ахтубинской поймы [Текст]: дисс. на соиск. уч. ст. канд.с.-х. наук / Лихоманова М.А. – Волгоград, 2001. – 241 с.

10. Методика биоэнергетической эффективности технологий в орошаемом земледелии [Текст] / Л.Г. Прищеп, Е.И. Базаров, Л.А. Мишина и др. – М.: ВАСХНИЛ, МГМИ, 1989. – 79 с.

11. Соловьева, О.А. Эколого-экономическое обоснование возделывания репчатого лука в условиях Волго-Донского междуречья [Текст] / О.А. Соловьева // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2017. – Том 2. – С. 318-323.

Reference

1. Ahmedov, A. D. Jekologo-jekonomicheskie osobennosti orosheniya v Volgo-Ahtubinskoj pojme [Tekst] / A. D. Ahmedov, E. P. Borovoj // Jekologo-jekonomicheskie problemy regiona: vzglyad v budushee: materialy nauch. - prakt. konf. - Volgograd: VGSXA, 2009. - P. 8-12.

2. Ahmedov, A. D. Produktivnost' ovoschnyh kul'tur pri kapel'nom polive v usloviyah Volgo-Donskogo mezhdurech'ya [Tekst] / A. D. Ahmedov, E. Je. Dzhamaletdinova, A. E. Zasimov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. -№ 1(49). - P. 161-167.

3. Ahmedov, A. D. Struktura urozhaya kapusty v zavisimosti ot rezhima orosheniya v Volgo - Donskom mezhdurech'e [Tekst] / A. D. Ahmedov, A. A. Korolev // Vliyanie nauki na innovacionnoe razvitiye: sb. st. mezhdunar. nauch. - prakt. konf. - Ekaterinburg - Ufa: RIO MCII OMEGA SAJNS, 2015. - Ch. 2. - P. 90-92.

4. Ahmedov, A. D. Vodosberegayushchie sposoby poliva kapusty v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. D. Ahmedov, A. A. Kravcov // Integraciya nauki i proizvodstva - strategiya ustojchivogo razvitiya APK Rossii v VTO: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch. - prakt. konf., posvyaschennoj 70-letiyu Pobedy v Stalingradskoj bitve. - Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskij GAU, 2013. - T. 3. - P. 180-184.

5. Borovoj, E. P. Jenergeticheskaya ocenka jeffektivnosti tehnologii vozdelvaniya repchatogo luka v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst] / E. P. Borovoj, O. A. Matveeva // Ispol'zovanie innovacionnyh tehnologij dlya resheniya problem APK v sovremennyh usloviyah: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch. - prakt. konf., posvyaschennoj 65-letiyu obrazovaniya Volgogradskoj GSXA. - Volgograd: VGSXA, 2009. - Tom 1. - P. 296-299.

6. Borovoj, E. P. Vodno-fizicheskie svojstva pochvy pri vyraschivanii repchatogo luka [Tekst] / E. P. Borovoj, O. A. Matveeva // Rol' melioracii v obespechenii prodovol'stvennoj i jkologicheskoy bezopasnosti Rossii: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch. - prakt. konf. - M., 2009. - Chast' I. - P. 64-69.

7. Dosphehov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Tekst]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij / B. A. Dosphehov - Stereotipnoe izdanie. Perepechatka s 5-go izd. dop. i pererab.. 1985 g. - M.: Al'yans, 2014. - 351 p.

8. Litvinov, S. S. Metodika polevogo opyta v ovoschevodstve [Tekst] / S. S. Litvinov. - M.: GNU Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut ovoschevodstva, 2011. - 650 p.

9. Lihomanova, M. A. Rezhim orosheniya i vodopotrebleniya belokochannoj kapusty v usloviyah Volgo-Ahtubinskoj pojmy [Tekst]: diss. na soisk. uch. st. kand. s. - h. nauk / Lihomanova M. A. - Volgograd, 2001. - 241 p.

10. Metodika biojenergeticheskoy jeffektivnosti tehnologij v oroshaemom zemledelii [Tekst] / L. G. Prischep, E. I. Bazarov, L. A. Mishina i dr. - M.: VASXNIL, MGMI, 1989. - 79 p.

11. Solov'eva, O. A. Jekologo-jekonomicheskoe obosnovanie vozdelvaniya repchatogo luka v usloviyah Volgo-Donskogo mezhdurech'ya [Tekst] / O. A. Solov'eva // Jekologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodnopol'zovaniya: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch. - prakt. konf. - Volgograd: Volgogradskij GAU, 2017. - Tom 2. – P. 318-323.

УДК 633.11.16.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ
ПРЕПАРАТОВ НА ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ
В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**EFFECTIVENESS OF USING MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS
ON STRAW GRAIN CROPS IN DRY CONDITIONS OF ASTRAKHAN REGION**

И.И. Климова, младший научный сотрудник**Н.В. Тютюма**, доктор сельскохозяйственных наук**В.А. Федорова**, кандидат сельскохозяйственных наук**Е. В. Ячmeneва**, младший научный сотрудник**I.I. Klimova, N.V. Tyutyuma, V.A. Fedorova, E. V. Yachmeneva***Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое займище**FGBICU «Caspian Scientific Research Institute of Arid Agriculture»*

Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве – это одно из направлений биологизации, основанное на современных достижениях науки. Данные препараты применяются с целью увеличения урожая, улучшения его качества, облегчения ухода при выращивании растений, обеспечения доходности возделываемых культур и их экологичности. Целью проводимых исследований являлось при комплексном изучении сортов ярового ячменя и пшеницы установить влияние биопрепаратов на биометрические показатели и продуктивность растений в условиях аридного климата. Проведенные исследования показали, что в условиях светло-каштановых почв представленные препараты, регулирующие рост и развитие яровых зерновых культур, неодинаково повлияли на структуру урожая различных сортов ячменя и пшеницы. Но некоторые изучаемые препараты, в зависимости от года изучения, оказывали положительное влияние на ростовые процессы изучаемых сортов яровых колосовых культур, повышая их адаптивность и продуктивность в климатических условиях Астраханской области.

The use of microbiological preparations in agriculture is one of the directions of biologization, based on modern achievements of science. They are used to increase the yield, improve its quality, facilitate the care of growing plants, ensure the profitability of crops and their environmental friendliness. The purpose of the studies was to establish the effect of biological preparations on biometric indices and plant productivity in arid climate conditions when studying varieties of spring barley and wheat. The conducted researches showed that under the conditions of light chestnut soils the presented preparations regulating the growth and development of spring grain crops did not affect the crop structure of different barley and wheat varieties unequally. But a number of studied drugs, depending on the year of study, had a positive effect on the growth processes of the studied varieties of spring crops, increasing their adaptivity and productivity in the climatic conditions of the Astrakhan region.

Ключевые слова: микробиологические препараты, обработки, продуктивность, зерно, сорт, варианты, культуры.

Key words: microbiological preparations, processing, produktivnost, grain, variety, varieties, cultures.

Введение. Микробиологические препараты в последние годы получили широкое распространение, так как они экологически безопасны для окружающей среды и могут обеспечить повышение урожайности культур и получение продукции улучшенного качества. Особая роль принадлежит использованию биологических удобрений, фиксированных в ризосфере зерновых культур за счет ассоциации diaзотрофных микроорганизмов. Использование биологических препаратов в посевах зерновых культур позволяет повышать продуктивность растений, снижать количество средств защиты расте-

ний [5, 1]. Кроме того, биопрепараты относительно безвредны для человека и окружающей среды, а стоимость их значительно ниже, чем стоимость протравителей семян, что очень важно в современных экономических условиях [8]. Основой биопрепаратов являются микроорганизмы, которые, взаимодействуя с растениями, способны выполнять ряд функций, полезных для них, таких как повышение коэффициента использования минеральных удобрений и питательных веществ из почвы, стимулирование роста и развития растений, усиление на корнях растений фиксации атмосферного азота, стимулирование роста и развития растений за счет продуцирования физиологически активных веществ, которые ускоряют созревание продукции на 8-12 дней и т.д. [6, 2].

Целью исследований являлось на основе комплексного изучения различных сортов яровых зерновых культур установить влияние микробиологических препаратов на рост, развитие и продуктивность растений в условиях аридного климата.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2015-2017 годах на полях ФГБНУ «Прикаспийского НИИ аридного земледелия» в богарных условиях, по предшественнику – ранний пар.

Опыт двухфакторный: Фактор А – культура, Фактор В – микробиологические препараты. Материалом для исследований служили 2 сорта яровой пшеницы (Любава, Злата) и 2 сорта ячменя (Яромир, Владимир). Образцы высевались на делянках площадью 2 м², с нормой высева 300 шт./м² и расходом препарата 600 г/га, в 3-х кратной повторности. В день посева семена обрабатывались бактериальными препаратами (Флавобактерин, Агрофил, Мизорин, Ризоагрин, ПГ-5, 18-5, 5С-2, 17-1, Штамм 6, Штамм 8). Контроль без обработок.

Закладка полевого опыта проводилась в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехов «Методика полевого опыта» [4]. В течение вегетации систематически визуально проводились фенологические наблюдения в основные фазы развития растений, согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1989 [7]. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-64 [3]. Учет фактического урожая проводили со всей делянки с пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность [4].

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия 2015 года были весьма неблагоприятными для развития зерновых культур. Средняя температура воздуха за апрель составила 9,5 °С, за весь вегетационный период развития колосовых ГТК составил 0,19. Растения на протяжении всей вегетации испытывали острый недостаток влаги. Количество осадков за вегетацию выпало 37,6 мм, температура почвы на глубине 10 см составила 4,5 °С, запасы продуктивной влаги в почве составляли всего 10,6 мм.

Климатические условия 2016-2017 гг. характеризовались как удовлетворительные для роста и развития зерновых культур. Первые достаточно дружные всходы яровых культур были отмечены на шестой день после посева. Результаты исследования показали, что зерновые культуры положительно отзываются на изучаемые обработки семян различными препаратами. Однако реакция сортов ячменя и пшеницы на варианты обработок была различной. Вегетационный период ярового ячменя в зависимости от вида биологического препарата составил от 88 до 95 суток. При обработке зерна перед посевом препаратами продолжительность вегетационного периода сокращалась относительно контрольных вариантов на 2-6 суток. В фазу полной спелости первыми вошли: сорт Владимир – варианты, с обработками препаратами агрофилом, штаммами 6 и 18-5; сорт Яромир – ризоагрином и штаммом ПГ-5. Вегетационный период ячменя на данных вариантах составил 85 суток, что на 5 суток меньше, чем на контрольном варианте (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние микробиологических препаратов
на вегетационный период яровых культур, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Препарат	Всходы – колоше- ние, суток	Колошение- созревание, суток	Вегетационный период, суток
Яровая пшеница				
Любава	Контроль (б/о)	60	25	85
	Штамм Пг-5	64	24	88
	Штамм 6	63	24	87
	Штамм 17-1	61	25	86
	Штамм 18-5	62	25	87
	Флавобактерин	63	25	88
	Мизорин	60	25	85
	Агрофил	61	25	86
	Ризоагрин	61	25	86
	Штамм 8	61	26	87
	Штамм 5С-2	61	25	86
Злата	Контроль	64	23	87
	Штамм Пг-5	62	24	86
	Штамм 6	61	23	84
	Штамм 17-1	61	25	86
	Штамм 18-5	61	20	81
	Флавобактерин	61	26	87
	Мизорин	61	24	85
	Агрофил	62	24	86
	Ризоагрин	60	25	85
	Штамм 8	59	25	84
	Штамм 5С-2	59	24	83
Ячмень				
Яромир	Контроль	68	23	91
	Штамм Пг-5	68	21	89
	Штамм 6	67	23	90
	Штамм 17-1	65	23	88
	Штамм 18-5	64	28	92
	Флавобактерин	64	24	88
	Мизорин	62	25	87
	Агрофил	64	25	89
	Ризоагрин	64	21	85
	Штамм 8	63	25	88
	Штамм 5С-2	65	25	90
Владимир	Контроль	66	24	90
	Штамм Пг-5	64	24	88
	Штамм 6	67	20	87
	Штамм 17-1	66	22	88
	Штамм 18-5	65	20	85
	Флавобактерин	61	24	85
	Мизорин	62	23	85
	Агрофил	65	20	85
	Ризоагрин	65	24	89
	Штамм 8	63	22	85
	Штамм 5С-2	62	24	86

Таблица 2 – Влияние биологических препаратов на элементы
структуры урожая яровых культур, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Препарат	Высота, см	Колос			Масса 1000 зерен, г
			Длина, см	Кол-во зерен, шт.	Масса зерна, г	
Ячмень						
Яромир	Контроль (б/о)	57,1	7,9	24	0,78	36,7
	Штамм Пг-5	52,2	10	26	1,15	39,1
	Штамм 6	62,3	9,7	22	0,75	36,7
	Штамм 17-1	60,3	8	25	0,89	34,7
	Штамм 18-5	58,8	8,4	24	0,95	38,2
	Флавобактерин	58,8	8	24	1,05	39,5
	Мизорин	62,7	7,9	23	0,49	38,8
	Агрофил	68,2	9,2	22	0,72	37,7
	Ризоагрин	65,6	11,5	20	1,06	37,5
	Штамм 8	60,2	10,4	26	1,15	39,8
Штамм 5С-2	58,6	8,2	23	1,13	36,6	
Владимир	Контроль	58,2	9,2	25	0,95	36,2
	Штамм Пг-5	67,9	9,0	23	1,03	38,4
	Штамм 6	58,4	7,6	21	0,79	39,4
	Штамм 17-1	59,6	7,6	19	0,75	39,3
	Штамм 18-5	52,9	8,4	23	0,90	35,8
	Флавобактерин	54	8,7	25	1,17	41,8
	Мизорин	58,8	9,7	20	0,87	40,3
	Агрофил	73,4	9,0	24	0,88	39,0
	Ризоагрин	64,5	8,5	23	1,10	39,1
	Штамм 8	66,8	8,2	22	1,10	39,3
Штамм 5С-2	62,3	7,7	22	0,92	38,8	
Пшеница						
Любава	Контроль	73,2	9,6	25	1,23	35,1
	Штамм Пг-5	61,7	8,8	24	0,85	33,1
	Штамм 6	67,8	9,1	25	0,82	32,9
	Штамм 17-1	78,5	8,9	26	1,03	34,7
	Штамм 18-5	73,5	9,4	26	1,01	31,1
	Флавобактерин	71,9	8,3	22	0,72	36,7
	Мизорин	93,7	9,3	27	1,04	35,6
	Агрофил	60,9	11,4	27	1,11	35,6
	Ризоагрин	68,7	9,4	24	1,19	35,8
	Штамм 8	65,7	10,9	27	0,96	33,2
Штамм 5С-2	69,4	11,1	25	0,87	32,4	
Злата	Контроль	73,5	9,7	25	0,79	32,5
	Штамм Пг-5	65,4	10,1	25	0,8	36,1
	Штамм 6	68,8	9,6	31	1,17	36,0
	Штамм 17-1	62,8	8,1	28	1,10	31,6
	Штамм 18-5	71,4	7,9	26	0,96	36,5
	Флавобактерин	76,6	8,6	23	0,88	33,9
	Мизорин	70,2	6,7	22	0,77	32,8
	Агрофил	79,5	8,3	25	0,97	32,9
	Ризоагрин	64,0	10,6	25	1,09	34,8
	Штамм 8	74,7	11,7	24	1,07	36,7
Штамм 5С-2	59,8	10,1	23	0,93	32,6	

Предпосевная обработка семян яровой пшеницы незначительно влияла на вегетационный период. Если на контрольном варианте период вегетации сорта Любава составил 85 суток, то при обработке биологическими препаратами он увеличивался на 2-3 суток. Положительное влияние препаратов на сокращение вегетационного периода было отмечено у сорта Злата – на вариантах с обработками Штамм 5С-2 и 18-5 растения созрели на 3-6 суток раньше, чем на контрольном варианте. В проведенных исследованиях биологические препараты оказывали большое влияние на высоту растений. У сортов ячменя этот показатель варьировал как по сортам, так и по вариантам обработки. Наибольшая высота растения в среднем за годы изучения 68,2-73,4 см отмечена у сортов Яромир и Владимир на варианте с применением препарата агрофил. У сортов пшеницы, наибольшая высота растений относительно контроля отмечена у сорта Злата – 79,5 см с применением агрофила и у сорта Любава – 93,7 см при обработке мизорином (таблица 2).

Самым низкорослым относительно контроля оказался сорт ячменя Яромир – 52,2 см на варианте с обработкой семян штаммом ПГ-5. У пшеницы низкие показатели были у сорта Злата – 59,8 см на обработках штаммом 5С-2. У сортов ячменя самые высокие показатели озерненности и массы зерна с колоса отмечены у сорта Яромир на вариантах с обработкой штаммами 8 и ПГ-5: 26 шт. и 1,15 г, соответственно. У сорта Владимир изучаемые препараты не способствовали увеличению озерненности колоса, а вот масса зерна была значительно выше контрольного варианта на обработках штаммом 8, ризоагрином и флавобактерином – 1,10 – 1,17 г. У пшеницы лучшие показатели озерненности отмечены у сорта Злата на варианте с обработкой штаммом 17-1 и 6. Число зерен варьировало от 28 до 31 шт., масса зерна, соответственно от 1,10 до 1,17 г. Незначительно уступил ему сорт яровой пшеницы Любава на варианте с применением мизорина, агрофила и штамма 8. Число зерен на этих вариантах составило 27 шт., а масса варьировала от 0,96 до 1,19 г. В среднем за три года по показателю массы 1000 семян на различных сортах ячменя выделились варианты – штамм 8 – 39,6 г, ПГ-5 – 38,8 г, мизорин – 39,6 г и флавобактерин – 40,7 г. На остальных вариантах масса 1000 семян не превышала 37,7-38,8 г.

У сортов яровой пшеницы масса 1000 зерен на вариантах с обработками находилась на уровне 31,1-35,8 г, а на контрольных вариантах составила 32,5-35,1 г. Максимальная масса зерна с колоса – 36,7 г, в представленном изучении, была отмечена у сортов Любава и Злата при обработке флавобактерином и штаммом 8.

Заключение. Проведенные фенологические наблюдения на сортах яровых культур показали, что обработки семян ячменя перед посевом микробиологическими препаратами агрофил, мизорин, флавобактерин, штамм 8 и 18-5 ускоряли созревание в среднем на 2-6 суток. При этом максимально вегетационный период сокращался у сортов ярового ячменя Владимир и Яромир на варианте штамма 8. Наибольшая высота растений ячменя у сортов Яромир и Владимир 68,2-73,4 см отмечена в вариантах с применением агрофила. На сорте яровой пшеницы Злата применение препаратов агрофил и мизорин позволило увеличить среднюю высоту растений до 79,5-93,7 см. Максимальное значение массы 1000 зерен в опыте у ячменя и пшеницы было отмечено на вариантах штамм 8 и флавобактерин.

Таким образом, в аридных условиях Астраханской области на светло-каштановых почвах различные микробиологические препараты, значительно усиливают продуктивность, положительно влияют на ростовые процессы и, как следствие, на фенологическую изменчивость растений, сокращают вегетационный период сортов яровых зерновых культур.

Библиографический список

1. Бондаренко, А.Н. Эффективность влияния биопрепаратов комплексного действия на основе ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на продуктивность яровых культур в условиях светло-каштановых солонцовых почв Северо-Западного Прикаспия [Текст]/ А.Н. Бондаренко // Сборник Региональной научно-практической конференции (15-17 октября 2014 г.). – Майкоп: Изд-во Адыгейский НИИСХ, 2014. – С. 118-120.
2. Бондаренко, А.Н. Микробиологические препараты в аридных условиях [Текст]/ А.Н. Бондаренко, В.П. Зволинский // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 19-20.
3. ГОСТ 10842-64. Зерно. Метод определения абсолютного веса (масса 1000 зерен) [Электронный ресурс].
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований [Текст]/ Б.А. Доспехов. – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. [Текст]/ А.А. Завалин. – М.: ВНИИИА, 2005. – 302 с.
6. Завалин, А.А. Новые технологии производства биопрепаратов комплексного действия [Текст] / А.А. Завалин, А.П. Кожемяков. – СПб :Химиздат, 2010. – 64 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй, зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры [Текст]. – М., 1989. – 194 с.
8. Фитоспорин – биологический препарат для защиты растений от болезней. Рекомендации по применению [Текст]/ М.Я. Менликиев, В.В. Смирнов, Г.М. Ваньянц, В.Д. Недорезков, И.Б. Срокулова. – Уфа, 1991.

Reference

1. Bondarenko, A. N. Jefferktivnost' vliyaniya biopreparatov kompleksnogo dejstviya na osnove associativnyh azotfiksiruyuschih mikroorganizmov na produktivnost' yarovyh kul'tur v usloviyah svetlo-kashtanovyh soloncovyh pochv Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Tekst]/ A. N. Bondarenko // Sbornik Regional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii (15-17 oktyabrya 2014 g.). - Majkop: Izd-vo Adygejskij NIISX, 2014. - P. 118-120.
2. Bondarenko, A. N. Mikrobiologicheskie preparaty v aridnyh usloviyah [Tekst]/ A.N. Bondarenko, V. P. Zvolinskij. // Zemledelie. - 2013. - № 3. - P. 19-20.
3. GOST 10842-64. Zerno. Metod opredeleniya absolyutnogo vesa (massa 1000 zeren) [Elektronnyj resurs].
4. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij [Tekst]/ B. A. Dospheov. - 5 izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
5. Zavalin, A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj. [Tekst]/ A.A. Zavalin. - M.: VNIIA, 2005. - 302 p.
6. Zavalin, A. A. Novye tehnologii proizvodstva biopreparatov kompleksnogo dejstviya [Tekst] / A. A. Zavalin, A. P. Kozhemyakov. - SPb : Himizdat, 2010. - 64 p.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur. Vypusk vtoroj, zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury [Tekst]. - M., 1989. - 194 p.
8. Fitosporin - biologicheskij preparat dlya zashchity rastenij ot boleznej. Rekomendacii po primeneniyu [Tekst]/ M.Ya. Menlikiev, V.V. Smirnov, G.M. Van'yanc, V.D. Nedorezkov, I.B. Sroku-lova. - Ufa, 1991.

E-mail: irina.ssd1981@yandex.ru

УДК 631.87.633.34

**ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОРЕНТАБЕЛЬНОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
СРЕДНЕСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ****SPECIFIC FEATURES OF A HIGHLY EFFICIENT CULTIVATION
OF SOY MEDIUM RIPPED VARIETIES IN IRRIGATION CONDITIONS****В.В. Толоконников**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник**А.А. Новиков**, кандидат сельскохозяйственных наук,

заместитель директора по научной работе и инновационному развитию

О.П. Комарова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник**Т.С. Кошкарлова**, младший научный сотрудник**V. V. Tolokonnikov, A.A. Novikov, O.P. Komarova, T.S. Koshkarova***Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград**The All-Russian scientific research institute of the irrigated agriculture*

В ФГБНУ ВНИИ орошаемого земледелия на светло-каштановых почвах проведены исследования по оптимизации режимов орошения (2013-2015 гг.) и обработки семян среднескороспелых сортов сои перед посевом (2015-2017 гг.) при возделывании этой культуры в условиях орошения Нижнего Поволжья. В полевых опытах изучалась отзывчивость биологически различных сортов региональной селекции ВНИИОЗ 31 и Волгоградка 2 на разные режимы орошения, согласованные с этапами органогенеза (70-80-70 % НВ, 80-80-70 % НВ) сортовой сои (с контролем 80-80-80 % НВ). Обоснование эффективности предпосевной обработки семян включало комплексное применение соевого ризоторфина (штамм 645б) с водными растворами бишофита (20 %) и никфана (0,01 %) с контрольным посевом семян без обработки. В результате проведения исследований установлено, что наибольшую урожайность – 3,0-3,23 т/га зерна – среднескороспелые сорта обеспечивают при дифференцированных по основным фазам роста и развития растений режимах орошения. Дифференцированные режимы поддерживались у сортов на уровне 1850-2100 м³/га в благоприятном 2013 году и до 2800-3700 м³/га в засушливые (2014, 2015) годы, что обеспечивалось проведением 10-16 поливов. Предпосевная обработка семян комплексом биорациональных средств приводит к более значительному увеличению урожайности – до 3,87 т/га зерна, чем на контроле (3,18-3,26 т/га). Следовательно, в условиях Нижнего Поволжья наибольшую урожайность, высокую рентабельность, сборы растительного белка и жира обеспечивает применение отзывчивых на дифференцированный режим орошения и предпосевную обработку семян биостимуляторами роста среднескороспелых сортов региональной селекции сои, проводимой в ФГБНУ ВНИИОЗ.

The Institute of Irrigated Agriculture on light chestnut soils has carried out research to optimize irrigation regimes (2013-2015) and to treat seeds of medium-ripening soybean varieties before sowing (2015-2017) while cultivating this crop under irrigation conditions in the Lower Volga region. In the field experiments, the responsiveness of biologically different varieties of regional selection of VNIIOZ 31 and Volgogradka 2 to different irrigation regimes was studied, coordinated with the stages of organogenesis (70-80-70% HB, 80-80-70% HB) of varietal soybean (controlled 80-80-80% HB). The rationale for the effectiveness of pre-sowing seed treatment included the integrated use of soybean rhizotorphin (strain 645b) with aqueous solutions of bischofite (20%) and nikfan (0.01%) with seed control without seed treatment. As a result of the research, it was established that the medium-ripened varieties provide the highest yield - 3,0-3,23 t / ha of grain with different irrigation regimes, differentiated according to the main phases of plant growth and development. Differentiated regimes were maintained at varieties at the level of 1850-2100 m³ / ha in the favorable year 2013 and up to 2800-3700 m³ / ha in arid (2014, 2015) years, which was ensured by 10-16 irrigation. Pre-sowing treatment of seeds with a complex of bio-rational means leads to a more significant increase in the yield - up to 3.87 t / ha of grain, than on the control (3.18-3.26 t / ha). Consequently, in the conditions of the Lower Volga region, the highest yields, high profitability, and vegetable protein and fat collections ensure the application of seedlings that are responsive to the differentiated irrigation regime and pre-sowing seed treatment with biostimulants for the growth of medium-ripening varieties of regional soybean selection conducted at VNIIOZ.

Ключевые слова: соя, сорта, режимы орошения, урожайность, содержание, сбор белка и жира, этапы органогенеза, обработка семян биостимуляторами роста.

Key words: soybeans, varieties, irrigation regimes, yield, content, protein and fat collection, stages of organogenesis, seed treatment with growth biostimulants.

Введение. Белков и жиров, составляющих основу продуктов питания и корма для животных, больше всего содержится в соевом зерне (до 60 % и более). Рост мировых посевов этой культуры достиг 120 млн га при средней урожайности 2,6 т/га.

Российская Федерация не располагает значительными сельскохозяйственными территориями, пригодными для высокорентабельного возделывания высокотребовательной к условиям увлажнения и теплообеспеченности культуры сои. Значительная отзывчивость сои на орошение с получением урожайности до 3-х т/га зерна и выше доказана исследованиями А.С. Овчинникова, Г.О. Чамурлиева [4], И.П. Кружилина [2], В.В. Бородычева, М.Н. Лытова, А.М. Салдаева, Д.А. Пахомова, А.В. Шуравилина, О.А. Белик [5, 1], О.Г. Чамурлиева [9], В.В. Толоконникова [8], В.В. Толоконникова, С.В. Иленевой, Т.С. Кошкарновой [6, 7], В.Ф. Лобойко, В.В. Толоконникова, Дезорцева Н.С. [3], Г.О. Чамурлиева [10]. В связи с выведением специальных (среднескороспелых, короткостебельных) сортов сои для условий орошения - ВНИИОЗ 31 (в госреестре сортов по Нижневолжскому региону) и Волгоградка 2 (проходит госсортоиспытание с 2017 года) важно изучить особенности их продукционного процесса при различных режимах орошения дождеванием и применения биорациональных средств.

Материалы и методы. Исследования выполнены в ФГБНУ ВНИИОЗ в 2013-2017 годах с использованием новых сортов селекции ФГБНУ ВНИИОЗ. Режим орошения (2013-2015 гг.) согласовывался с основными фазами органогенеза сои: всходы-начало цветения – 70 % НВ (вариант В1) и 80 % (вариант В2), массовое цветение – налив бобов – 80 % НВ, созревание – полная спелость – 70 % НВ. За контроль брали вариант (В3) с постоянным режимом орошения (80-80-80 % НВ) на протяжении всего вегетационного периода. Обоснование эффективности предпосевной обработки семян (2015-2017 гг.) включало комплексное применение соевого ризоторфина (645 б) совместно с водным раствором (20 %) бишофита и никфана (0,01 %). Контроль – посев семян без обработки. Удобрения вносили на планируемую урожайность 2,5-3,5 т/га из расчета $N_{90}P_{90}K_{60}$ действующего вещества на 1 га. Борьбу с сорняками проводили с применением гербицидов Кратерра и Базаграна.

Результаты и обсуждение. Для формирования урожая зерна орошаемым посевом сортов Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 требуются суммы температур от 2660 до 2958 °С с продолжительностью периода «посев – полная спелость» 113-124 суток в зависимости от метеоусловий года возделывания сои. Наиболее жесткие температурные условия, сопровождающиеся очень длительной (114 дней) воздушной засухой по сравнению с многолетним показателем (47 дней), сложились для этой культуры в 2014 и 2015 годах. В связи с этим оптимизацию режима орошения и приемов агротехники важно направить на сглаживание температурных экстремов местного климата соотносясь с физиолого-биологическими особенностями сортов.

Сорта сои Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 характеризуются высокими показателями формирования максимальной листовой поверхности – 55,6-66,9 тыс. м²/га, фотосинтетического потенциала за вегетацию – 3151-4356 тыс.м². дней/га и прироста биомассы до 9,57-10,72 т/га в сухом веществе, что существенно повлияло на рост урожайности (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна сои в зависимости от фактора сорта,
лет наблюдений и режима орошения

Сорт	Режим орошения, % НВ	Урожайность, т/га				Отклонение от контроля	
		2013 ГТК 0,94	2014 ГТК 0,30	2015 ГТК 0,30	средняя	т/га	%
Волгоградка 2	70-80-70	3,48	3,22	2,84	3,18	0,31	10,8
	80-80-70	3,52	3,28	2,89	3,23	0,36	12,5
	80-80-80	3,01	2,84	2,75	2,87	-	-
ВНИИОЗ 31	70-80-70	3,18	2,96	2,86	3,00	0,18	6,40
	80-80-70	3,46	3,21	2,90	3,19	0,37	13,10
	80-80-80	3,12	2,63	2,81	2,82	-	-
НСР ₀₅ , А		0,16	0,03	0,05	0,02		
НСР ₀₅ , В		0,16	0,04	0,06	0,03		
НСР ₀₅ , АВ		0,23	0,04	0,06	0,03		

У обоих сортов отмечены высокие уровни урожайности, достигающей 3,23 т/га в среднем за годы проведения исследований. Более благоприятные метеоусловия для формирования урожая зерна сои сложились в 2013 году, когда гидротермический коэффициент (ГТК) приблизился к единице (0,94), а наиболее засушливые (ГТК 0,3) наблюдались в 2014 и 2015 годах, что требовало совершенствования режима орошения.

Результаты исследований показали, что применение дифференцированных режимов орошения: у сорта Волгоградка 2 – 70-80-70 % НВ и 80-80-70 % НВ, а ВНИИОЗ 31 – 80-80-70 % НВ, способствовало получению достоверной прибавки урожая на уровне 0,31- 0,37 т/га зерна по сравнению с контролем постоянного на протяжении всей вегетации режима орошения (80-80-80 % НВ).

Наблюдения показали, что наибольшее среднесуточное водопотребление у растений этих сортов приходится на периоды цветения, формирования бобов и их налива – 37,7-64,9 м³/га, по сравнению с другими фазами роста и развития (14,1-48,9 м³/га). Если растения получают такое же увеличенное количество воды (80 % НВ) в периоды вегетативного роста (всходы-начало цветения), а также созревания, как и во время формирования репродуктивных органов, происходит повышенное нарастание листовой массы и взаимозатягиваемость растений, что приводит к снижению доли зерна в общей биомассе. Поэтому дробные режимы орошения способствуют увеличению доли зерна до 29-33,2 % относительно контроля (26,6-30,7 %), что приводит к увеличению урожайности.

Рост урожайности сои важно сопровождать повышением качества зерна. В наших исследованиях сорт Волгоградка 2 обеспечил более высокое накопление сырого протеина в семенах – 39,9-41,6 %, чем сорт ВНИИОЗ 31 (37,5-39 %). В то же время посевы сорта ВНИИОЗ 31 обеспечили повышенное содержание в зерне жира (18,3-19,3 %) по сравнению с сортом Волгоградка 2 (15,9-16,8 %). Режимы орошения не оказали существенного влияния на концентрацию этих ценных веществ в соевом зерне. Поэтому одним из основных факторов получения высококачественной сои является выбор сорта.

Целесообразность исследования в сельскохозяйственном производстве сорта или технологии возделывания необходимо оценивать по сбору белка и жира с единицы площади посева. Результаты наших исследований показали, что у сорта Волгоградка 2 дифференцированные режимы орошения (В1 и В2) приводили к увеличению выхода белка – до 1,09-1,10 т/га, жира (0,44 т/га) и суммарному (белок+жир) их сбору на уровне 1,54, что выше на 5,8-7,3 %, чем при постоянном режиме полива. Сорт ВНИИОЗ

31 обеспечивает наибольший сбор белка – до 1,05 т/га при режиме орошения 80-80-70 % НВ, жира – при обоих вариантах согласованного с органогенезом режима орошения (В1 и В2) – 0,52-0,50 т/га, а в сумме белок+жир (1,57 т/га) – только при режиме орошения 80-80-70 % НВ.

В водном балансе посевов среднескороспелых сортов самую значительную долю занимает оросительная влага (63,4-68,5 %), меньше приходится на осадки (25,1-29,6 %) и особенно – влагу почвы (6,5-7,0 %).

Для поддержания планируемых режимов орошения в посевах сорта Волгоградка 2 необходимо провести от 10 до 16, а у сорта ВНИИОЗ 31 – от 11 до 17 поливов в зависимости от сложившихся метеоусловий лет наблюдений (таблица 2). В более благоприятный 2013 год для поддержания жизнедеятельности посевов сои рассматриваемых сортов требуется проведение меньшего количества поливов и оросительной нормы, чем в засушливые (2014, 2015) годы.

Таблица 2 – Поддержание режима орошения (количество поливов) среднескороспелых сортов сои в зависимости от метеоусловий года и фаз развития растений

Фаз роста и развития	Режим орошения, % НВ	Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31		
		Год			Год		
		2013	2014	2015	2013	2014	2015
Всходы – ветвление	70-80-70	0	1	1	0	1	1
	80-80-70	1	2	2	1	2	2
	80-80-80	1	2	2	1	2	2
Ветвление – цветение	70-80-70	0	1	1	0	1	1
	80-80-70	1	2	2	1	2	2
	80-80-80	1	2	2	1	2	2
Цветение – формирование бобов	70-80-70	2	3	3	3	3	3
	80-80-70	2	3	3	3	3	3
	80-80-80	2	3	3	3	3	3
Формирование бобов – налив бобов	70-80-70	4	3	2	3	3	3
	80-80-70	4	3	2	3	3	3
	80-80-80	4	3	2	3	3	3
Налив бобов – созревание	70-80-70	4	4	3	5	5	4
	80-80-70	4	4	3	5	5	4
	80-80-80	4	4	3	5	5	4
Созревание – полная спелость	70-80-70	0	1	1	0	1	1
	80-80-70	0	1	1	0	1	1
	80-80-80	1	2	2	1	2	2
Сумма за период: всходы – полная спелость	70-80-70	10	13	11	11	14	13
	80-80-70	12	15	13	13	16	15
	80-80-80	13	16	14	14	17	16
Оросительная норма, м ³ /га	70-80-70	1850	3150	2800	2100	3400	2950
	80-80-70	2150	3450	3100	2400	3700	3250
	80-80-80	2450	3750	3400	2700	4000	3550

Дифференцированные режимы поддерживались применением меньшей оросительной нормы у сортов Волгоградка 2 – 1850-3450 м³/га и ВНИИОЗ 31 – 2100-3700 м³/га, чем дифференцированный режим орошения.

Потребность растений во влаге особенно возрастает в период массового цветения, формирования и налива бобов и достигает в среднем за годы исследований 55,4-64,9 м³/га в сутки, что учитывается существенным увеличением оросительной нормы за счет проведения частых поливов (по 3-5) в течение репродуктивного развития агроценоза сортов.

Способность растений экономно расходовать влагу на создание хозяйственно-ценной части урожая является важнейшим достоинством сорта или агротехнологии. Нашими исследованиями установлено, что сорт Волгоградка 2 характеризуется невысоким коэффициентом водопотребления (K_v), составляющим в среднем за годы исследований $1301-1655 \text{ м}^3/\text{т}$. Посевы сорта ВНИИОЗ 31 менее эффективно использовали воду на формирование урожая зерна – $K_v=1460-1759 \text{ м}^3/\text{т}$. Применение дифференцированных режимов орошения в посевах этих сортов существенно уменьшало потребность растений во влаге – до $1301-1375 \text{ м}^3/\text{т}$ у сортов Волгоградка 2 и до $1460-1473 \text{ м}^3/\text{т}$ – ВНИИОЗ 31 в сравнении с постоянным режимом орошения ($1655-1759 \text{ м}^3/\text{т}$).

Орошение сои сопровождается более значительными затратами, чем возделывание ее без орошения [8, 9].

Наши исследования показали, что затраты, связанные с орошением, достигают $33,9-37,1 \%$ от суммы всех издержек производства среднескороспелых сортов ($29,4-33,7$ тыс. руб./га), поэтому в посевах с орошением необходимо внедрять наиболее отзывчивые на оросительную воду сорта, обеспечивающие рост урожайности при совершенствовании приемов мелиорации и агротехники. Оптимизация режима орошения (до $70-80-70 \%$ НВ и $80-80-70\% \text{ НВ}$) способствовала достижению уровня рентабельности $113,9-116,3 \%$ у сортов Волгоградка 2 и $86,3-93,3\%$ у ВНИИОЗ 31 по сравнению с контролем ($67,4-84,6 \%$).

Обработка семян сои перед посевом биорациональными средствами – важный агротехнический прием, подтвердивший высокую эффективность и в условиях орошения [3, 8, 9]. В наших исследованиях посев инокулированными ризоторфином и обработанными водными растворами бишофита и никфана семенами обеспечил получение высоких урожаев как у сорта Волгоградка 2 – $3,81-3,87 \text{ т/га}$, так и у сорта ВНИИОЗ 31 – $3,78-3,82 \text{ т/га}$ относительно контрольных вариантов без обработки семян ($3,18-3,26 \text{ т/га}$). Рентабельность производства зерна сои с предварительной гидрофобизацией семян сорта Волгоградка 2 составила $133,3 \%$ (на варианте обработки ризоторфин+никфан) и $130,9 \%$ – ризоторфин+бишофит (20%), сорта ВНИИОЗ 31 – соответственно $129,1-131,5 \%$, что оказалось значительно выше, чем на контроле ($98,7-103,8 \%$).

Заключение. Высокорентабельное (до уровня $131,5 \%$) возделывание сои в условиях орошения достигается применением среднескороспелых сортов сои региональной селекции ВНИИОЗ 31 и Волгоградка 2 с оптимизацией их режима орошения и применения комплексной инокуляции семян биорациональными средствами. Оптимальные режимы орошения – $70-80-70 \%$ НВ и $80-80-70 \%$ НВ, согласованные с органогенезом сортов сои, способствуют росту урожайности до $3,0-3,23 \text{ т/га}$ зерна по сравнению с контролем ($80-80-80 \%$ НВ), экономии оросительной воды до $280...354 \text{ м}^3/\text{т}$ зерна или на $16,3-21,4 \%$, относительно постоянного режима орошения. Предпосевная обработка семян ризоторфином совместно с водными растворами бишофита приводит к более значительному увеличению урожайности до $3,87 \text{ т/га}$, чем на контроле без обработки ($3,18-3,26 \text{ т/га}$)

Библиографический список

1. Капельное орошение сои на тяжелосуглинистых почвах [Текст]/ А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, О.А. Белик// Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство. 2009. – №3. – С. 21-25.
2. Кружилин, И.П. Каталог мировой коллекции ВИР. Соя. [Текст]/ И.П. Кружилин, В.В. Толоконников, М.А. Вишнякова// Исходный материал для селекции сои в богарных и орошаемых условиях Нижнего Поволжья. – Санкт-Петербург, 2000. – Вып. 706. – 58 с.
3. Лобойко, В.Ф. Эффективность предпосевной обработки семян различных сортов сои биологически активными препаратами в условиях капельного орошения [Текст]/ В.Ф. Лобойко, В.В. Толоконников, Н.С. Дезорцев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №2(30). – С. 35-38.

4. Овчинников, А.С. Ресурсосберегающие режимы орошения и способы основной обработки почвы под сою [Текст]/ А.С. Овчинников, Г.О. Чамурлиев // Проблемы развития АПК региона. Научно-практический журнал Дагестанского ГАУ им. М.М. Джембулатова. – 2016. – № 1 [25] ч. 1. – С. 52-55.

5. Соя в Волгоградской области [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.М. Салдаев, Д.А. Пахомов. – Волгоград: Панорама, 2008 – 224 с.

6. Толоконников, В.В. Адаптивная технология производства сои в условиях орошения [Текст]/ В.В. Толоконников, Т.С. Кошкарлова // Вклад аграрной науки в развитие земледелия Российской Федерации: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград: ООО «Сфера», 2015. – С. 132-135.

7. Толоконников, В.В. Сортовые технологии возделывания сои в условиях орошения [Текст]/ В.В. Толоконников, Т.С. Кошкарлова, С.В. Иленева// Перспектива развития аграрной науки в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2016. – С. 116-120.

8. Толоконников, В.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий возделывания и селекция адаптированных к природным условиям Нижнего Поволжья сортов сои [Текст]: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук/ В.В. Толоконников. – Волгоград, 2010. – 47 с.

9. Чамурлиев, О.Г. Влияние сортовых особенностей и приемов агротехники на урожайность сои при орошении [Текст]/ О.Г. Чамурлиев, В.В. Толоконников/ Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3(39). – С. 87-91.

10. Чамурлиев, Г.О. Режим орошения и способы основной обработки светлосахарных почв при возделывании сои в Волго-Донском междуречье [Текст]: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Г.О. Чамурлиев. – Волгоград, 2016. – 20 с.

Reference

1. Kapel'noe oroshenie soi na tyazhelosuglinistyyh pochvakh [Tekst]/ A. V. Shuravilin, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, O. A. Belik// Vestnik RUDN, seriya Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2009. - №3. - P. 21-25.

2. Kruzhilin, I. P. Katalog mirovoj kolleksii VIR. Soya. [Tekst]/ I. P. Kruzhilin, V. V. Tolokonnikov, M. A. Vishnyakova// Isходnyj material dlya selekcii soi v bogarnyyh i oroshaemyh usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya. - Sankt-Peterburg, 2000. - Vyp. 706. - 58 p.

3. Lobjko, V. F. Jeффективност' predposevnoj obrabotki semyan razlichnyh sortov soi biologicheski aktivnyimi preparatami v usloviyakh kapel'nogo orosheniya [Tekst]/ V. F. Lobjko, V. V. Tolokonnikov, N. S. Dezorcev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - №2(30). - P. 35-38.

4. Ovchinnikov, A. S. Resursosberegayushchie rezhimy orosheniya i sposoby osnovnoj obrabotki pochvy pod soyu [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, G. O. Chamurliев // Problemy razvitiya APK regiona. Nauchno-prakticheskij zhurnal Dagestanskogo GAU im. M. M. Dzhambulatova. - 2016. - № 1 [25] ch. 1. - P. 52-55.

5. Soya v Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov, A. M. Saldaev, D. A. Pahomov. - Volgograd: Panorama, 2008 - 224 p.

6. Tolokonnikov, V. V. Adaptivnaya tehnologiya proizvodstva soi v usloviyakh orosheniya [Tekst]/ V. V. Tolokonnikov, T. S. Koshkarova // Vklad agrarnoj nauki v razvitie zemledeliya Rossijskoj Federacii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Volgograd: ООО "Sfera", 2015. - P. 132-135.

7. Tolokonnikov, V.V. Sortovye tehnologii vozdeleyvaniya soi v usloviyakh orosheniya [Tekst]/ V.V. Tolokonnikov, T.S. Koshkarova, S.V. Ileneva// Perspektiva razvitiya agrarnoj nauki v sovremennyh jekonomicheskikh usloviyakh: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Volgograd, 2016. - P. 116-120.

8. Tolokonnikov, V.V. Teoreticheskoe i jeksperimental'noe obosnovanie tehnologij vozdeleyvaniya i selekciiy adaptirovannyh k prirodnyim usloviyam Nizhnego Povolzh'ya sortov soi [Tekst]: avtoref. dis. ... doktora s. - h. nauk/ V.V. Tolokonnikov. - Volgograd, 2010. - 47 p.

9. Chamurliev, O. G. Vliyanie sortovyh osobennostej i priemov agrotehniki na urozhajnost' soi pri oroshenii [Tekst]/ O. G. Chamurliev, V. V. Tolokonnikov/ Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 3(39). - P. 87-91.

10. Chamurliev, G. O. Rezhim orosheniya i sposoby osnovnoj obrabotki svetlo-kashtanovyh pochv pri vozdeystvii soi v Volgo-Donskom mezhdurech'e [Tekst]: avtoref. dis... kand. s. - h. nauk / G. O. Chamurliev. - Volgograd, 2016. - 20 p.

E-mail: koshkarova_ts@vniioz.ru

УДК 631.529: 633.6

ИНТРОДУКЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СТЕВИИ В ЗАПАДНОМ ПРИКАСПИИ

INTRODUCTION AND PROSPECTS OF CULTIVATION OF STEVIA IN THE WESTERN CASPIAN

Т.Ф. Маховикова¹, научный сотрудник

С.Н. Сивцева¹, научный сотрудник

Л.П. Рыбашлыкова², кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник

T. F. Maschovikova¹, S.N. Sivceva¹, L. P. Rybashlykova²

¹Северо-Кавказский филиал Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Ставропольский край с. Ачикулак

²ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград

¹North Caucasian branch of the Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS, Stavropol Krai, Achikulak

²Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS, Volgograd

В статье представлены исследования по изучению биометрических показателей вегетативных органов стеви (Stevia rebaudiana Bertoni (медовой травы) – растения тропического происхождения – при интродукции в Западном Прикаспии и рациональные пути использования этого растения. Результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований, свидетельствуют об успешной интродукции стеви в новых почвенно-климатических условиях и возможности выращивания ее в плантационной культуре рассадным способом. Выделены и исследованы фенотипы стеви, различающиеся не только по внешним морфологическим признакам, но и по фенологии развития. При разработке технологии выращивания выделены оптимальные схемы размещения растений в плантационных насаждениях стеви. Определена наиболее оптимальная плотность размещения растений при посадке, позволяющая формировать максимальную урожайность фитомассы при плантационном выращивании. Растения стеви лучше растут и обеспечивают значительным урожаем в плантационных насаждениях при размещении 30×20 см. Выявлена и изучена способность к самовозобновлению, позволяющая при высоком термическом потенциале района интродукции в условиях влагообеспеченности, производить два сбора за вегетацию.

The article presents the research on the study of biometric parameters of vegetative organs of stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) – a plant of tropical origin in the introduction in the Western Caspian region and rational ways of using this plant. The results obtained in the course of experimental studies indicate the successful introduction of stevia in new soil and climatic conditions and the possibility of growing it in plantation culture by seedling. The phenotypes of stevia, which differ not only in external morphological features, but also in the phenology of development, were identified and studied. In the development of cultivation technology, the optimal schemes of plant placement in the plantation plantings of stevia were identified. Determined the optimum density of plants at planting, which allows us to generate the maximum yield of biomass in plantation forestry. Stevia plants grow better and provide a significant yield in plantation plantations when placed 30×20 cm. The ability to self-renewal, allowing to produce two collections per vegetation at high thermal potential of the area of introduction in conditions of moisture supply, is revealed and studied.

Ключевые слова: интродукция, адаптация, стевия, фенотип, фенология, плантационное выращивание, фитомасса, фиточай.

Key words: introduction, adaptation, stevia, phenotype, phenology, plantation cultivation, standing crops, herbal tea.

Работа выполнена по теме 05.07.3 «Изучить возможность и оценить перспективу мобилизации ресурсов интродуцентов субтропических культур для использования в фитомелиорации земель Западного Прикаспия»

Введение. Человечество всегда стремилось к здоровому и полноценному образу жизни, основой которого сбалансированное питание. Одним из жизненно необходимых продуктов является простой углевод – сахар, при его избытке в организме происходит перегрузка ферментативной системы, сбой которой приводит к росту таких «заболеваний века», как сахарный диабет, ожирение, гипертония. В начале XX века человек потреблял до 6 г сахаров в день, а в последнее десятилетие до 120 г в сутки. Создание в связи с этим искусственных заменителей сахара (аспаркам, цикломат натрия и др.) не лучшим образом влияют на состояние организма. Проблема замены в рационе питания сахарозы натуральными продуктами растительной природы с очень низкой калорийностью актуальна и в настоящее время [5].

Стевия (*Stevia rebaudiana Bertoni*) – многолетнее кустарниковое растение семейства сложноцветных (астровых). Листья простые с парным расположением. Кусты с 4–8 разветвленными побегами и хорошо развитой корневой системой. Цветки мелкие, белые, собранные в соцветия [3]. Естественный ареал произрастания находится в Южной Америке, за последние полвека стевия стала широко культивироваться в Японии (до 40 % рынка стевии), Китае, Корее, Великобритании, Израиле. В странах СНГ (Молдова, Украина, Узбекистан) культура стевии стала известна с 80-90-х годов прошлого века [1, 2].

Уникальные свойства стевии объяснимы ее составом. В листьях растений содержатся гликозиды стевиозид и ребаудиазид, обладающие сладким вкусом (в чистом виде в 300 раз слаще сахара), но не калорийны и не вредны для здоровья [4, 8]. Стевия содержит различные полезные вещества, минералы, витамины, аминокислоты, эфирные масла и пектины, а также большое количество антиоксидантов [7]. Стевия включена в список ценных лекарственных растений, рекомендованных Минздравом для лечения ожирения, атеросклероза, сахарного диабета, различных нарушений обменных процессов в организме. При этом стевия безопасна и не имеет противопоказаний, кроме индивидуальной непереносимости [6].

Высокий адаптивный потенциал стевии и ценность ее лечебных свойств вызвали большой интерес для исследований по выращиванию ее в условиях Западного Прикаспия.

Цель нашего исследования – разработка экологически безопасной, экономически оправданной технологии возделывания стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) с учетом почвенно-климатических условий региона.

Материалы и методы. Исследования проводили на интродукционном орошаемом участке Ачикулакской НИЛОС с 2012 по 2017 гг. Почвенный покров представлен светло-каштановыми почвами. Для культуры стевии лучше подходят рыхлые аэрируемые почвы (гумусированные пески и супеси), которые занимают в регионе значительную часть площади сельхозугодий. Ввиду того что стевия имеет тропическое происхождение, ее выращивание базировалось по однолетнему циклу рассадным способом. Для закладки опытных объектов на интродукционном участке использовали рассадку стевии, выращенную вегетативно из апикальных побегов в теплицах аграрного универ-

ситета г. Ставрополя. Подготовку почвы для высадки рассады стевии выполняли по обычной технологии, с обязательным внесением органических удобрений (60–80 т/га), весенней перепахкой с доуглублением почвы до 30 см и последующей предпосадочной культивацией почвы (середина мая). Растения высаживали в лунки, глубина которых равнозначна высоте контейнера. Для лучшей приживаемости рассаду регулярно и обильно поливали (до 2-х раз в день) в течение 5-7 дней. После посадки почву в междурядьях в целях подавления сорной растительности и экономии поливной воды мульчировали синтетической черной пленкой, стыкуя ее вдоль высаженных рядков растений, по оси которых укладывали пластиковые трубки оросительной системы для обеспечения лучшего их роста и развития в данных засушливых условиях с поддержанием влажности почвы в пределах 60...70 % ППВ. В процессе роста и развития растений проводили фенологические наблюдения и биометрические учеты. Учет фитомассы проводили поделочно на каждом варианте опыта.

Результаты и обсуждение. Повысить отдачу каждой культуры можно в том случае, если для неё разработана агротехника, важным элементом которой является посев в оптимальные сроки. В ходе исследований установлен оптимальный срок посадки рассады стевии в открытый грунт – конец третьей декады мая – начало июня, при установившемся переходе среднесуточной температуры воздуха в регионе через + 15 °С.

В ходе экспериментальных исследований среди вегетирующих растений выделены разнолистные фенотипы стевии (мелколистные, среднелистные, крупнолистные), для которых характерны разные сроки наступления фаз развития в сезонном онтогенезе и их продолжительность. У мелколистных фенотипов отмечены ранние сроки бутонизации (III декада июля), у среднелистных форм неделю спустя, а у крупнолистных форм начало бутонизации приходится на вторую половину сентября. Свою вегетацию крупнолистные формы заканчивают единичным цветением без семяобразования из-за понижения температуры воздуха в осенний период. По итогам фенологических наблюдений выявлено, что растения мелколистных фенотипов полный цикл в сезонном онтогенезе проходят за 95 дней, среднелистные – 120 дней, а у крупнолистных вегетационный период длится более 150 дней (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Фенологическое развитие разных фенотипов стевии при плантационном выращивании

Фенотип	Фазы вегетации						
	Начало вегетации	Бутонизация		Цветение		Созревание семян	
		начало	массовое	начало	массовое	начало	массовое
Мелколистный	10.06	23.07	05.08	07.08	17.08	16.08	01.09
Сренелистный	10.06	30.07	10.08	14.08	23.08	25.08	18.09
Крупнолистный	10.06	20.09	25.09	-	-	-	-

Для оценки биопродуктивного потенциала растений стевии (урожайность фитомассы) при плантационном выращивании в условиях культурного агрофона с применением капельного орошения на заложенных опытных площадках изучена разная плотность размещения. По результатам исследований установлено значительное преимущество уплотненных посадок 166,66 тыс. шт/га – при схеме размещения 30×20 см. При такой плотности растения стевии формируют кусты с наибольшим числом нарастающих побегов – 34 шт., высотой – 87,0 см.



Рисунок 1 – Стевия на интродукционном участке:
(а) в фазу активной вегетации, (б) цветение

Накопление фитомассы за вегетацию составило 3,54 т/га. Увеличение расстояния между растениями в ряду (30×30 см) снизило урожайность до 3,08 т/га, а увеличение ширины междурядий (60×30 см) позволило получить до 2,44 т/га листовой фитомассы (таблица 2).

Таблица 2 – Биометрические показатели и урожайность стевии
при плантационном выращивании в опытах с разной густотой стояния

Вариант опыта	Биометрическая характеристика растений				Урожайность фитомассы, т/га
	кол-во побегов, шт.	общая длина побегов, см	высота, см	диаметр кроны, см	
Высокая плотность (166,6 тыс. шт./га)	34	998,0	87,0	30	3,54
Средняя (111,1 тыс. шт./га)	32	1026,0	83,0	35	3,08
Низкая (55,5 тыс. шт./га)	33	957,0	80,0	41,0	2,44

Скашивание зеленой фитомассы проводили до начала массового цветения при достижении технологической спелости, когда в листьях достигается максимальное накопление гликозидов, которые придают стевии сладкий вкус. Для мелколистных фенотипов – начало августа, среднелистных – конец первой декады августа, крупнолистных – конец сентября. При несоблюдении сроков уборки фитомассы снижается уровень гликозидов, теряется сладость при употреблении в качестве сахарозаменителя при низкоуглеводной и низкосахарной диете. После основного среза фитомассы на оставшихся побегах высотой 10–15 см в течение 7–10 дней происходило отрастание новых побегов, продолживших свой рост и формирование листовой фитомассы для второго сбора. Биометрические показатели, характеризующие развитие стевии при вегетативном отрастании, уступают по росту и развитию растениям первого среза фитомассы. Как показали исследования, фитопродуктивность второго урожая ниже первого сбора в 2–3 раза (таблица 3).

На станции в течение нескольких лет разрабатывались новые приемы использования стевии в пищевых и оздоровительных целях в виде купажных форм фиточаев с другими лекарственными растениями, выращиваемыми опытной станцией (мята, мелисса, унаби, хурма и др.). На основании проведенных исследований рекомендовано для правильного употребления наиболее оптимальное содержание стевии в БАДах – до 5-10 % от массы фитосбора, ввиду ее высокой сладости. Такое сочетание не только до-

полняет, но и усиливает целебные свойства фитосборов. Листовые сборы стевии, унаби в сочетании с мелиссой можно употреблять больным диабетом, гипертонией как тонизирующее, успокаивающее средство.

Таблица 3 – Биометрические показатели и урожайность фитомассы стевии при вегетативном отращивании

Густота стояния растений	Биометрическая характеристика растений				Урожайность	
	кол-во побегов, шт.	общая длина побегов, см	высота, см	диаметр куста, см	г/м ²	т/га
Высокая (166,6 тыс. шт./га)	25	453,0	50,0	22	122,3	1,22
Средняя (111,1 тыс. шт./га)	22	428,0	53,0	24	82,8	0,83
Низкая (55,5 тыс. шт./га)	23	398,0	34,0	28	47,7	0,49

Здоровый образ жизни приобретает все больше сторонников, и люди стремятся использовать то, что дала сама природа, поэтому нарастающая популяризация стевии определяет ее перспективу как независимой пищевой оздоровительной культуры.

Заключение. Результаты, полученные в ходе проведения исследований, свидетельствуют о высоком адаптационном потенциале стевии в новых почвенно-климатических условиях, позволяющем пополнить ассортимент биоразнообразия культурной флоры Западного Прикаспия. Выращивание стевии в почвенно-климатических условиях Западного Прикаспия возможно однолетней рассадной культурой, так как она прекращает свой рост при снижении температуры до +4 °С. При плантационном выращивании выделены фенотипы стевии, различающиеся не только по размеру и форме листа, но и по наступлению фаз развития и продолжительности. Растения стевии лучше растут и формируют больше фитомассы в плантационных насаждениях при плотном размещении 30×20 см. Немного уступают по урожайности разреженные посадки 30×30 см, 60×30 см. В условиях Западного Прикаспия стевия способна сформировать два урожая фитомассы за сезон. Путем исследований установлена высокая эффективность использования мульчирования почвы с применением синтетического пленочного покрытия (черного цвета). Этот технологический прием позволяет уменьшить расход поливной воды в 1,5-1,8 раз и затраты на уходные работы до 80 %.

Обобщив результаты экспериментальных исследований, важно отметить, что, обладая ценными лечебными и профилактическими свойствами, стевия является перспективной культурой для плантационного выращивания на легких почвах Западного Прикаспия, обладающего достаточным количеством света и тепла в вегетационный период в связи с возрастающим спросом на продукцию, изготовленную на основе этого растения.

Библиографический список

1. Борисова, В. Стевия – сладкая тайна природы [Текст] / В. Борисова // В мире растений. – 2004. – №3. – С. 8.
2. Джабнидзе, Р.Х. Стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni) – перспективная культура для Грузии [Текст] / Р.Х. Джабнидзе // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2014. – № 5. – С. 121-123.
3. Жужжалова, Т.П. Перспективы интродукции стевии (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl.) в условиях умеренного климата [Текст] / Т.П. Жужжалова, Е.О. Колесникова, О.А. Подвигина и др. // Вестник Воронежского аграрного университета. – 2013. – №. – С. 125-129.
4. Исследование стевии для создания диабетических мучных кондитерских изделий [Текст] / И.Б. Красина, Б. Росляков, Н.В. Ходус, А. Осипов // Материалы докладов Первой научной конференции. – Краснодар, 2001. – 19 с.
5. Каландия, А.Г. Стевия – источник экологически чистого подсластителя [Текст] / А.Г. Каландия, М.Р. Ванидзе, С.Г. Папунидзе // Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых: научные труды Международной конференции / Одесская государственная академия пищевых технологий. – Одесса, 2008. – С. 227-228.

6. Ляховкин, А.Г. Стевия – медовая трава. Растение лекарственное и пищевое в вашем доме [Текст] / А.Г. Ляховкин, А.П. Николаев, В.Б. Учитель. – СПб.: Весть, 1996. – С. 6.
7. Садовский, А.О. Гликозиды стевии и наш вкус [Текст] / А.О. Садовский // Химия и жизнь. – 2005. – №4. – С. 14.
8. Щебарскова, З.С. Стевия – ценное лекарственное растение для Нижнего Поволжья [Текст] / З.С. Щебарскова, М.Ю. Пучков, К.В. Исаев // Инновационная наука. – 2018. – №2. – С. 30-33.

Reference

1. Borisova, V Steviya - sladkaya tajna prirody [Tekst] / V. Borisova // V mire rastenij. - 2004. - №3. - P. 8.
2. Dzhabnidze, R. H. Steviya (Stevia rebaudiana Bertoni) - perspektivnaya kul'tura dlya Gruzii [Tekst] / R. H. Dzhabnidze // Sel'skohozyajstvennye nauki i agropromyshlennyj kompleks na rubezhe vekov. - 2014. - № 5. - P. 121-123.
3. Zhuzhzhhalova, T. P. Perspektivy introdukcii stevii (Stevia rebaudiana (Bertoni) Hemsl.) v usloviyah umerennogo klimata [Tekst] / T. P. Zhuzhzhhalova, E. O. Kolesnikova, O. A. Podvigina i dr. // Vestnik Voronezhskogo agrarnogo universiteta. - 2013. - №. - P. 125-129.
4. Issledovanie stevii dlya sozdaniya diabeticheskikh muchnykh konditerskikh izdelij [Tekst] / I. B. Krasina, B. Roslyakov, N. V. Hodus, A. Osipov // Materialy dokladov Pervoj nauchnoj konferencii. - Krasnodar, 2001. - 19 p.
5. Kalandiya, A. G. Steviya - istochnik jekologicheskhi chistogo podslastitelya [Tekst] / A. G. Kalandiya, M. R. Vanidze, S. G. Papunidze // Jekologiya cheloveka i problemy vospitaniya molodyh uchenykh: nauchnye trudy Mezhdunarodnoj konferencii / Odesskaya gosudarstvennaya akademiya pischevyh tehnologij. - Odessa, 2008. - P. 227-228.
6. Lyahovkin, A. G. Steviya - medovaya trava. Rastenie lekarstvennoe i pischevoe v vashem dome [Tekst] / A. G. Lyahovkin, A. P. Nikolaev, V. B. Uchitel'. - SPb.: Vest', 1996. - P. 6.
7. Sadovskij, A. O. Glikozidy stevii i nash vkus [Tekst] / A. O. Sadovskij // Himiya i zhizn'. - 2005. - №4. - P. 14.
8. Schebarskova, Z. S. Steviya - cennoe lekarstvennoe rastenie dlya Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / Z. S. Schebarskova, M. Yu. Puchkov, K. V. Isaev // Innovacionnaya nauka. - 2018. - №2. - P. 30-33.

E-mail: achikylak356890@mail.ru

УДК 631.582

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСАДКОВ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

ENERGY EFFICIENCY OF SEDIMENTS OF VEGETATIONAL PERIOD OF SPRING WHEAT IN THE DRY-FREE ZONE OF THE LOWER VOLGA

В.Ю. Селиванова, научный сотрудник

Д.А. Болдырь, кандидат сельскохозяйственных наук,

старший научный сотрудник

V.U. Selivanova, D. A. Boldyr'

Нижне-Волжский НИИ сельского хозяйства – филиал ФНЦ агроэкологии РАН,

Волгоградская область, Городищенский район,

пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции

Lower Volga Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Scientific Center of agroecology RAS, Volgograd region, Gorodishchensky district, Regional agricultural experimental station

Происходящие в климатической системе процессы глобального потепления у поверхности земли резкие перепады значений климатических характеристик оказывают существенное влияние на выбор способа посева и обработки почвы, способных запасать и усваивать влагу в почве. Представлены результаты энергоэффективности осадков, усвоенных за вегетационный период яровой пшеницы, выращиваемой в 4-хпольном севообороте. Различные обработки по-разному действуют

на усвоение осадков, а использование прямого посева на вариантах дает лучшие результаты в сравнении с контрольным классическим вариантом. Задача наших исследований – подобрать способы обработки почвы, которые позволяют не только снизить потери влаги, но и накапливать влагу.

The processes of global warming taking place in the climate system near the earth's surface, sharp changes in the values of climatic characteristics have a significant impact on the choice of the method of sowing and tillage that can store and absorb moisture in the soil. The paper presents the results of energy efficiency of precipitation of spring wheat grown in 4-hpole crop rotation absorbed during the growing season. Different treatments have different effects on the assimilation of precipitation, and the use of direct seeding on options gives better results than the control of the classic version. The objectives of our research are to find soil treatment, which can not only reduce moisture loss and accumulate.

Ключевые слова: атмосферные осадки, расход влаги, яровая пшеница, основные обработки почвы, почвенная влага, энергетическая эффективность, урожайность.

Key words: atmospheric precipitation, moisture consumption, spring wheat, basic soil cultivation, soil moisture, energy efficiency, productivity.

Введение. Современные агротехнологии интегрированы в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений, т.е. являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия [4]. Важными мероприятиями, направленными на повышение эффективности использования осадков, являются снегозадержание с помощью стерни и мульчирование поверхности почвы [1, 7].

При возделывании сельскохозяйственных культур необходимо учитывать агрономически обоснованное чередование культур в севообороте [6].

Успех высоких урожаев в сухостепной зоне во многом зависит от климатических особенностей региона. В целях адаптации к изменениям климата следует тщательно продумывать все стадии работ при выращивании сельскохозяйственных культур, подбору необходимой техники и выбору технологических обработок, направленных на сохранение влажности и продуктивности почвы [3, 13]. Смена засушливых дней влажными в летний период вызывает значительную изменчивость валового сбора сельскохозяйственной продукции, т.е. именно погода во многом определяет агротехнику (сроки посева, нормы высева, глубину заделки семян и т.д.): с изменением метеорологических условий должна меняться и агротехника [11, 14].

Нижнее Поволжье – зона недостаточного увлажнения, осадки вегетационного периода составляют 30-50 % от годовых, и те аккумулируются почвой всего на 25-40 %. Потери в сухостепной зоне составляют 80-120 мм, что равносильно потере от урожая 0,8-1,2 т/га зерна [12].

Большое количество влаги теряется на сток и физическое испарение, что говорит о зависимости от степени плотности почвы, ее начальной влажности и температуры [10]. При неправильной обработке почвы снижается водопроницаемость и, как следствие, снижается пропускная способность почвы [2, 8].

Материалы и методы. Опыты проводились на полях НВНИИСХ, где почва опытного участка светло-каштановая с содержанием гумуса в пахотном слое 1,74 %, общего азота и фосфора 0,12 % и 0,11 % соответственно.

По классификации Качинского, почва по механическому составу – иловато-крупнопылеватый тяжелый суглинок: содержит 49,3 % физического песка и 50,7 % физической глины. Реакция почвенного раствора в пахотном слое – рН-8,1. Почвы щелочные по своему составу.

Изучение проблемы минимализации основной и предпосевной обработки почвы в севообороте проводилась в стационарном опыте. Яровая пшеница возделывалась в 4-хпольном севообороте с применением основной обработки почв. Представлены два варианта обработки почвы под посев яровой пшеницы: **контроль** – возделывание яровой

пшеницы по классической технологии и посев сеялкой СЗ-3,6 (диски) и **вариант 2** – с отказом от основных обработок после уборки предшественника озимая пшеница и оставление стерни на поле, посев яровой пшеницы сеялкой прямого сева по стерне Омичка СЗС-2,1 (анкерный сошник). В опыте изучались следующие виды основных обработок почвы: отвальная на глубину 25-27 см плугом ПН-4-35, безотвальная на глубину 20-22 см орудием «Ранчо», поверхностная на глубину 6-8 см орудием БДМ-3. Эти варианты обработок почвы с наложенным на них 4-хпольным севооборотом с двумя способами сева яровой пшеницы и поставлены на изучение. Учеты и наблюдения проводились согласно «Рекомендациям по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте» [5, 9].

Результаты и обсуждение. Метеоусловия изучаемых лет складывались по-разному (таблица 1).

Таблица 1 – Осадки и температура вегетационного периода
2015-2017 гг. (всего за месяц), мм

Год	Май		Июнь		Июль	
	осадки, мм	сумма по- лож. t., °C	осадки, мм	сумма по- лож. t., °C	осадки, мм	сумма по- лож. t., °C
2015	58,5	558,8	38,0	737,2	14,3	797,0
2016	90,2	550,5	17,7	699,6	106,8	810,7
2017	28,6	513,7	53,8	643,3	1,3	795,8

Вегетационный период яровых культур в 2015 г. (май-июнь) можно охарактеризовать как засушливый. За это время выпало 105,7 мм осадков. Сумма положительных температур равнялась 1157 °C. ГТК составил 0,7. Однако засуха, следующая после майских осадков вплоть до уборки, а также высокие температуры в самые важные фазы роста и развития не позволили получить хорошего урожая. 2016 год можно охарактеризовать как благоприятный, с осадками за вегетацию 132,1 мм. Сумма положительных температур равнялась 1230°C. ГТК равен 0,87. Промачивание почвы было от 85 до 105 см. Благоприятный температурный режим и хорошая влагообеспеченность верхних горизонтов позволили получить равномерные, дружные всходы всех яровых культур. Высокий урожай обусловлен тем, что в период трубкования яровой пшеницы выпало максимальное количество осадков, необходимых для роста и развития именно в этот период, а в фазу созревания наблюдалась умеренная температура, что позволило сформировать зерновки. Метеоусловия 2017 г. были следующие: осадков – 83,4 мм, сумма положительных температур – 1528 °C, ГТК-0,6. Стоит отменить неравномерность выпадения осадков за вегетацию яровой пшеницы, почвенная и воздушная засуха способствовала пересушиванию верхнего продуктивного слоя почвы, что привело к нехватке влаги в почве и отрицательно сказалось на урожайности и качестве яровой пшеницы.

Самое высокое накопление влаги (рисунок 1) наблюдается на стерневых вариантах поля, под посев яровой пшеницы, где все изучаемые варианты подошли к моменту посева пшеницы с более значительным содержанием запасов продуктивной влаги.

При этом, если сравнивать основные обработки почвы, наибольшую накопительную способность показывает глубокая безотвальная обработка по сравнению с отвальной и поверхностной. Причем, чем засушливее год, тем больше проявляется влагонакопительная способность безотвальной обработки. В 2015 году запасы влаги в слое 0-30 см были больше на контрольном варианте, и разница составляла на отвальной 6,3 мм, на поверхностной обработке – 9,8 мм. Однако по безотвальному фону замечено небольшое преимущество варианта 2, и разница с контрольным в слое 0-30 см составила 0,5 мм. В метровом слое разница по вариантам составляет: отвальная обработка – 10 мм (преимущество контроль), безотвальная обработка – 1,8 мм (в пользу варианта 2) и поверхностная обработка – 26,3 мм (преимущество контроль).

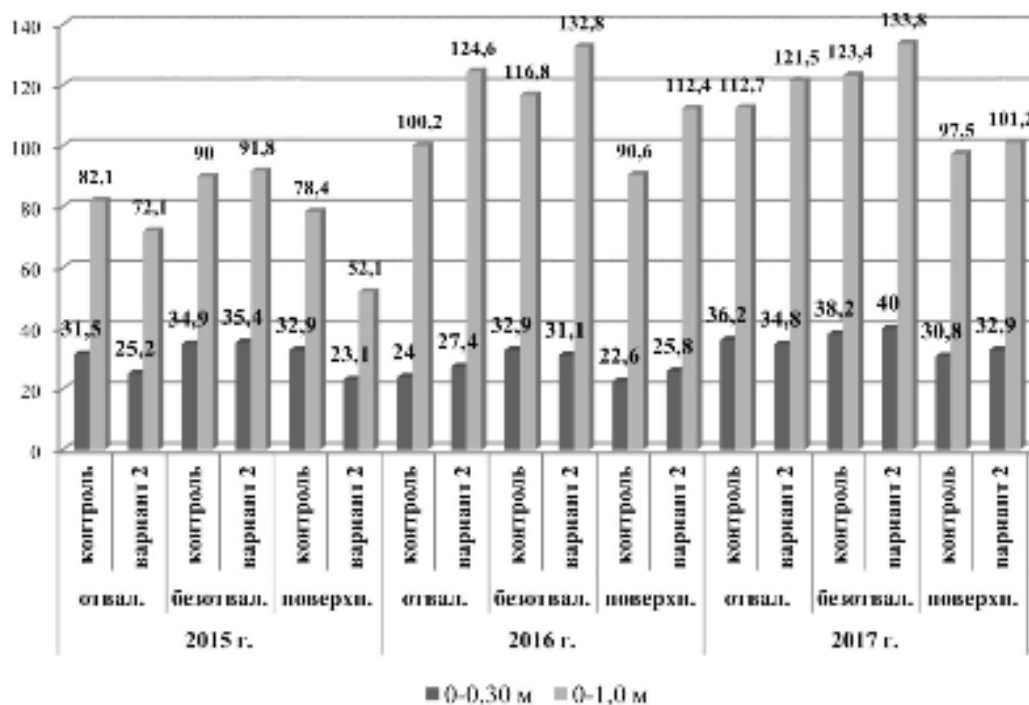


Рисунок 1 – Запасы продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы по всем вариантам за 2015-2017 гг., мм

В 2016 и 2017 годах ситуация по запасам влаги на отвальном и поверхностном фонах абсолютно противоположна 2015 году. Явно наблюдается преимущество варианта 2 на всех видах обработок почвы, которое составляет в среднем в 14,2 мм слое в 0-100 см. Стоит отметить, что в 2016 году разница во влажности между контрольным и вариантом без обработки под яровую пшеницу значительно выше, чем в 2017 году.

Для анализа уплотнения почвы используются оценочные критерии: при плотности $1,15 \text{ г/см}^3$ и менее почва считается рыхлой, $1,15-1,35 \text{ г/см}^3$ – плотной, выше $1,35 \text{ г/см}^3$ – очень плотной. Основная обработка почвы под зерновые культуры должна обеспечивать для них плотность сложения $1,05-1,25 \text{ г/см}^3$, а при её повышении происходит снижение продуктивности культур.

Наши наблюдения по всем вариантам основной обработки почвы показали невыравненность плотности по слоям. Верхний слой почвы был менее плотным по сравнению с нижележащими. Наибольшее уплотнение с увеличением глубины происходило по поверхностной обработке почвы и на варианте, где она не проводилась, причем более плотной она была в посевах яровой пшеницы.

Если сравнивать вариант без обработки почв, то на нем плотность была несколько выше, чем на варианте с основными обработками, но тем не менее она не превышала оценочный критерий по уплотненности.

Таблица 2 – Динамика агрегатного состава почвы, 2015-2017 гг., мм

Диаметр агрегатов, мм		Отвальная		Безотвальная		Поверхностная	
		контроль	вариант 2	контроль	вариант 2	контроль	вариант 2
10	Весна	3,47	3,28	1,71	2,7	0,96	1,53
	Осень	0,21	0,42	0	0,87	0,69	0,75
0,5-0,25	Весна	18,06	18,76	17,03	18,37	19,44	24,14
	Осень	15,81	15,76	14,56	15,91	13,74	17,41
0,25	Весна	16,17	22,0	18,42	21,28	19,59	20,57
	Осень	30,7	25,39	21,65	24,25	19,96	18,72

В таблице 2 видно, что за время весенне-летней вегетации происходит разрушение агрономически-полезных агрегатов почвы (0,5-0,25 мм) до пылевого состояния ($\geq 0,25$ мм).

Разрушение самой крупной фракции (≤ 10) происходило на всех обработках по-разному: на отвальной с 3,47 до 0,21 мм (93 %) (контроль) и с 3,28 до 0,42 мм (87 %) (вариант 2); на безотвальном фоне – 100 % разрушение на контроле и 68 % (с 2,7 до 0,87 мм) на варианте 2; на поверхностной – разрушение с 0,96 до 0,69 мм (28 %) (контроль) и 1,53-0,75 (51 %) (вариант 2).

Следует отметить, что поверхностная обработка ведет себя немного иначе, чем отвальная и безотвальная. Под влиянием прямого посева сеялкой Омичка происходит разрушение крупных агрегатов больше в 2 раза, чем с посевом СЗ- 3,6, но разрушение на 43 % меньше, чем на отвальной обработке и на 39 % меньше безотвальной.

Урожайность яровой пшеницы, полученной в 2015-2017 гг., представлена на рисунке 2.

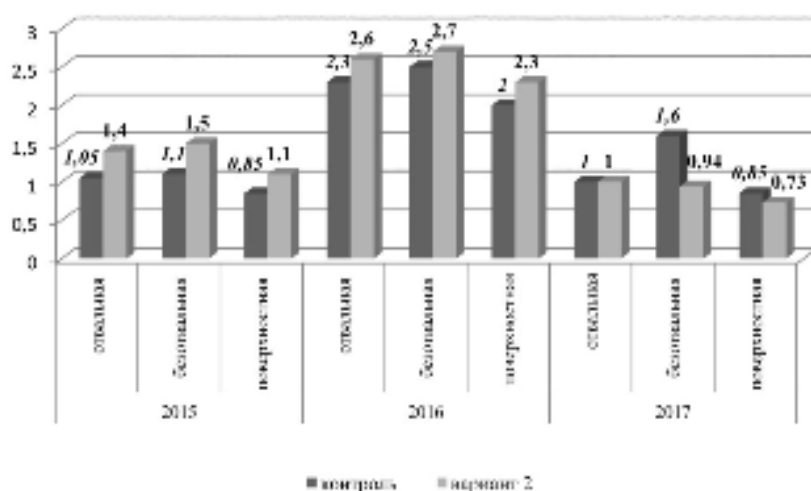


Рисунок 2 – Урожайность яровой пшеницы по различным обработкам и способам сева, т/га

Замечено, что в 2015 и 2016 гг. урожайность яровой пшеницы по прямому севу сеялкой СЗС-2,1 (ОМИЧКА) заметно выше, чем при классическом возделывании. В 2017 году, наоборот, преимущество было за классической технологией, что обусловлено резкой воздушной и почвенной засухой, которая не позволила прямому посеву доказать свое превосходство, и поэтому урожайность на отвальном фоне была одинаковой – 1 т/га. А вот на безотвальном фоне выше на 0,66 т/га и поверхностном фоне на 0,12 т/га, чем урожайность с сеялкой СЗС-2,1.

Эффективность использования атмосферных осадков и их влияние на полученную урожайность можно рассчитать посредством энергетической оценки с учетом выпадающих осадков за вегетацию.

Согласно расчетам, на формирование одной тонны зерна яровой пшеницы расходуется от 48,9 до 114,2 мм по различным вариантам в разные годы, в том числе на испарение. Так как данный показатель напрямую зависит от урожайности, то разница по годам повторяется с данными рисунка 3.

Самой затратной в плане осадков проявила себя поверхностная обработка. Самой экономичной – безотвальная обработка, с показателями от 48,9 мм в 2016 году и до 88,7 мм в 2017 г. по прямому посеву. Отвальная обработка остается в срединных показателях 50,8 мм – 83,4 мм.

Это обусловлено тем, что безотвальная обработка с наложенным на нее прямым посевом позволяет создать благоприятные условия для поглощения осадков и сохранения почвенной влаги.

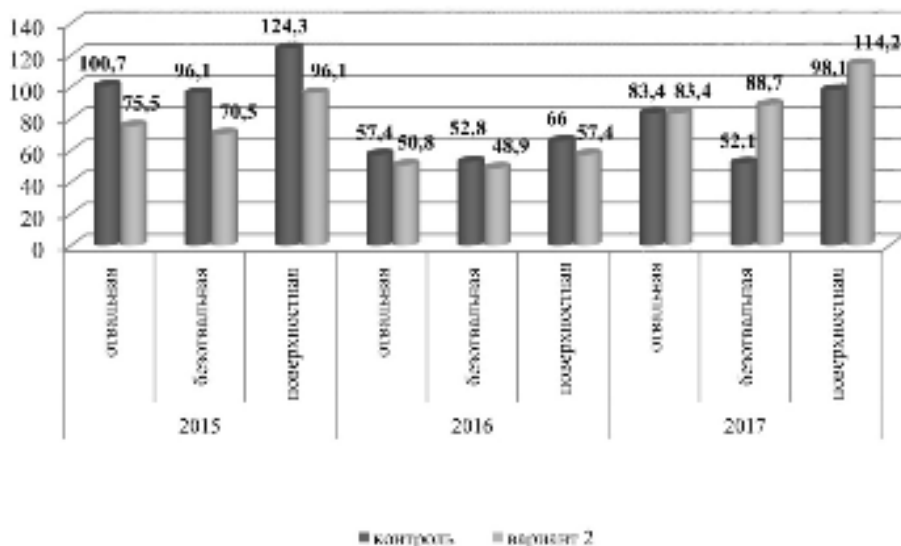


Рисунок 3 – Расход влаги осадков на 1 т зерна в зависимости от сеялки и способа обработки почвы, мм

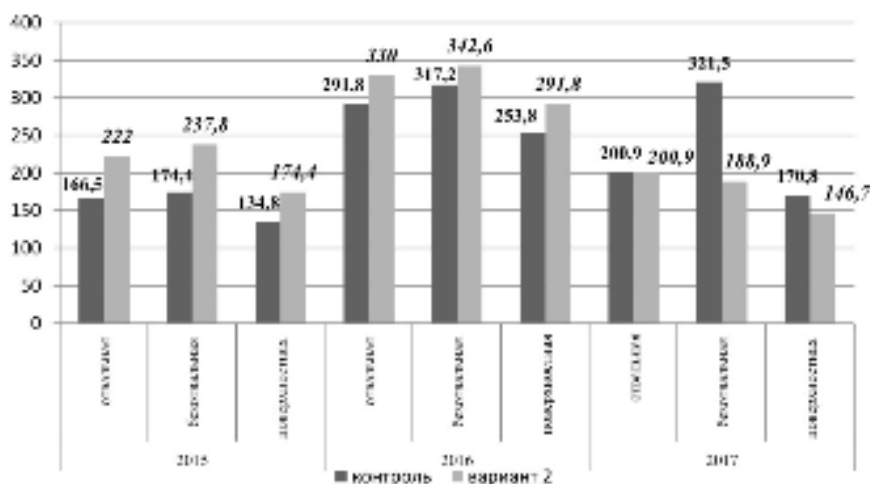


Рисунок 4 – Продуктивность осадков в посевах яровой пшеницы в зависимости от вида сеялки и способа обработки почвы, Мдж/мм

На рисунке 4 видно, что применение прямого посева на безотвальном фоне для яровой пшеницы увеличило выход энергии на 63,4 Мдж/мм в 2015 году, на 25,4 Мдж/мм в 2016. 2017 год напротив на 132,6 Мдж/мм энергии накоплено при классической технологии на безотвальном фоне. В 2015-2016 годах преимущество в накоплении энергии на отвальной и поверхностной обработке при прямом посеве в среднем на 20-23 %. 2017 год показал, что на отвальном фоне показатель одинаковый, а на поверхностной обработке при классической технологии увеличился выход энергии на 16 %.

Заключение. На основании полученных данных, эффективное использование атмосферных осадков происходит при посеве яровой пшеницы на безотвальном фоне при условии прямого посева. Нецелесообразно применение отвальной и поверхностной обработок, которое снижает все показатели. Доказано, что безотвальная обработка способствует улучшению структурности почвы, помогает накопить большее количество

атмосферных осадков, препятствует испарению влаги, способна рационально распределять продуктивную влагу по слоям. Это способствует получению более высоких урожаев яровой пшеницы по отношению к другим обработкам почвы.

Библиографический список

1. Ашабоков, Б.А. О проблеме адаптации сельского хозяйства к изменениям климата [Текст]/ Б.А. Ашабоков, Р.М. Бисчоков, Э.К. Байдаев // Журнал прикладной и промышленной математики. – 2005. – № 4. – С. 20-42.
2. Андриевская, Л.П. Влияние основной обработки светло-каштановых солонцеватых почв на усвоение осадков [Текст] /Л.П.Андриевская, Н.Н.Бородин // Научно-агрономический журнал. – 2016. – С. 37-39.
3. Балакшина В.И. Влияние биогенных и антропогенных факторов на урожайность ячменя в сухостепной зоне Волгоградской области [Текст]/ В.И. Балакшина// Научно-агрономический журнал. – 2016. – №1. – С. 46-49.
4. Беляков, А.М. Региональная адаптивно-ландшафтная система земледелия Нижнего Поволжья [Текст] / А.М. Беляков, А.В. Солонкин и др. – Волгоград: Принт, 2012 – С. 22-24.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропроимздат, 1985. – С. 315.
6. Зеленев, А.В. Экономическая эффективность возделывания зерновых культур в биологизированных севооборотах в Нижнем Поволжье [Текст] / А.В. Зеленев, И.П. Зеленева, Е.В. Семинченко //Научно-агрономический. – 2017. – №1. – С. 4-6.
7. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы [Текст]/ В.Г. Лошаков. – М.: ВНИИА, 2012. – С. 171.
8. Плещачев, Ю.Н. Использование «Ранчо» при использовании ячменя [Текст] / Ю.Н. Плещачев, И.Б. Борисенко и др.// Научно-агрономический журнал. – 2012. – №2. – С. 30.
9. Смирнов, Б.М. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте [Текст]/ Смирнов Б.М. и др. – Саратов, 1973. – С. 200-209.
10. Сухов, А.Н. Агрофизические показатели светло-каштановых почв и их регулирование приемами основной обработки почвы [Текст] / А.Н. Сухов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – №1. – С. 72-78.
11. Тагиров, М.Ш. Влияние способов основной обработки на водно-физические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы [Текст]/ М.Ш.Тагиров, Р.С.Шакиров, И.Г. Гиляев // Земледелие. – 2015. – №8. – С. 20-21.
12. Тютюма, Н.В. Методика оптимизации полевых севооборотов зерновой специализации и структура использования пашни в агроландшафтах Нижнего Поволжья [Текст] / Н.В. Тютюма, В.А. Федорова, Е.А. Зенина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №1. – С. 64-71.
13. Удалов, А.В. Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства [Текст] : учеб. пособие / А.В. Удалов, А.П. Авдиенко, А.М. Струк. – п. Персиановский: ФГОУ ВПО «Донской ГАУ», 2008. – С. 108.
14. Черкасов, Г.Н. Основные направления экологизации земледелия [Текст] / Г.Н Черкасов // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10-12 сентября 2014 года. – Курск, 2014. – С. 3-6.

Reference

1. Ashabokov, B. A. O probleme adaptacii sel'skogo hozyajstva k izmeneniyam klimata [Tekst]/ B. A. Ashabokov, R. M. Bischokov, Je. K. Bajdaev // Zhurnal prikladnoj i promyshlennoj matematiki. - 2005. - № 4. - P. 20-42.
2. Andrievskaya, L. P. Vliyanie osnovnoj obrabotki svetlo-kashtanovykh soloncevatykh pochv na usvoenie osadkov [Tekst] /L. P. Andrievskaya, N. N. Borodina // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. - 2016. - P. 37-39.
3. Balakshina V. I. Vliyanie biogennykh i antropogennykh faktorov na urozhajnost' yachmenya v suhostepnoj zone Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ V. I. Balakshina// Nauchno-agronomicheskij zhurnal. - 2016. - №1. - P. 46-49.

4. Belyakov, A. M. Regional'naya adaptivno-landshaftnaya sistema zemledeliya Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. M. Belyakov, A. V. Solonkin i dr. – Volgograd: Print, 2012 - P. 22-24.
5. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Tekst] / B. A. Dospheov. - M.: Agropromizdat, 1985. - P. 315.
6. Zelenev, A. V. Jekonomicheskaya jeffektivnost' vozdeystviya zernovykh kul'tur v biologizirovannykh sevooborotakh v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] / A. V. Zelenev, I. P. Zeleneva, E. V. Semichenko // Nauchno-agronomicheskij. - 2017. - №1. - P. 4-6.
7. Loshakov, V. G. Sevooborot i plodorodie pochvy [Tekst] / V. G. Loshakov. - M.: VNIIA, 2012. - P. 171.
8. Pleskachev, Yu. N. Ispol'zovanie "Rancho" pri ispol'zovanii yachmenya [Tekst] / Yu. N. Pleskachev, I. B. Borisenko i dr. // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. - 2012. - №2. - P. 30.
9. Smirnov, B. M. Rekomendacii po metodike provedeniya nablyudenij i issledovaniy v polevom opyte [Tekst] / Smirnov B. M. i dr. - Saratov, 1973. - P. 200-209.
10. Suhov, A. N. Agrofizicheskie pokazateli svetlo-kashtanovykh pochv i ih regulirovanie priemami osnovnoj obrabotki pochvy [Tekst] / A. N. Suhov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - №1. - P. 72-78.
11. Tagirov, M. Sh. Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki na vodno-fizicheskie pokazateli pochvy i produktivnost' yarovoj psheicy [Tekst] / M. Sh. Tagirov, R. S. Shakirov, I. G. Gilaev // Zemledelie. - 2015. - №8. - P. 20-21.
12. Tyutyuma, N. V. Metodika optimizacii polevykh sevooborotov zernovoj specializacii i struktura ispol'zovaniya pashni v agrolandshaftah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / N. V. Tyutyuma, V. A. Fedorova, E. A. Zenina // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №1. - P. 64-71.
13. Udalov, A. V. Osnovy bioenergeticheskoy ocenki proizvodstva produkcii rastenievodstva [Tekst] : ucheb. posobie / A. V. Udalov, A. P. Avdienko, A. M. Struk. - p. Persianovskij: FGOU VPO "Donskoj GAU", 2008. - P. 108.
14. Cherkasov, G. N. Osnovnye napravleniya jekologizacii zemledeliya [Tekst] / G. N. Cherkasov // Sbornik dokladov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii GNU VNIIZiPJe, 10-12 sentyabrya 2014 goda. - Kursk, 2014. - P. 3-6.

E-mail: nwniish@mail.ru.

УДК 528.7

**ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ
НА ОСНОВЕ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЦИФРОВОЙ АЭРОСЪЕМКИ**

**ASSESSMENT OF FOREST PLANTATIONS IN THE VOLGA-AKHTUBA
FLOODPLAIN ON THE BASIS OF PHOTOGRAMMETRIC PROCESSING
OF DIGITAL AERIAL**

Д.К. Вогель, аспирант

В.Г. Юфевев доктор сельскохозяйственных наук

D. K. Vogel', V.G. Yuferev

*ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград*

*FSBSI «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences», Volgograd*

В статье приведена разработанная методика и технология фотограмметрической обработки данных аэрофотосъемки со сверхлегкого беспилотного летательного аппарата для создания модели высоты лесного насаждения, основанная на определении высоты рельефа и абсолютной высоты местности. Приведены результаты применения методических предложений для разработки цифровых моделей местности по аэрофотоснимкам, определены параметры обработки снимков, проведено моделирование по облаку точек и приведены результаты фотограмметрической обработки снимков. Определены методические приемы фотограмметрической об-

работки данных для создания модели высот лесного насаждения. При этом данные о рельефе местности под сомкнувшимися кронами деревьев и кустарников можно получить в период отсутствия листвы. Объект исследований – участок Волго-Ахтубинской поймы. Аэрофотоснимки и координаты опорных точек были обработаны в программе Agisoft Photoscan. На этапе построения плотного облака точек был выбран способ расчёта с минимальным учётом мелких деталей, что дало возможность практически не учитывать ветви деревьев и кустарников. В результате было построено плотное облако точек, где на месте деревьев и кустарников были отображены только точки стволов и отдельные точки крон. Плотное облако точек было классифицировано по элементам рельефа и элементам растительности. По полученным данным на основе точек класса рельеф была построена цифровая модель рельефа. Использование фотограмметрической обработки данных позволяет осуществлять анализ изменений важных таксационных характеристик, в том числе текущего и среднего прироста высоты насаждения, с использованием периодической съёмки. Цифровая модель высот древостоя лесного насаждения и полученный на её основе ортофотоплан могут быть использованы для проведения инвентаризации и картографирования лесных насаждений.

The article describes the developed technique and technology of photogrammetric data processing for aerial photography from an ultra-light unmanned aerial vehicle to create a model of the height of a forest stand based on determining the height of the relief and the absolute altitude of the terrain. The results of the application of methodological proposals for the development of digital terrain models on aerial photographs are given, the parameters of image processing are determined, the simulation on the cloud of points is made and the results of photogrammetric processing of the photographs are given. Methods of photogrammetric data processing for creation of model of heights of forest plantations are determined. In this case, data on the terrain under the closed canopy of trees and shrubs can be obtained in the absence of foliage. The object of research is a area of the Volga-Akhtuba floodplain. Aerial photographs and coordinates of the control points were processed in the program Agisoft Photoscan. At the stage of construction of a dense cloud of points, the method of calculation was chosen with minimal consideration of small details, which made it possible to practically ignore the branches of trees and shrubs. As a result, a dense cloud of points was built, where only the points of the trunks and individual points of the crowns were displayed on the place of trees and shrubs. A dense cloud of points was classified according to relief elements and vegetation elements. According to the received data, based on the relief class points, a digital relief model was built. the use of photogrammetric data processing allows analysis of changes in important taxation characteristics, including current and average growth of plantation height, using periodic surveys. The digital model of forest stand heights and the orthophoto obtained on its basis can be used for inventorying and mapping forest plantations.

Ключевые слова: фотограмметрия, цифровая модель, лесное насаждение; высота, рельеф, древесная и кустарниковая растительность, облако точек.

Key words: photogrammetry, digital model, forest plantation; height, relief, woody and shrubby vegetation, a cloud of dots.

Введение. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – это комплекс, состоящий из летательного аппарата без экипажа с возможностью программирования полёта и наземной системой управления. В настоящее время БПЛА используются во всевозможных сферах человеческой деятельности. Сверхлёгкий БПЛА с цифровой видеокамерой на борту уже сейчас является незаменимым инструментом в сфере градостроительства, сельского хозяйства и экологического мониторинга [6]. Наряду с этим, растёт использование БПЛА с целью реконструкции трёхмерных моделей с помощью комплексного применения фотограмметрии на основе цифровых снимков.

Использование сверхлёгких БПЛА позволяет производить съёмку с низкой высоты, что в свою очередь даёт возможность трёхмерной реконструкции крон древостоя. Измерение высоты древостоя представляет большой интерес для оценки запаса, биопродуктивности лесных экосистем и их состояния.

Материалы и методы. При реконструкции трёхмерных моделей древесной и кустарниковой растительности с помощью фотограмметрической обработки снимков с БПЛА важно учитывать, что модель высоты лесного насаждения будет построена исключительно на основе видимых на снимках частей того или иного растения. В результате при таком способе построения цифровой модели мы получаем данные только для построения цифровой модели местности (ЦММ). Это обстоятельство можно не учитывать при съёмке древесной и кустарниковой растительности на местности, где рельеф исследуемой территории слабо расчленен эрозионной сетью, так как для построения цифровой модели рельефа (ЦМР) вполне достаточно иметь несколько опорных точек на местности и тех фрагментов рельефа, которые так или иначе будут запечатлены на аэрофотоснимках [1-3]. Для реконструкции трёхмерной модели древесной и кустарниковой растительности Волго-Ахтубинской поймы необходимы исходные данные о рельефе, так как основная доля деревьев и кустарников располагается по гривам вдоль берега ериков и вокруг озёр [8].

При использовании методов фотограмметрической обработки аэрофотоснимков для построения цифровой модели местности (рисунок 1) данные о рельефе местности под сомкнувшимися кронами деревьев и кустарников можно получить только под лиственными породами в период отсутствия листвы [9-11].

Это обусловлено тем, что при обработке аэрофотоснимков на этапе построения плотного облака точек имеется возможность понизить детальность снимков. Этот прием применяется для того, чтобы при расчёте плотного облака точек не учитывать ветви деревьев и кустарников.

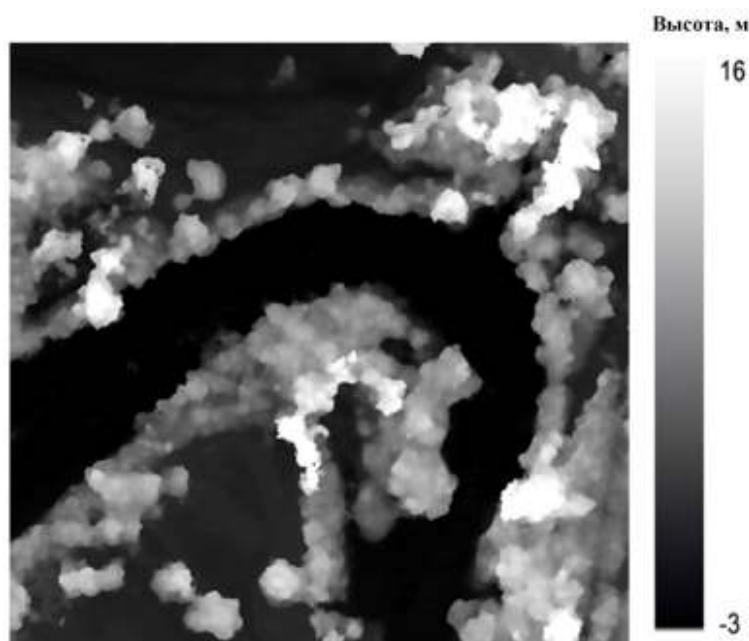


Рисунок 1 – Визуализация цифровой модели местности

Для создания модели высоты лесного насаждения на основе аэрофотосъёмки [4, 5, 7] древесной и кустарниковой растительности Волго-Ахтубинской поймы и последующей фотограмметрической обработки результатов работа была разделена на три основных этапа:

1. Плановая аэрофотосъёмка местности после схода снега в период отсутствия листвы у деревьев и кустарников и построение ЦМР.

2. Построение цифровой модели высоты лесного насаждения.

3. Определение высоты лесного насаждения относительно рельефа.

Результаты и обсуждение. Объект исследований участок Волго-Ахтубинской поймы с координатами центра $48^{\circ} 34' 40''$ с.ш., $44^{\circ} 56' 15''$ в.д. расположен вблизи населенного пункта Таловый. Для выполнения первого этапа съёмки исследуемой территории было сформировано полётное задание с параметрами, позволяющими наиболее точно построить рельеф местности.

Съёмка была произведена в конце марта 2018 г. до вегетационного периода и после схода снежного покрова. Для получения более точных результатов по исследуемой территории были размещены опорные точки и получены их координаты. Аэрофотоснимки и координаты опорных точек были обработаны в программе Agisoft Photoscan.

На этапе построения плотного облака точек был выбран способ расчёта с минимальным учётом мелких деталей, что дало возможность практически не учитывать ветви деревьев и кустарников. В результате было построено плотное облако точек, где на месте деревьев и кустарников были отображены только точки стволов и отдельные точки крон. Плотное облако точек было классифицировано по элементам рельефа и элементам растительности. По полученным данным была построена ЦМР на основе точек класса рельеф.

Исходные данные для второго этапа были взяты по результатам съёмки в июле 2017 г. В это время была проведена аэрофотосъёмка исследуемой территории и уточнены координаты опорных точек. На этапе построения плотного облака точек были проведены настройки, которые позволили получить максимальную детализацию формы крон деревьев и кустарников. Это плотное облако точек, как и на первом этапе, было классифицировано на точки рельефа и на точки растительности. В результате обработки были получены цифровая модель рельефа исследуемой территории и цифровая модель древесной и кустарниковой растительности (рисунки 2, 3).

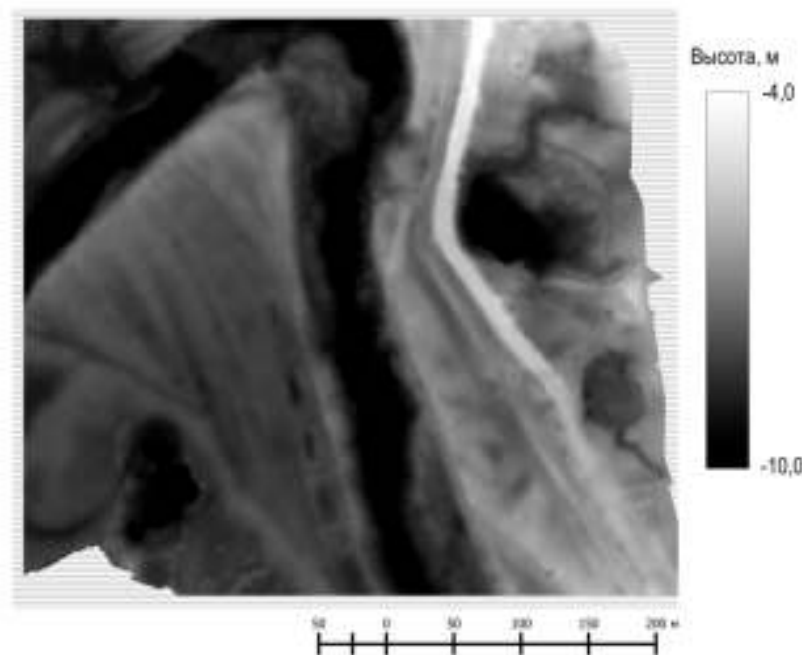


Рисунок 2 – Визуализация цифровой модели рельефа

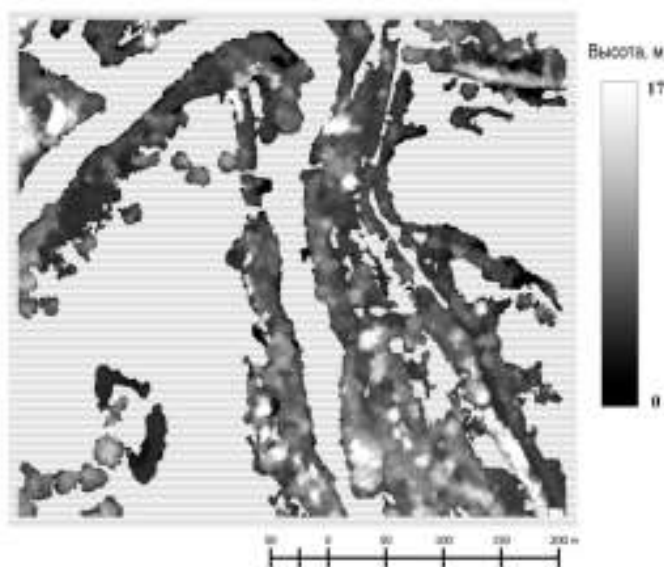


Рисунок 3 – Визуализация цифровой модели высоты деревьев и кустарников

На третьем этапе для определения высоты лесного насаждения относительно рельефа обе модели были обработаны с использованием геоинформационного комплекса «Спутник». Для повышения точности были использованы опорные точки с записанными координатами. В ГИС «Спутник» предусмотрена возможность вычисления разности объёмов и высот между поверхностями. В результате были вычислены высоты рельефа поверхности и высоты древесной растительности и построена трехмерная модель местности тестового участка (рисунок 4) и профиль рельефа и крон деревьев (рисунок 5).



Рисунок 4 – Визуализация трехмерной модели тестового участка с плоскостью профиля

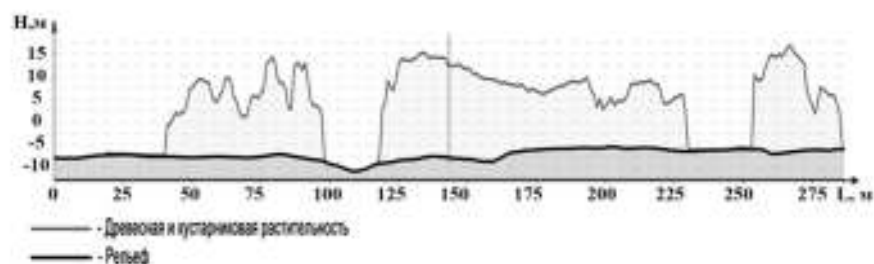


Рисунок 5 – Профиль рельефа и крон деревьев, построенный на основе совмещенного облака точек

В результате исследований установлено, что фотограмметрические методы могут быть использованы для геоинформационного картографирования лесных насаждений и с учётом быстрого роста технологических возможностей имеют большой потенциал для увеличения точности работ.

Основные характеристики лесных насаждений, которые можно получить с использованием модели: минимальная, средняя и максимальная высота древесных и кустарниковых пород в древостое; полнота лесного насаждения; количество деревьев в насаждении; текущий и средний прирост высоты насаждения (с использованием периодической съёмки).

Заключение. Таким образом, применение фотограмметрического рабочего процесса для создания модели высот лесного насаждения позволяет осуществлять анализ изменений важных таксационных характеристик. Цифровая модель высот древостоя лесного насаждения и полученный на её основе ортофотоплан могут быть использованы для проведения инвентаризации и картографирования лесных насаждений. Использование цифровых аэрофотоснимков, получаемых при помощи беспилотных летательных аппаратов, для разработки цифровых моделей ландшафтов и их фотограмметрические исследования является доступным и достоверным методом выявления характеристик лесных насаждений.

Библиографический список

1. Аковецкий, В.И. Дешифрирование снимков [Текст] / В.И. Аковецкий. – М.: Недра, 1983. – 120 с.
2. Бахтинова, Е.В. Применение крупномасштабных аэрофотоснимков при инвентаризации рекреационных лесов [Текст] / Е.В. Бахтинова, Н.Г. Федоров // Лесное хозяйство. – 1987. – № 2. – С. 51-52.
3. Боровиков, К.З. Инвентаризация защитных насаждений с помощью аэро- и космических снимков [Текст] / К.З. Боровиков, В.В. Сидоренко // Геодезия, аэрофотосъемка, картография. Экспресс-информация. – 1987. – № 3. – С. 27-28.
4. Дмитриев, И.Д. Лесная авиация и аэрофотосъемка [Текст] / И.Д. Дмитриев, В.С. Мураханов, В.И. Сухов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 366 с.
5. Оценка информативности космических фотоснимков высокого разрешения для инвентаризации лесов [Текст] / В.И. Сухих, В.М. Жирин, Т.А. Зиёмелис и др. // Исследования Земли из космоса. – 1996. – № 2. – С. 45-56.
6. Применение сверхлёгких БПЛА для задач анализа и мониторинга в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://pb-ur.ru/wp-content/uploads/2016/12/AGRODRON-s.pdf>.
7. Самойлович, Г.Г. Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве [Текст] / Г.Г. Самойлович. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1953. – 476 с.
8. Юферев, В.Г. Ретроспективный анализ деградации лесов Волго-Ахтубинской поймы [Текст] / В.Г. Юферев, Н.Н. Таранов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (43). – С. 66-71.
9. Heusden, W.V. Monitoring changes in heathland vegetation using sequential aerial photographs [Текст] / W.V. Heusden // ITC.Journal. – 1983. – № 2. – P. 160-165.
10. Kulik, K.N. Aerial and Satellite methods of research in agrosilvicultural amelioration [Текст] / K.N. Kulik // The Third international Windbreaks and Agroforestry symposium proceedings. – Ridge Toun College, Canada, 1991. – P. 55-59.
11. Pernar, R. Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orthophotos [Текст] / R. Pernar, D. Klobucar // Annales experimentis silvarum culturae provehendis. – Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis. – 2003. – V. 40 – P. 81-111.

Reference

1. Akoveckij, V. I. Deshifirovanie snimkov [Tekst] / V. I. Akoveckij. - M.: Nedra, 1983. - 120 p.

2. Bahtinova, E. V. *Primenenie krupnomasshtabnykh ajerofotosnimkov pri inventarizacii rekreacionnykh lesov* [Tekst] / E. V. Bahtinova, N. G. Fedorov // *Lesnoe hozyajstvo*. - 1987. - № 2. - P. 51-52.
3. Borovikov, K.3. *Inventarizaciya zaschitnykh nasazhdenij s pomosh'yu ajero- i kosmicheskikh snimkov* [Tekst] / K. Z. Borovikov, V. V. Sidorenko // *Geodeziya, ajerofotos'emka, kartografiya. jekspress-informaciya*. - 1987. - № 3. - P. 27-28.
4. Dmitriev, I. D. *Lesnaya aviaciya i ajerofotos'emka* [Tekst] / I. D. Dmitriev, V. S. Mu-
rahtanov, V. I. Suhov. - M.: Agropromizdat, 1989. - 366 s.
5. *Ocenka informativnosti kosmicheskikh fotosnimkov vysokogo razresheniya dlya inven-
tarizacii lesov* [Tekst] / V. I. Suhov, V. M. Zhirin, T. A. Ziemelis i dr. // *Issledovaniya Zemli iz kosmo-
sa*. - 1996. - № 2. - P. 45-56.
6. *Primenenie sverhhljogkih BPLA dlya zadach analiza i monitoringa v sel'skom hozyajstve* [Jel-
ektronnyj resurs] / - Rezhim dostupa: <https://pb-ur.ru/wp-content/uploads/2016/12/AGRODRON-s.pdf>.
7. Samojlovich, G. G. *Primenenie ajerofotos'emki i aviicii v lesnom hozyajstve* [Tekst] / G. G. Samojlovich. - M. - L.: Goslesbumizdat, 1953. - 476 p.
8. Yuferev, V. G. *Retrospektivnyj analiz degradacii lesov Volgo-Ahtubinskoj pojmy* [Tekst] / V. G. Yuferev, N. N. Taranov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2016. - № 3 (43). - P. 66-71.
9. Heusden, W.V. *Monitoring changes in heathland vegetation using sequential aerial photo-
graphs* [Tekst] / W.V. Heusden // *ITC.Journal*. - 1983. - № 2. - P. 160-165.
10. Kulik, K.N. *Aerial and Satellite methods of research in agrosilvicultural amelioration* [Tekst] / K.N. Kulik // *The Third international Windbreaks and Agroforestry symposium proceedings*. - Ridge Toun College, Canada, 1991. - P. 55-59.
11. Pernar, R. *Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orhtophotos* [Tekst] / R. Pernar, D. Klobucar // *Annales experimentis silvarum culturae provehendis*. - Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis. - 2003. - V. 40 - P. 81-111.

E-mail: vyuferev1@rambler.ru

УДК 633.854.78:631.674.6

**ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ПОДСОЛНЕЧНИКА В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН
PERSPECTIVE TECHNOLOGY OF SUNFLOWER PRODUCTION
IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN**

Л.Ю. Караева, аспирант

С.А. Курбанов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Д.С. Магомедова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

L.U. Karaeva, S.A. Kurbanov, D.S. Magomedova

*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет
имени М.М. Джамбулатова», г. Махачкала*

*FSBEI HE «Dagestan State Budget Agricultural University
by M.M. Dzhambulatov», Makhachkala*

В условиях сухостепной зоны равнинного Дагестана изучено влияние густоты посева и капельного орошения при различных уровнях предполивной влажности почвы на урожайность и качество семян подсолнечника сорта СПК. Целью исследований являлось повышение эффективности производства маслосемян подсолнечника при орошении за счет совокупной оптимизации мелиоративных режимов и агротехники возделывания в одновидовых посевах. Объектом исследований являлись посевы подсолнечника на орошаемых землях равнинного Дагестана. Предмет исследований – элементы технологии возделывания подсолнечника при орошении капельным способом. Исследованиями установлено, что наиболее существенную роль в суммарном водопотреблении

играет оросительная норма, на долю которой приходится 63,7...69,5 % от общего водопотребления. Определено влияние плотности посевов и предполивных порогов на показатели фотосинтетической деятельности посевов подсолнечника. Поддержание предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ в слое почвы 0,4 м до начала образования корзинок и в слое 0,8 м в остальной период вегетации в посевах подсолнечника с. СПК при густоте стояния растений 60 тыс. шт/га обеспечивает получение 5,8 т/га семян подсолнечника.

In the conditions of dry steppe zone of flat Dagestan the influence of sowing density and drip irrigation at different levels of pre-irrigation soil moisture on the yield and quality of sunflower seeds of SPK variety was studied. The aim of the research was to increase the efficiency of production of sunflower oil seeds during irrigation due to the combined optimization of reclamation regimes and farming techniques in single-species crops. The object of research was sunflower crops on irrigated lands of flat Dagestan. The subject of research-elements of technology of cultivation of sunflower irrigation drip method. Studies have found that the most significant role in the total water consumption plays irrigation rate, which accounts for 63.7 ... 69.5% of total water consumption. The influence of the density of crops and pre-irrigation thresholds on the indicators of photosynthetic activity of sunflower crops was determined. Maintenance of pre-irrigation threshold of soil moisture at 80% HB in the soil layer of 0.4 m before the formation of baskets and in the layer of 0.8 m in the rest of the growing season in sunflower crops. SEC with a plant density of 60 thousand PCs / ha provides 5.8 t / ha of sunflower seeds.

Ключевые слова: технология, орошение, влажность, почва, посев, подсолнечник, плотность, урожайность, семена, качество.

Key words: sunflower; drip irrigation; tentative thresholds of soil moisture; density of crops; total water consumption; irrigation regime; yield structure; quality of seeds.

Введение. Подсолнечник – растение родом из степной, континентальной зоны Северной Америки, хорошо приспособленное к условиям жаркого, сухого климата. Хорошо переносит резкие перепады температуры, а также почвенную и воздушную засуху. Это растение оптимально развивается и формирует отличные урожаи в зоне южной степи, степи и лесостепи [10]. Поэтому нас интересовал вопрос об особенностях развития подсолнечника в условиях сухой степи, но при оптимальном обеспечении почвенной влагой. Хотя у подсолнечника, благодаря мощно развитой корневой системе, довольно высокая засухоустойчивость, он требователен к влаге, о чем свидетельствует его транспирационный коэффициент 450...570, а иногда и до 700 м³/т сухого вещества [2].

В настоящее время, когда остро стоит проблема импортозамещения сельскохозяйственной продукции, разработка и внедрение перспективных технологий возделывания подсолнечника весьма актуально. По данным Лукомца В.М. [8], основные площади посевов подсолнечника сосредоточены в Южном федеральном округе, урожайность маслосемян составляет 1,4 т/га. В Республике Дагестан урожайность семян этой культуры не превышает 1,0 т/га, что на 0,2 т/га ниже показателей по Российской Федерации [12]. До настоящего времени технология возделывания подсолнечника при капельном способе полива не изучалась, нет сведений об эффективности режимов капельного орошения на посевах подсолнечника в зависимости от густоты стояния растений. Поэтому целью исследований являлось повышение эффективности производства маслосемян подсолнечника за счет оптимизации густоты посева и условий водного питания растений на орошаемых землях равнинного Дагестана.

Материалы и методы. В основу исследований положен метод полевого эксперимента. Экспериментальная часть работы выполнялась в 2011-2014 гг. на орошаемых землях учебно-опытного хозяйства Дагестанского ГАУ. Почвы опытного участка луговые, среднесуглинистые, средне обеспечены легкогидролизуемым азотом и обменным калием, очень низко – подвижным фосфором. Реакция почвенного раствора слабощелочная.

Опыт заложен по двухфакторной схеме. В рамках фактора А изучалось влияние регулируемых условий водного питания растений на продукционный процесс и урожайность подсолнечника в условиях сухостепной зоны равнинного Дагестана. Варианты опыта по данному фактору варьировались на трех уровнях, включая поддержание постоянного в течение вегетационного периода порога предполивной влажности почвы на уровне 60 % НВ (контроль), 70 % НВ и 80 % НВ. После посева до образования корзинки влажность почвы по вариантам опыта поддерживали в слое 0,4 м, а в остальной период вегетации в слое почвы 0,8 м.

В рамках фактора В к изучению было поставлено влияние различных норм высева на формирование структуры агроценоза, засоренность посевов и структуру урожая подсолнечника. Варианты опыта предусматривали посев подсолнечника нормой 40, 50 (контроль), 60 и 70 тыс./га.

Варианты опыта закладывались в четырех повторениях, площадь учетной делянки 100 м². Поливы осуществляли с использованием системы капельного орошения. Расстояние между поливными капельными трубопроводами 0,7 м, между полукомпенсированными капельницами – 0,3 м. Схема посева была согласована с раскладкой поливных трубопроводов капельного орошения, междурядное расстояние в опытных посевах подсолнечника составляло 0,7 м. Посев в соответствии с фактически складывающимися погодными условиями проводили в конце апреля – начале мая. Уборку урожая осуществляли в фазе полной спелости семян [5, 3, 9].

Результаты и обсуждение. В условиях сухостепной зоны Республики Дагестан с очень низким выпадением дождей в вегетационный период подсолнечника важным фактором формирования высокого урожая является орошение. Наши исследования по суммарному водопотреблению показали значимость поливной воды для культуры подсолнечника. Ее роль в суммарном водопотреблении с увеличением уровня предполивного порога влажности почвы возрастает с 63,7 % при 60 % НВ до 69,5 % при 80 % НВ. Усредненные за 4 года исследований показатели суммарного водопотребления свидетельствуют о том, что увеличение предполивного порога влажности почвы способствует некоторому снижению суммарного водопотребления.

Коэффициент водопотребления, характеризующий рациональное использование влаги растениями, показывает, что при поддержании предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ на образование 1 тонны семян расходуется наименьшее количество влаги – 660 м³ и наименьшее количество оросительной воды – 459 м³/т.

Ежегодно на всех вариантах опыта после посева проводили полив нормой 85 м³/га. Поддержание на посевах подсолнечника предполивного порога влажности почвы на уровне 60 % НВ в течение вегетации в зависимости от водообеспеченности года обеспечивалось проведением 6...10 поливов поливной нормой 176 и 435 м³/га. На участке, где влажность почвы на посевах подсолнечника поддерживали на уровне 70 % НВ, было проведено 8...13 поливов поливной нормой 134 и 325 м³/га. Поддержание более высокого предполивного порога влажности почвы 80 % НВ потребовало проведение 12...20 поливов поливной нормой 88 и 220 м³/га.

Густота стояния растений является важным показателем, который позволяет обосновать реакцию подсолнечника в условиях орошения капельным способом на формирование общей урожайности культуры. Повышение густоты стояния растений от 40 до 70 тыс. всхожих семян на 1 га приводит к сокращению продолжительности вегетационного периода на 2...3 дня за счет сокращения межфазного периода «начало-налива – уборка», что согласуется с данными, полученными в условиях Краснодарского края, Республики Калмыкия, Волгоградской области и Западной Сибири [7, 6, 1, 11].

Наши исследования, направленные на изучение влияния густоты стояния растений на численность ценоза сорняков, показали, что данный прием агротехники оказывает влияние на количество сорняков и их сырую массу (таблица 1).

Учет засоренности посевов подсолнечника перед первой междурядной культивацией (фаза 2...3 листьев) показывает, что разреженные посевы при густоте 40 тыс. раст./га создают лучшие условия для роста сорной растительности. Это приводит к росту засоренности посевов по сравнению с контролем на 22,4 %. В целом засоренность посевов перед первой культивацией оценивается в 3 балла и, по В.В. Исаеву [4], соответствует средней степени засоренности.

Таблица 1 – Оценка состояния засоренности посевов подсолнечника по вариантам опыта (в среднем за 2011-2014 гг.)

Густота посевов, тыс. шт./га (фактор А)	Предполивной порог влажности почвы, % НВ (фактор В)	Количество сорняков, шт./м ²			Масса сорняков	
		перед первой междурядной обработкой	перед второй междурядной обработкой	перед уборкой	г/м ²	% к контролю
40	60	48,6	28,6	42,3	337,8	107,4
	70	49,1	29,7	45,1	359,1	114,2
	80	48,3	31,3	46,8	362,6	115,4
50 к	60 к	39,3	24,7	38,7	314,3	100,0
	70	39,8	25,6	39,9	322,6	102,6
	80	40,4	26,4	40,5	326,0	103,7
60	60	38,4	22,1	35,4	291,9	92,9
	70	39,2	23,0	36,1	298,8	95,1
	80	39,5	23,2	36,5	300,7	95,7
70	60	37,7	19,7	32,6	277,9	88,4
	70	38,5	20,9	33,3	281,4	89,5
	80	38,7	21,5	33,5	283,1	90,1
НСР ₀₅ , шт./м ²		2,1	2,3	2,7		

Ко второй междурядной культивации засоренность в среднем снизилась на 40,4 %, что при средней засоренности посевов 24,7 шт./м² соответствует слабой степени засоренности. Отмечается влияние густоты стояния растений на засоренность посевов. Если при густоте 40 тыс. раст./га засоренность снизилась на 38,6 %, то с увеличением плотности посевов до 70 тыс. раст./га засоренность снижается на 46,0 %. По сравнению с контролем увеличение густоты стояния растений подсолнечника снижает засоренность на 10,8 %, а при густоте 70 тыс. раст./га – на 18,8 %. Таким образом, уже к фазе 6...7 листьев проявляется влияние уплотнения посевов на количество сорняков. И эта закономерность сохраняется к уборке подсолнечника, несмотря на то что засоренность в среднем возрастает более чем в 1,5 раза. Наименьшая засоренность отмечается при густоте 70 тыс. раст./га – 33,1 шт./м².

Перед началом уборки подсолнечника провели измерения основных биометрических и структурных показателей растений подсолнечника, значения которых объясняют механизм повышения или снижения урожайности в зависимости от изучаемых приемов агротехники. В наших исследованиях было выявлено, что густота посевов оказывает существенное влияние не только на площадь листьев, диаметр корзинки, но и на число семян в ней, от которого во многом зависит будущая урожайность подсолнечника.

Было отмечено, что при всех уровнях предполивной влажности почвы наблюдается уменьшение диаметра корзинки с возрастанием густоты посевов. На опытном участке, где густота растений не превышала 40 тыс. шт./га, средний диаметр корзинки составил 22,2 см. Наибольшее уменьшение диаметра корзинки отмечено при 70% НВ – 20,6 %, а наименьшее при 80 % НВ – 18,0 %.

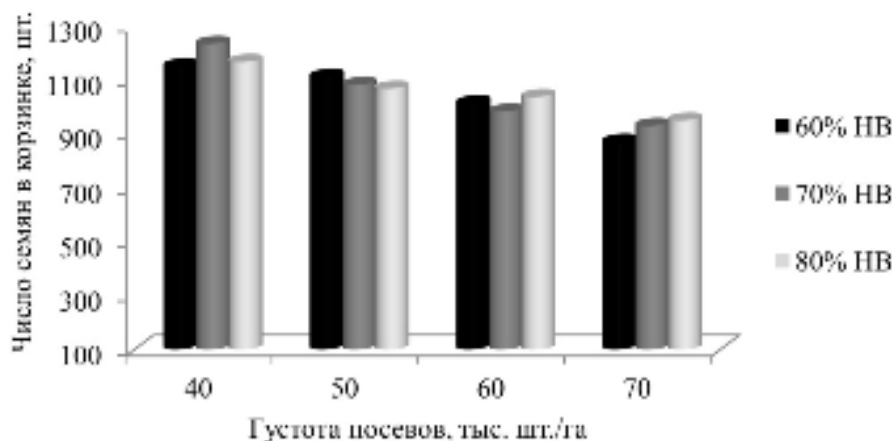


Рисунок 1 – Зависимость числа семян в корзинке от густоты посевов и уровня предполивного порога влажности почвы, шт. (2011...2014 гг.)

Увеличение густоты посевов с 40 до 70 тыс. шт./га способствовало уменьшению не только диаметра корзинки, но и числа семян в ней на 22,6 % (рисунок 1). Отмечена прямая корреляционная зависимость между диаметром корзинки и числом семян подсолнечника в ней, которая выражается следующим уравнением: $y = 1178,1 n(x) - 2473$. Влияние режима орошения как на диаметр корзинки, так и на число семян различалось несущественно.

Густота посевов при задаваемых условиях водного режима в значительной степени определяла урожайность подсолнечника. Урожайность семян подсолнечника возрастала при увеличении густоты посевов с 40 до 60 тыс. шт./га, а при густоте посевов 70 тыс. шт./га снижалась на 6,7 %. Такой продуктивности способствовала интенсивная фотосинтетическая деятельность посевов и более высокая масса 1000 семян (таблица 2).

На продуктивность культуры оказали влияние и различия в уровнях поддержания предполивной влажности почвы. Поддержание порога предполивной влажности почвы в течение вегетационного периода на уровне 80 % НВ при густоте посевов 60 тыс. шт./га позволило сформировать самую высокую урожайность. Разница по вариантам опыта статистически достоверна.

Таблица 2 – Структурные элементы урожая подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов (в среднем за 2011...2014 гг.)

Предполивной порог влажности почвы, % НВ	Густота растений, тыс. шт./га	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га	Содержание, %		Выход масла, т/га
					лузги	жира	
60 к	40	104,5	90,8	3,52	32,2	44,6	1,57
	50 к	94,9	85,3	3,86	31,4	45,4	1,75
	60	105,8	104,3	4,92	31,0	44,1	2,17
	70	80,4	92,3	4,41	29,5	42,5	1,87
70	40	118,5	96,0	4,03	31,7	45,3	1,82
	50	107,0	98,9	4,41	30,6	46,1	2,03
	60	114,2	116,2	5,36	29,3	43,6	2,34
	70	94,0	101,1	5,12	28,1	43,1	2,21
80	40	117,4	100,6	4,15	30,9	45,0	1,87
	50	106,2	99,4	4,56	29,5	45,6	2,08
	60	116,9	112,7	5,83	28,7	43,7	2,55
	70	96,7	101,8	5,51	27,6	42,9	2,36
НСР ₀₅ (т/га)				0,37			0,18

Одной из задач современных технологий возделывания любой культуры является получение семян хорошего качества, поэтому определенный интерес представляют данные по структуре урожая, полученные на вариантах опыта.

В наших опытах выявлено влияние густоты посевов на массу семян с 1 растения и массу 1000 семян. В среднем наибольшая масса семян с одного растения обеспечивается при густоте посевов 40 тыс. шт./га – 113,5 г, несколько меньше при 60 тыс. шт./га – 112,3 г, а самая низкая масса семян получена при густоте 70 тыс. шт./га – 90,4 г. Возрастает выход семян с одного растений и с улучшением водообеспеченности растений: с 96,4 г/растение при 60 % НВ до 109,3 г/растение при 80 % НВ.

Относительно влияния изучаемых элементов агротехники на массу 1000 семян такой четкой прямой зависимости нет. С увеличением густоты посевов масса 1000 семян несколько снижается (на 1,4 %), затем существенно возрастает при густоте 60 тыс. шт./га до 111,1 г (на 16,0 %). При максимальной в опытах густоте посевов 70 тыс. шт./га средняя масса 1000 семян не превышала 98,4 г. В то же время при увеличении предполивного порога влажности почвы с 60 до 80 % НВ наблюдается рост массы 1000 семян на 10,4 г или 11,2 %.

Заключение. В условиях сухостепной зоны равнинного Дагестана капельное орошение подсолнечника обеспечивает максимальный выход с единицы площади семян с хорошими посевными качествами – 5,83 т/га, который формируется при густоте 60 тыс. шт./га и предполивном пороге влажности почвы 80 % НВ.

Библиографический список

1. Адаптивные технологии возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности [Текст]: монография / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев, Г.Н. Кониева, И.А. Ниджляева. – Волгоград, ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. – 224 с.
2. Васильев, Д.С. Подсолнечник [Текст] / Д.С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 174 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – Изд. 5-е. – 351 с.
4. Исаев, В.В. Методические указания по прогнозированию засоренности основных сельскохозяйственных культур [Текст] / В.В. Исаев. – М.: Госагропром СССР, 1985. – 107 с.
5. Кирюшин, Б.Д. Основы научных исследований в агрономии [Текст] / Б.Д. Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев. – М.: КолосС, 2009. – С. 99-104.
6. Колобова, М.О. Водопотребление и урожайность подсолнечника в рисовых чеках [Текст] / М.О. Колобова, В.В. Бородычев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 4(36). – С. 110-116.
7. Клюка, В.И. Продолжительность фаз вегетации и вегетационного периода гибридов подсолнечника отечественной и зарубежной селекции в зависимости от плотности агроценоза и условий зон выращивания Краснодарского края [Текст] / В.И. Клюка, С.Н. Бандюк // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – Вып. 1 (140). – 2009. – С. 38-41.
8. Лукомец, В.М. Производство подсолнечника в Российской Федерации: состояние и перспективы [Текст] / В.М. Лукомец, К.М. Кривошлыков // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 3-5.
9. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [Текст] / Под общей редакцией В.М. Лукомца. – Издание второе, переработанное и дополненное / ГНУ ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (ВНИИМК) РАСХН. – Краснодар, 2010. – 327 с.
10. Орлов, А.И. Подсолнечник: биология, выращивание, борьба с болезнями и вредителями [Текст] / А.И. Орлов. – Киев: Издательство «Зерно», 2013. – 624 с.
11. Пузиков, А.Н. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в Западной Сибири [Текст] / А.Н. Пузиков, Ю.Н. Суворова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2012. – Вып. 1(150). – С. 84-88.
12. Сельское хозяйство Дагестана за 2013 год [Текст]. – Махачкала: Изд-во МСХ РД, 2014. – С. 9.

References

1. Adaptivnye tehnologii vozdel'yvaniya sopushtvuyuschih kul'tur risovyh sevooborotov Sarpinskoj nizmennosti [Tekst]: monografiya / V. V. Borodychev, Ye. B. Dedova, S. B. Ad'yaev, G. N. Konieva, I. A. Nidzhlyeva. - Volgograd, FGBOU VPO Volgogradskij GAU, 2012. - 224 p.
2. Vasil'ev, D. S. Podsolnechnik [Tekst] / D. S. Vasil'ev. - M.: Agropromizdat, 1990. - 174 p.
3. Dospehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B. A. Dospehov. - M.: Kolos, 1985. - Izd. 5-e. - 351 p.
4. Isaev, V. V. Metodicheskie ukazaniya po prognozirovaniyu zasorennosti osnovnyh sel'sko-hozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / V. V. Isaev. - M.: Gosagroprom SSSR, 1985. - 107 p.
5. Kiryushin, B. D. Osnovy nauchnyh issledovaniy v agronomii [Tekst] / B. D. Kiryushin, R. R. Usmanov, I. P. Vasil'ev. - M.: KolosS, 2009. - P. 99-104.
6. Kolobova, M. O. Vodopotreblenie i urozhajnost' podsolnechnika v risovyh chekah [Tekst] / M. O. Kolobova, V. V. Borodychev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 4(36). - P. 110-116.
7. Klyuka, V. I. Prodolzhitel'nost' faz vegetacii i vegetacionnogo perioda gibridov podsolnechnika otechestvennoj i zarubezhnoj selekcii v zavisimosti ot plotnosti agrocenoza i uslovij zon vyraschivaniya Krasnodarskogo kraja [Tekst] / V. I. Klyuka, S. N. Bandyuk // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' VNIIMK. - Vyp. 1 (140). - 2009. - P. 38-41.
8. Lukomec, V. M. Proizvodstvo podsolnechnika v Rossijskoj Federacii: sostoyanie i perspektivy [Tekst] / V. M. Lukomec, K. M. Krivoshlykov // Zemledelie. - 2009. - № 8. - P. 3-5.
9. Metodika provedeniya polevyh agrotehnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Tekst] / Pod obshej redakciej V. M. Lukomec. - Izdanie vtroe, pererabotannoe i dopolnennoe / GNI VNI maslichnyh kul'tur im. V. S. Pustvojta (VNIIMK) RASXN. - Krasnodar, 2010. - 327 p.
10. Orlov, A. I. Podsolnechnik: biologiya, vyraschivanie, bor'ba s boleznyami i vreditelyami [Tekst] / A. I. Orlov. - Kiev: Izdatel'stvo "Zerno", 2013. - 624 p.
11. Puzikov, A. N. Sovershenstvovanie tehnologii vozdel'yvaniya podsolnechnika v Zapadnoj Sibiri [Tekst] / A. N. Puzikov, Yu. N. Suvorova // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' VNIIMK. - 2012. - Vyp. 1(150). - P. 84-88.
12. Sel'skoe hozyajstvo Dagestana za 2013 god [Tekst]. - Mahachkala: Izd-vo MSX RD, 2014. - P. 9.

E-mail: kurbanovsa@mail.ru

УДК 633.12:631.445.4(470.45)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ
НА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF BUCKWHEAT
IN THE SOUTHERN BLACK SOILS OF THE VOLGOGRAD REGION**

Ю.В. Онищенко, аспирант

Н.Ю. Петров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Y.V. Onishchenko, N.Y. Petrov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agricultural University

В последнее время урожайность гречихи очень невысокая и находится в пределах 0,65 т/га...1,05 т/га. Рыночные цены на нее нестабильны, поэтому большие аграрные комплексы редко специализируются на гречихе, выделяют под неё небольшие площади. Но так как гречиха – крупная культура, то химикаты к ней малоприменимы. Существует небольшой ассортимент регуляторов роста, разрешённых для применения на этой культуре. В печатных изданиях имеются ограниченные сведения по этому вопросу. Для Волгоградской области это направление является перспективным. В ходе исследований нами было установлено, что в условиях черноземных почв Волгоградской области можно повысить урожайности гречихи за счет вне-

рения нового способа посева. При возделывании гречихи в опытах проводили основную и предпосевную обработку почвы, посев одновидовой и смешанный, подкормку и уборку. Для полноты исследований в ходе эксперимента мы отмечали наступление фенологических фаз у гречихи, определяли влажность почвы на стационарных площадках в трехкратной повторности. Регулятор роста Биодукс, в свою очередь, выполнял защитную роль, повышал устойчивость культуры к неблагоприятным факторам внешней среды. Нами было установлено, что в условиях южных черноземах Волгоградской области можно повысить урожайность гречихи путем внедрения нового, смешанного способа посева. Проводили основную и предпосевную обработку почвы, посев одновидовой и смешанный, подкормку и уборку.

Recently, the yield of buckwheat is very low and is in the range of 0.65 t/ha 1.05 t/ha. Market prices are not stable, so large agricultural complexes rarely specialize in the crop and release it under a small area. But since buckwheat cereal crop, the chemicals hardly applicable to it. There is a small range of growth regulators permitted for use on this crop. There is limited information on this issue in print. In the Volgograd region, this direction is promising. In the course of research, we found that in the conditions of Chernozem soils of the Volgograd region it is possible to increase the yield of buckwheat, through the introduction of a new method of sowing. At cultivation of buckwheat in experiments carried out the main and presowing processing of the soil, sowing single-species and mixed, feeding and cleaning. For completeness of research, in the course of the experiment, we noted the onset of phenological phases of buckwheat, determined the soil moisture content at fixed sites in triplicates. Biodux growth regulator, in turn, played a protective role, increased the resistance of culture to adverse environmental factors. We have established that in the conditions of southern chernozems of the Volgograd region it is possible to increase productivity of buckwheat, by introduction of the new, mixed method of sowing. Conducted primary and pre-sowing soil treatment, sowing one-species and mixed, feeding and cleaning.

Ключевые слова: гречиха, Девятка, Черемшанка, регулятор роста, Биодукс, пленчатость, крупность, натура, крупы, качество зерна, южные черноземы.

Key words: buckwheat, Nine, Cheremshanka, growth regulator, Biodex, filminess, fineness, nature, cereals, grain quality, southern chernozems.

Введение. В нашей стране по потреблению гречиха является второй после риса популярной крупой. Такая популярность обусловлена издавна сложившимися кулинарными традициями, а также весьма полезными свойствами продукта. Основными производителями гречихи являются небольшие аграрные предприятия. На фоне этого ежегодно растут цены, а также мировое потребление этой культуры [5].

По потребительским качествам гречиха – уникальная культура, так как удовлетворяет физиологические потребности организма человека в питательных веществах и энергии, выполняет профилактические и лечебные функции, имеет важное стратегическое и народно-хозяйственное значение.

Но, несмотря на такое важное значение гречихи, она занимает второстепенное положение по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами. В данный момент основным фактором, влияющим на объем производства гречихи, остается изменение площади возделывания при небольшой урожайности. На фоне этого возникает необходимость выявления всех факторов, которые способствуют повышению урожайности гречихи с учетом ее биологических особенностей.

Озерненность растений гречихи во многом зависит от полноты опыления. Подсчеты показали, что в зависимости от способа посева и уровня агротехники количество нормально развитых цветков от общего числа не превышает 8...20 %. Отсюда следует, что с каждым процентом неопыленных цветков теряется 0,1...0,2 т зерна. Нередко гречиха обильно цветет, а зерна дает мало. Поэтому правильно говорят: «Не верь гречихе

на цветку, а верь в закроме». Полноту опыления ее цветков, а следовательно, и урожайность значительно повышают пчелы. Поэтому в уходе за посевами гречихи особенно важно обеспечивать пчелоопыление цветков. Плотность пчел на гречишном поле, в условиях производства можно регулировать путем подвоза их к посевам. Пчелоопыление наиболее соответствует биологическим особенностям оплодотворения гречихи и поэтому является важным фактором в повышении урожайности, улучшении посевных и урожайных качеств семян [10].

Одним из составляющих компонентов современных технологий производства продукции сельскохозяйственных культур являются природные и синтетические органические регуляторы роста и неорганические соединения, которые в малых концентрациях приводят к повышению всхожести семян, стимулируют рост и развитие растений [2].

Биорегуляторы приобретают все большее распространение и являются экологическими и безопасными соединениями, представляют собой продукты метаболизма грибов и растительных организмов, повышают устойчивость и продуктивность растений к неблагоприятным условиям среды [9].

Регулятор роста Биодукс активизирует защитные механизмы растений к абиотическим и биотическим факторам с длительным действием. Таким образом, предпосевная обработка семенного материала позволяет растениям не только адаптироваться к неблагоприятным условиям в период всходов, но и противостоять засухе или негативному влиянию гербицидов в фазу кушения – выхода в трубку, что способствует формированию у растений системной продолжительности устойчивости к бактериям, грибам и вирусам [1, 2].

Цель исследований заключалась в определении оптимальных соотношений гречихи и фацелии для большего привлечения пчёл (опыления), в оценке влияния регулятора роста на повышение структуры урожая крупяной культуры и её качественных показателей в смешанном посеве.

Для исследований были выбраны сорта гречихи Девятка и Черемшанка и сорт фацелии Радуга. При выборе сорта фацелии руководствовались показателями роста и развития, сходными с гречихой. Регулятор роста выбирали из Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в посевах гречихи на территории Российской Федерации, а также обращали внимание на компоненты натурального происхождения в составе препарата.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач проводили полевые опыты, которые сопровождались необходимыми наблюдениями и исследованиями. Площадь делянок была по 189 м², в четырёхкратной повторности.

Исследования проводили в Урюпинском районе Волгоградской области, в сельскохозяйственной артели «Акуловская», располагающейся в хуторе Бубновском. Данная территория находится в степной зоне южных чернозёмов. Морфологическое строение южных чернозёмов очень похоже на строение обыкновенных чернозёмов, но имеет ряд отличительных особенностей. Из-за недостаточного атмосферного увлажнения (коэффициент увлажнения 0,6...0,7) накопление гумуса ослабленное, поэтому мощность гумусового горизонта намного меньше, горизонт А+В₁, обычно имеет нижнюю границу на глубине 0,30...0,50 м. Карбонаты располагаются ближе к поверхности и встречаются, как правило, вверху или посередине горизонта В₂.

Гумусовый горизонт А южных чернозёмов имеет темно-серый цвет, комковато-зернисто-порошистый, в пахотном горизонте, горизонт В₁ – темно-серый с явным коричневым оттенком, с мелкозернистой структурой.

Пахотный слой имеет нейтральную среду pH 6,8...7,3. Несмотря на то что плодородие южных черноземов немного ниже, чем у обыкновенных, биологический потенциал у их весьма велик, и почти все они используются в качестве сельскохозяйственных угодий, в основном в пашне [3].

Согласно агрономическому районированию Волгоградской области, территория Урюпинского района находится в умеренно засушливой части, наиболее благоприятной в климатическом отношении.

Можно отметить, что увлажнение территории в вегетационный период явно недостаточное. Характерна для данного района засуха, сильные ветра и суховеи [7].

Для полной оценки результатов на вариантах опыта определяли густоту стояния растений на полных всходах и перед уборкой, на учётных площадках 1 м², в четырёхкратной повторности на каждом повторении опыта.

Высоту растений измеряли при помощи мерной линейки с нулевой отметкой на конце. Конец линейки устанавливали на поверхности почвы. Объём выборки составлял 50 растений на делянке по диагонали. Стебель измеряли от поверхности почвы до верхушки растения. Измерения проводили по рекомендациям Моисейченко В. Ф. [6].

Качественные показатели зерна исследовали по общепринятым методикам [1].

Крупку получали в лабораторных условиях, близких к производственным, на станке ЛВС-1 по типовой схеме, использовали шелушение и отбор ядра гречихи. Семенные оболочки отделяли вручную после отволаживания зерна.

В опытах проводились следующие агротехнические мероприятия: основная и предпосевная обработка почвы, смешанный посев фацелии и семян гречихи, обработанных регулятором роста, подкормка мочевиной 2 кг/га + гумат калия 0,5 л/га, уборка. Предшественник гречихи – масличный лён.

Посев гречихи производили сеялкой ASTRA 5.4A на глубину 0,05...0,06 м с внесением аммофоса в количестве 30 кг/га. Подсев фацелии сорта Радуга осуществляли вручную на глубину 0,01...0,02 м. Соотношение обработанной гречихи и фацелии было 1,5 : 0,5 млн; 1,5 : 1,0 млн и 1,5 : 1,5 млн семян. За контроль был взят одновидовой посев гречихи без применения регулятора роста.

Результаты и обсуждение. Регулятор роста Биодукс позволил повысить устойчивость растений гречихи к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды, что привело к улучшению качества крупяной культуры и увеличению урожайности.

Основным фактором, наряду с погодными условиями, влияющим на формирование урожая гречихи, являлось своевременное полноценное опыление пчёлами. Наиболее сильно гречиха медоносила и опылялась в теплую погоду. В засушливую погоду резко снижалось выделение нектара, запаха и мёдопродуктивность гречихи. В жаркий период пчёлы плохо посещали культуру. Для того чтобы произвести наиболее полное опыление цветков гречихи, мы высевали гречиху с фацелией.

Нами было установлено, что посевы фацелии во время цветения стимулировали привлечение пчёл на гречиху. Фацелия имела яркий голубой цвет, привлекающий запах для пчел и других насекомых. Немаловажно, что цветение у гречихи и фацелии происходило практически одновременно. Мы заметили прямую связь между количеством выделяемого нектара цветками гречихи, привлеченными пчелами и урожайностью культуры.

Таблица 1 – Высота растений гречихи исследуемых сортов в зависимости от способов посева и применения регулятора роста

Варианты (сорта и способы посева)	Высота растений, м			
	2015 г	2016 г	2017 г	среднее за три года
Черемшанка				
контроль	1,02	0,96	0,95	0,98
регулятор роста	1,06	1,04	1,01	1,04
p.p+1,5:0,5*	1,06	1,04	1,01	1,04
p.p+1,5:1,0*	1,06	1,04	1,01	1,04
p.p+1,5:1,5*	1,06	1,04	1,01	1,04
1,5:0,5*	1,02	0,96	0,95	0,98
1,5:1,0*	1,02	0,96	0,95	0,98
1,5:1,5*	1,02	0,96	0,95	0,98
Девятка				
контроль	1,05	0,95	0,93	0,98
регулятор роста	1,09	1,10	1,01	1,07
p.p+1,5:0,5*	1,09	1,10	1,01	1,07
p.p+1,5:1,0*	1,09	1,10	1,01	1,07
p.p+1,5:1,5*	1,09	1,10	1,01	1,07
1,5:0,5*	1,05	0,95	0,93	0,98
1,5:1,0*	1,05	0,95	0,93	0,98
1,5:1,5*	1,05	0,95	0,93	0,98

* p.p – регулятор роста; соотношение гречихи и фацелии 1,5 млн всхожих семян:0,5 млн всхожих семян; 1,5 : 1,0 млн и 1,5 : 1,5 млн семян.

Таблица 2 – Количество растений к уборке исследуемых сортов, в зависимости от способов посева и применения регулятора роста

Варианты (сорта и способы посева)	Количество растений к уборке, шт./м ²			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее за три года
Черемшанка				
контроль	117	117	104	113
регулятор роста	135	135	127	132
p.p+1,5 : 0,5*	134	134	126	132
p.p+1,5 : 1,0*	133	137	125	131
p.p+1,5 : 1,5*	133	136	125	132
1,5 : 0,5*	116	117	104	113
1,5 : 1,0*	118	115	104	112
1,5 : 1,5*	118	117	103	113
Девятка				
контроль	117	116	108	114
регулятор роста	135	136	126	132
p.p+1,5 : 0,5*	135	136	128	133
p.p+1,5 : 1,0*	135	135	129	133
p.p+1,5 : 1,5*	133	136	127	132
1,5 : 0,5*	117	116	107	114
1,5 : 1,0*	118	115	107	113
1,5 : 1,5*	118	115	108	114

* p.p – регулятор роста; соотношение гречихи и фацелии 1,5 млн всхожих семян:0,5 млн всхожих семян; 1,5 : 1,0 млн и 1,5 : 1,5 млн семян.

Из данных таблиц 1 и 2 видно, что предпосевная обработка семян гречихи регулятором роста Биодукс плодотворно влияла на структуру урожая гречихи. У гречихи повышалась не только сохранность растений к уборке, но и увеличивалась высота растений. Фацелия в смешанном посеве с обработанной гречихой регулятором роста Биодукс не повлияла на элементы структуры урожая гречихи сортов Девятка и Черемшанка. В среднем за 3 года при применении регулятора роста к уборке было на 19 растений больше по отношению к контролю.

Таблица 3 – Технологические качества зерна и урожайность гречихи в зависимости от применения регулятора роста в 2015...2017 гг.

Вариант	Биологическая урожайность т/га	Технологические свойства плодов					
		натура зерна г/л	масса 1000 шт, г	выравнен- ность, %	пленча- тость, %	крупность крупы, %	выход крупы, %
2015 г.							
Девятка							
Контроль	1,56	516	37,0	82,7	21,5	68,3	73,8
Биодукс	2,04	541	38,7	91,9	17,5	75,4	85,7
Черемшанка							
Контроль	1,45	505	35,5	81,8	27,0	65,2	73,5
Биодукс	1,82	537	37,4	89,0	24,5	71,4	82,2
Девятка							
Контроль	1,08	490	34,0	82,4	21,6	68,0	73,4
Биодукс	1,39	530	35,8	91,1	17,8	75,0	84,9
Черемшанка							
Контроль	1,05	480	32,4	81,3	27,1	65,0	73,0
Биодукс	1,35	525	33,9	88,5	24,9	71,0	82,1
2017 г.							
Девятка							
Контроль	0,99	485	33,4	81,6	21,1	66,7	73,1
Биодукс	1,24	520	34,2	88,5	17,0	72,0	84,3
Черемшанка							
Контроль	0,93	467	32	80,6	27,3	64,5	72,7
Биодукс	1,19	505	32,9	88,1	24,5	69,8	80,3

Из данных таблицы 3 видно, что в среднем по годам биологическая урожайность гречихи Девятка, с применением регулятора роста, увеличивалась на 0,34 т/га, у сорта Черемшанка на 0,31 т/га по отношению к контролю. Технологические свойства плодов гречихи обоих сортов также были выше контроля. Натура зерна сорта Девятка в среднем увеличивалась на 37,5 г/л, а у сорта Черемшанка была выше на 41,5 г/л. Масса 1000 зерен у Девятки повысилась на 1,3 г, у Черемшанки в среднем на 1,2 г. Выравненность по годам была выше на 7,80 % и 7,35 %, соответственно, чем у контроля. Пленчатость плодов, при обработке регулятором роста уменьшалась на 3,95 % и 2,50 % соответственно, по отношению к контролю. Крупность и выход крупы увеличились в пределах 10...15 % по сравнению с контрольным посевом.

Результаты дисперсионного анализа данных таблицы 3 показали, что НСР₍₀₅₎ об-щая имеет значение 0,1255; 0,0714; 0,1341 соответственно по годам исследований.

При анализе таблиц 3 и 4 можно сделать вывод, что регулятор роста Биодукс оказывал благоприятное влияние на всю структуру урожая гречихи. Фацелия, в свою очередь, влияла только на повышение урожайности гречихи. Технологические свойства плодов незначительно изменялись по вариантам с подсевом фацелии.

Таблица 4 – Технологические качества зерна и урожайность гречихи в зависимости от применения регулятора роста в смешанном посеве в 2015...2017 гг.

Вариант	Биологическая урожайность т/га	Технологические свойства плодов					
		натура зерна г/л	масса 1000 шт, г	выравненность, %	плёнчатость, %	крупность крупы, %	выход крупы
Девятка 2015 г.							
Контроль	1,56	516	37,0	82,7	21,5	68,3	73,8
Биодукс+ фацелия 0,5 млн	2,09	541	38,7	91,4	17,5	75,4	85,0
Биодукс+ фацелия 1,0 млн	2,22	543	38,9	91,9	17,4	75,9	85,7
Биодукс+ фацелия 1,5 млн	2,17	540	38,4	91,5	17,4	75,5	85,4
Среднее по вариантам в смешанном посеве	2,16	541,3	38,6	91,6	17,4	75,6	85,3
Отклонение от контроля	0,6	25,3	1,6	8,9	3,9	7,3	11,5
Черемшанка 2015 г.							
Контроль	1,45	505	35,5	81,8	27	65,2	73,5
Биодукс+ фацелия 0,5 млн	1,89	535	37,4	89,1	24,7	71,1	82,0
Биодукс+ фацелия 1,0 млн	2,04	537	37,8	89,3	24,5	71,5	82,5
Биодукс+ фацелия 1,5 млн	1,91	534	37,6	89,3	24,7	71,2	82,1
Среднее по вариантам в смешанном посеве	1,94	535,3	37,2	89,2	24,6	71,2	82,2
Отклонение от контроля	0,49	30,3	1,7	7,4	3,4	6	8,7
Девятка 2016 г.							
Контроль	1,08	490	34,0	82,4	21,6	68,0	73,4
Биодукс+ фацелия 0,5 млн	1,43	531	35,8	91,1	17,4	75,0	84,9
Биодукс+ фацелия 1,0 млн	1,49	535	35,8	91,5	17,4	75,9	84,9
Биодукс+ фацелия 1,5 млн	1,44	534	35,8	91,4	17,6	75,8	84,9
Среднее по вариантам в смешанном посеве	1,45	533,3	35,8	91,3	17,5	75,6	84,9
Отклонение от контроля	0,37	43,3	1,8	8,9	4,1	7,6	11,5
Черемшанка 2016 г.							
Контроль	1,05	480	32,4	81,3	27,1	65,0	73,0
Биодукс+ фацелия 0,5 млн	1,39	524	33,5	88,5	24,9	69,0	82,0
Биодукс+ фацелия 1,0 млн	1,45	526	33,9	88,7	24,4	72,0	82,4
Биодукс+ фацелия 1,5 млн	1,44	525	33,4	88,5	24,8	71,0	82,1
Среднее по вариантам в смешанном посеве	1,43	525	33,6	88,6	24,7	70,7	82,2
Отклонение от контроля	0,38	45,0	1,2	4,2	2,2	5,7	9,2
Девятка 2017 г.							
Контроль	0,99	485	33,4	81,6	21,1	66,7	73,1
Биодукс+ фацелия 0,5 млн	1,30	522	34,0	88,7	17,8	72,0	84,8
Биодукс+ фацелия 1,0 млн	1,37	524	34,3	88,9	17,2	72,7	84,3
Биодукс+ фацелия 1,5 млн	1,32	520	34,1	88,7	17,6	72,5	84,4
Среднее по вариантам в смешанном посеве	1,33	522	34,1	88,8	17,5	72,4	84,5
Отклонение от контроля	0,34	37	0,7	7,2	3,6	5,3	11,4
Черемшанка 2017 г.							
Контроль	0,93	467	32,0	80,6	27,3	64,5	72,7
Биодукс+ фацелия 0,5 млн	1,25	505	32,4	79,8	24,4	69,3	80,0
Биодукс+ фацелия 1,0 млн	1,33	507	32,9	88,1	24,6	69,8	80,3
Биодукс+ фацелия 1,5 млн	1,32	507	32,6	88,0	24,5	69,4	80,3
Среднее по вариантам в смешанном посеве	1,3	506,3	32,6	85,3	24,5	69,5	80,2
Отклонение от контроля	0,33	39,3	0,6	4,7	2,8	5,0	7,5

Снижение средней урожайности гречихи в 2017 и 2016 годах по отношению к 2015 году было обусловлено пониженной температурой в мае. Если в мае 2015 года наблюдалась температура +3,5...+33 °С и выпало 41,4 мм осадков, то в 2016 году температура воздуха варьировалась от +1,5 до +28,6 °С с количеством осадков за месяц, 70,1 мм, а в 2017 году были зафиксированы заморозки по всходам -1,1 °С. Осадков в мае 2017 года выпало 43,5 мм.

Учёт урожая гречихи показал, что наибольшую прибавку урожайности дал смешанный посев обработанной гречихи с фацелией с нормой высева 1,0 млн на га. В среднем прибавка урожайности смешанного посева обработанной гречихи по отношению к контролю составила в среднем 30 %. Результаты дисперсионного анализа таблицы 4 показали, что НСР_{(05)общая} имеет значение 0,0742; 0,0553; 0,0906 соответственно по годам.

Заключение. Таким образом, предпосевная обработка семян гречихи регулятором роста Биодукс в условиях Урюпинского района Волгоградской области способствует увеличению урожайности крупяной культуры в смешанном посеве в среднем, на 30 % по отношению к контролю, в зависимости от сорта и погодных условий. Новый технологический прием, в условиях производства, подтверждает высокую эффективность применения стимулятора роста в смешанном посеве, который сыграл главную роль при получении высокой урожайности гречихи. Целесообразным способом для увеличения урожайности крупяной культуры является обработка посевного материала гречихи рабочим раствором Биодукс 10 л /т семян и смешанный посев при соотношении компонентов 1,5 : 1,0.

Библиографический список

1. Варлахова, Л.Н. Технологические качества новых крупноплодных сортов гречихи [Текст] / Л. Н. Варлахова, С. В. Бобков и др. // Земледелие. – 2012. – №5. – С. 40-44.
2. Гамбург, К.З. Регуляторы роста растений [Текст] / К.З. Гамбург; под ред. Г.С. Муромцева. – М.: Колос, 1979. – 246 с.
3. Дегтярева, Е.Т. Почвы Волгоградской области [Текст] / Е.Т. Дегтярева, А.Н. Жулидова. – Волгоград: Ниж. - Волж. кн. изд-во, 1970. – 320 с.
4. Детерминантные сорта гречихи нового поколения [Текст] / А.Н. Фесенко, Г.Е. Мартыненко, Н.В. Фесенко, В.И. Мазалов // Земледелие. – 2012. – № 5. – С. 38-39.
5. Елагин, И. Н. Агротехника гречихи [Текст] / И. Н. Елагин. – М.: Колос, 1984. – 127 с.
6. Моисейченко, В.Ф. Основы научных исследований в агрономии [Текст] / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова. – М.: Колос, 1996. – 336 с.
7. Перекрестов, Н.В. Почвенно-климатические условия ландшафтов Волгоградской области [Текст] : учебное пособие / Н.В. Перекрестов. – Волгоград: ВолГАУ, 2012. – 260 с.
8. Пожарский, В.Г. Способы увеличения доходов от возделывания сахарной свеклы с помощью регуляторов роста растений [Текст] / В. Г Пожарский // Сахарная свекла. – 2015. – № 5. – С. 34.
9. Прусакова, Л.Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами [Текст] / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная и др. // Агрохимия. – 2005. – №11. – С. 76-86.
10. Филин, В. В. Влияние насекомых опылителей на структуру урожая гречихи в зависимости от способов посева [Текст] / В. В. Филин, Г. С. Егорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №1. – С. 70-79.
11. Хазиев, А.З. Биодукс для обработки семян яровой пшеницы [Текст] / А.З. Хазиев // Защита и карантин растений. – 2015. – №4. – С. 38.

Reference

1. Varlahova, L. N. Tehnologicheskie kachestva novyh krupnoplodnyh sortov grechihi [Tekst] / L. N. Varlahova, S. V. Bobkov i dr. // Zemledelie. - 2012. - №5. - P. 40-44.
2. Gamburg, K. Z. Regulatory rosta rastenij [Tekst] / K. Z. Gamburg; pod red. G. S. Muromceva. - M.: Kolos, 1979. - 246 p.
3. Degtyareva, E. T. Pochvy Volgogradskoj oblasti [Tekst] / E. T. Degtyareva, A. N. Zhulidova. - Volgograd: Nizh. - Volzh. kn. izd-vo, 1970. - 320 p.

4. Determinantnye sorta grechihi novogo pokoleniya [Tekst] / A. N. Fesenko, G. E. Martynenko, N. V. Fesenko, V. I. Mazalov // Zemledelie. - 2012. - № 5. - P. 38-39.
5. Elagin, I. N. Agrotehnika grechihi [Tekst] / I. N. Elagin. - M.: Kolos, 1984. - 127 p.
6. Moisejchenko, V. F. Osnovy nauchnyh issledovanij v agronomii [Tekst] / V. F. Moisejchenko, M. F. Trifonova. - M.: Kolos, 1996. - 336 p.
7. Perekrestov, N. V. Pochvenno-klimaticheskie usloviya landshaftov Volgogradskoj oblasti [Tekst] : uchebnoe posobie / N. V. Perekrestov. - Volgograd: VolGAU, 2012. - 260 p.
8. Pozharskij, V. G. Sposoby uvelicheniya dohodov ot vozdeljvaniya saharnoj svekly s pomosh'yu regulatorov rosta rastenij [Tekst] / V. G. Pozharskij // Saharnaya svekla. - 2015. - № 5. - P. 34.
9. Prusakova, L. D. Regulyatory rosta rastenij s antistressovymi i immunoprotekturnymi svojstvami [Tekst] / L. D. Prusakova, N. N. Malevannaya i dr. // Agrohimiya. - 2005. - №11. - P. 76-86.
10. Filin, V. V. Vliyanie nasekomyh opylitelej na strukturu urozhaya grechihi v zavisimosti ot sposobov poseva [Tekst] / V. V. Filin, G. S. Egorova // Izvestiya Nizhne-Volzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - №1. - P. 70-79.
11. Haziev, A. Z. Bioduks dlya obrabotki semyan yarovoj pshenicy [Tekst] / A. Z. Haziev // Zashchita i karantin rastenij. - 2015. - №4. - P. 38.

E-mail: juliya1990.23@mail.ru

УДК 635.624:631.54:631.811.98

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГИДРОГЕЛЯ
НА ФОРМИРОВАНИЕ ВСХОДОВ ТЫКВЫ «ВОЛЖСКАЯ СЕРАЯ»
НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**
**THE RESULTS OF THE STUDY IMPACT OF HYDROGEL ON THE FORMATION
OF THE GERMINATION OF PUMPKIN SEEDS «GREY VOLGA»
ON LIGHT-BROWN SOILS OF THE VOLGOGRAD AREA**

**В.И. Филин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.А. Коновалов, соискатель**

**А.Н. Цепляев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.П. Тибирьков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

V.I. Filin, A.A. Konovalov, A.N. Tseplyaev, A.P. Tibirkov

*Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd State Agrarian University*

Представлены результаты исследований по определению сроков всходов семян тыквы и последующего развития растений при использовании гидрогеля. Для выявления эффекта от применения гидрогеля проведено сравнение показателей при посеве семян с гидрогелем и на контроле - без него. На основе экспериментальных данных получены математические выражения в виде уравнений регрессии, позволяющие спрогнозировать предполагаемые сроки всходов и динамику развития растений. Установлено, что при применении гидрогеля всходы растений тыквы на 9-й день составляют до 98 %, а без него не превышают 78 %. Динамика последующего формирования всходов тыквы с гидрогелем существенно выше, чем без него.

The results of studies to determine the timing of pumpkin seed germination and subsequent development of plants using hydrogel are presented. To identify the effect of the use of hydrogel, a comparison of indicators for sowing seeds with hydrogel and control - without it. On the basis of experimental data obtained mathematical expressions in the form of regression equations to predict the expected timing of germination and dynamics of plant development. It was found that the use of hydrogel pumpkin seedlings on the 9th day up to 98 %, and without it does not exceed 78% at the same time. The dynamics of the subsequent hydrogel is significantly higher than without it.

Ключевые слова: семена тыквы, сополимерные материалы, полевая всхожесть, динамика роста, коэффициент замедления, запасы влаги.

Key word: pumpkin seeds, copolymer materials, field germination, growth dynamics, deceleration rate, moisture reserves.

Введение. Многолетними наблюдениями за развитием растений сельскохозяйственных культур, и в частности растений тыквы, установлено, что особое значение для прорастания семян и последующего активного роста растений имеет влажность [1, 3, 4, 5]. При оптимальных температурах растения развиваются стабильно и по фазам роста в соответствии с биологическими особенностями. Однако уменьшение запасов продуктивной влаги в почве ниже 15 мм в слое 0...10 см приводит к замедлению появления всходов их роста, а в дальнейшем – даже к гибели. Поэтому для поддержания нормальной влажности почвы в определенный период используют сополимерные материалы (гидрогель). Это вещество способно накапливать влагу в больших объемах (1 г вещества способен поглотить 200 г воды), а в последующем подавать её к корням растений. Сравнение результатов при применении гидрогеля и на контроле без него указывает на существенное повышение на определенную дату полевой всхожести семян (до 98 %), на контроле 78 %, а также темпов последующего развития растений.

Полученные экспериментальные данные использованы для вывода уравнений регрессии, по которым можно спрогнозировать сроки появления всходов и развитие вегетативной части растений тыквы.

Материалы и методы. Информационная база для оценки и вывода уравнений регрессии по развитию растений тыквы сформирована путем сбора экспериментального материала, его статистической обработки в соответствии с нормативной документацией.

Результаты и обсуждение. Бахчеводство в Волгоградской области занимает в сельскохозяйственном производстве одно из наиболее значимых мест. Этому способствовали благоприятный климат и достаточно плодородные почвы. Однако в последнее время, в связи с существенным изменением климата, в регионе всё чаще наблюдаются засушливые годы, что оказывает негативное влияние на урожайность всех бахчевых культур, при этом наибольший недобор урожая характерен для тыквы вследствие низкой полевой всхожести семян.

Исходя из этого необходимо установить некоторые закономерности развития растений тыквы от заделки семян в почву до формирования пяти листьев. Именно этот период позволяет судить о возможности последующего развития растений [2].

Появившиеся растения тыквы вначале используют питательные вещества семядолей. Корни всходов развиваются интенсивно до первого настоящего листа. После этого формируется вегетативная часть растений. Однако в большей степени все зависит от агроклиматических условий и иногда при низких температурах, особенно ночных (не выше 15⁰ С), а также малом обеспечении влагой формирование первого листа наблюдается только на пятый день, а иногда и позднее. Последующее появление очередных листьев обычно наблюдается через каждые 3...4 дня [1].

Главная плеть формируется у бахчевых в период от 20...40 дней от появления всходов, а далее появляются боковые [3].

По результатам многолетних опытов, проведенных соискателем, выявлено, что время от появления всходов до образования плетей для сортов тыквы «Волжская серая» и «Зорька» составляет 22...24 дня, от плодообразования до созревания 70...80 дней, а общий период от всходов до созревания 118...130 дней, учитывая особенности сорта [4].

Более высокую точность в оценке прохождения межфазных периодов для разных сельскохозяйственных культур, в том числе и бахчевых, возможно получить при наличии хотя бы средних оценочных показателей агроклиматических условий в конкретных зонах [5, 6, 7]. Исследования эти строятся на методике программированного получения урожаев сельскохозяйственных культур и впервые использованы при обосновании фаз для озимой пшеницы, ячменя, кукурузы и т. д.

При этом следует учитывать, безусловно, состояние пахотного слоя почвы, обогащенного сополимером [8, 9].

Для более равномерного распределения гидрогеля следует определить технологию внесения сополимера, а также время его внесения (весна, осень) и способы (сплошное, локальное и др.) [10]. Опираясь на подробный анализ литературных источников по указанным вопросам, в последующем продолжали исследование по бахчевым культурам.

Важно знать нижний предел температур начала листообразования растений. Для бахчевых эта температура составляет 15°C .

Среди бахчевых культур наиболее устойчивыми к изменениям окружающей среды в условиях юга России являются различные сорта тыквы, особенно крупноплодные.

Межфазный период от посева до образования всходов выражается уравнением:

$$y = 12,2x + 80,3; \quad r = 0,82 \pm 0,02, \quad (1)$$

где y – сумма температур; x – межфазный период, дней.

Нижняя граница температуры оптимального роста растений выражается коэффициентом при « x ». Свободный член является суммой температур за период при посеве семян на глубину 4 см и запасах продуктивной влаги в слое почвы 0...10 см более 15 мм.

Сумма эффективных температур от начала появления ростка до всходов повышается на 9°C на каждый сантиметр глубины (сверх 4 см).

Зависимость увеличения сумм эффективных температур « y » от глубины посева семян « x » выражается уравнением регрессии:

$$y = 9,1x + 67,2; \quad r = 0,81 \pm 0,02. \quad (2)$$

Значит, сумма активных температур, требуемых в период «посев-всходы», с учетом глубины посева в пределах (4...8 см) будет выражаться уравнением:

$$T^0 = 80,3 + 9 \cdot (h - 4), \quad (3)$$

где 80,3 – сумма активных температур за период от посева семян до начала появления ростков при посеве на глубину 4 см, $^{\circ}\text{C}$; 9 – дополнительная сумма температур при повышении глубины посева на 1 см, $^{\circ}\text{C}$; h – фактическая глубина посева семян, см.

Большое значение для скорости прорастания и последующего оптимального роста растений имеет влажность почвы. С уменьшением влажности почвы ухудшается прорастание семян, замедляется рост, а величина периода «посев-всходы» увеличивается. Величина замедления развития растений определяется через отношение активных температур, необходимых при достаточном увлажнении ($w \geq 15$ мм в слое 0...10 см) к суммам активных температур, накопившихся за данный период при меньших запасах влаги ($w < 15$ мм):

$$K_w = \frac{\sum T_{w \geq 15}}{\sum T_{w < 15}}. \quad (4)$$

Значения K_w при различных запасах продуктивной влаги w в слое почвы 0...8 см представлены в таблице. Снижение коэффициента замедления роста в этот период существенно влияет на последующую динамику всходов любых сельскохозяйственных культур и, как следствие, приводит к недобору урожая. Исключить падение этого коэффициента при всходах и развитии растений невозможно из-за агроклиматических условий, а удержать его значение на некотором благоприятном для растений уровне возможно за счет применения гидрогеля.

При использовании гидрогеля значение коэффициента замедления $K_{\text{вт}}$ при падении запасов продуктивной влаги не изменяется достигнув величины 0,8, т.е. условия развития растений более благоприятные.

Таблица – Значения коэффициента замедления K_w

w , мм	15	14	13	12	11	10	9	8
K_w	1,00	0,93	0,86	0,79	0,72	0,65	0,58	0,51
$K_{вт}$	1,00	0,93	0,86	0,79	0,83	0,81	0,79	0,83

Полученные выражения подставляют в уравнение (3) и, учитывая увлажнение, оно примет вид:

$$T^0 = \frac{80,3 + 9 \cdot (h - 4)}{K_w} \quad (5)$$

Определение через сумму активных температур факторов, которые определяют скорость оптимального развития растений тыквы в период от посева до всходов, дает возможность определить продолжительность данного периода. Чтобы провести данный расчет, надо в знаменатель выражения (5) подставить среднюю температуру, уменьшенную на значение нижнего предела ($T-12$). Тогда величина периода «посев – всходы» (n дней) будет:

$$n = \frac{80,3 + 9 \cdot (h - 4)}{K_w \cdot (T - 12)} \quad (6)$$

Скорость прироста за сутки растений тыквы в зависимости от увлажнения, температуры и глубины посева семян примет вид:

$$\frac{1}{n} = \frac{K_w \cdot (T - 12)}{80,3 + 9 \cdot (h - 4)} \quad (7)$$

Дата появления всходов определится из выражения:

$$t = t_{noc} + \frac{80,3 + 9 \cdot (h - 4)}{K_w \cdot (T_{cp} - 12)}, \quad (8)$$

где t_{noc} – дата посева семян тыквы; h – глубина посева семян; K_w – коэффициент замедления развития растений; T_{cp} – средняя температура почвы.

Предложенное выражение позволяет определить и глубину посева семян, чтобы получить всходы через определенное число дней.

Однако чаще всего ориентируются на такую глубину посева, при которой обеспечиваются дружные всходы при минимальном периоде после посева. Важным фактором при этом является интенсивный рост сорных растений.

Момент дружного появления растений тыквы позволяет начать междурядную культивацию. В рядах механическую прополку проводят только при появлении у растений первого настоящего листа. Это обеспечивает минимальное повреждение культурных растений. Наблюдениями за развитием растений сельскохозяйственных культур, в том числе и тыквы, в период с 2013 г. по 2017 г. установлено, что всходы семян, высеванных с гидрогелем, достигают 98 %, а в опытах на ту же дату без его применения полевая всхожесть не превышала 78 %. В дальнейших наблюдениях за развитием растений отмечалась существенная динамика роста по опытам, в которых использовался гидрогель.

Тыква, как и большинство бахчевых культур, требовательна к теплу. Листообразование у неё проходит неравномерно. В различные периоды развития растений наблюдается как ускоренное, так и замедленное образование листьев. Эти процессы неравномерного роста называются аллометрическими.

Оптимальной температурой для нормального роста и развития растений тыквы считается 25...28 °С. При ее понижении до 15 °С скорость роста снижается, что в дальнейшем приводит к снижению урожайности.

Нижним пределом температуры периода листообразования считается 15 °С. Это значение и принято нами для определения суммы температур, требуемых для нормального развития растений.

Ранее было указано, что при появлении первых пяти листьев у растения наступает фаза «шатрик», после чего формируется главная плеть. При использовании гидрогеля особый интерес представляют два этапа: время от всходов до появления первого листа и время от первого листа до фазы «шатрик».

Большое влияние на первом этапе на начало появления всходов оказывает температура. Быстрый прирост растений наблюдался при температуре воздуха 15...28 °С. Значит, за оптимальную температуру развития растений можно принять 21 °С. В развитии растений до фазы «шатрик» особое значение имеет влажность. Поддержание её на допустимом уровне обеспечивается гидрогелем.

Многочисленными наблюдениями за листообразованием и температурой воздуха установлен нелинейный характер этой связи. Причем уравнение регрессии до появления первого листа в пределах температуры 15...28 °С имеет вид:

$$y = 0,01x_{\text{л}}^2 - 1,0x_{\text{л}} + 43,2; \quad r = 0,81 \pm 0,02, \quad (9)$$

где y – сумма активных температур; x – температура воздуха в пределах 15...28 °С.

Уравнение связи продолжительности периода «всходы-первый лист» представлено:

$$t_{\text{л}} = \frac{0,01x_{\text{л}}^2 - 1,0x_{\text{л}} + 43,2}{x_{\text{л}}}, \quad (10)$$

где $x_{\text{л}}$ – средняя активная температура (Т-15°) периода.

Выражение связи сумм активных температур межлистового периода «у» с температурой воздуха выше 15 °С имеет вид:

$$y = 0,1x_{\text{м}}^2 - 0,2x_{\text{м}} + 28; \quad r = 0,81 \pm 0,03. \quad (11)$$

Тогда выражение связи продолжительности межлистового периода с температурой воздуха имеет вид:

$$t_{\text{л}} = \frac{0,1x_{\text{м}}^2 - 0,2x_{\text{м}} + 28}{x_{\text{м}}}, \quad (12)$$

где $x_{\text{м}}$ – средняя активная температура (Т-15°) периода.

Однако в межлистовой период от появления всходов до фазы шатрик следует учитывать и коэффициент замедления роста за счет падения продуктивных запасов влаги. Зависимость в этом случае достаточно сложная, однако с практической точки зрения и лабораторными исследованиями определено, что значение K_w 1,0...0,8 не увеличивает время появления последующих листьев. Дальнейшее его снижение приводит к существенному замедлению роста растений, а зависимость представляется уравнением:

$$t_{\text{м}} = \frac{(0,1x_{\text{м}}^2 - 0,2x_{\text{м}} + 28) \cdot (m - 1)}{x_{\text{м}} \cdot K'_w}, \quad (13)$$

где m – число листьев растений; K'_w – значение коэффициента замедления от 0,8 до 0,5 – соответственно.

Продолжительность периода от массового появления всходов до фазы «шатрик» будет определена уравнением:

$$\sum t = \frac{0,01x_{\text{л}}^2 + x_{\text{л}} + 43,2}{x_{\text{л}}} + \frac{(0,1x_{\text{м}}^2 - 0,2x_{\text{м}} + 28) \cdot (m-1)}{x_{\text{м}} \cdot K'_w}. \quad (14)$$

Общая величина периода от посева до образования фазы «шатрик» рассчитывается по уравнению:

$$\sum t = \frac{80,3 + 9 \cdot (h-4)}{K_w \cdot (T_{\text{ср}} - 12)} + \frac{0,01x_{\text{л}}^2 + x_{\text{л}} + 43,2}{x_{\text{л}}} + \frac{(0,1x_{\text{м}}^2 - 0,2x_{\text{м}} + 28) \cdot (m-1)}{x_{\text{м}} \cdot K'_w}. \quad (15)$$



а)



б)

Рисунок – Общий вид растений тыквы «Волжская серая»

а) посевы с гидрогелем; б) посевы без гидрогеля

Результаты проведенных опытов показали, что семена тыквы крупноплодной высеянные с гидрогелем, взошли с 98 % полевой всхожестью с глубины 6 см через 9 дней после посева, а без гидрогеля при тех же условиях посева, полевая всхожесть не превышала 78 % через те же 9 дней.

Последующие наблюдения за развитием тыквы показали, что на 16...17-й день после появления всходов, обогащённых гидрогелем, растения достигли фазы «шатрик», а без гидрогеля развивались медленней и указанной фазы достигли только на 20...21-й день.

Заключение. На основании теоретического анализа по изучению фаз развития тыквы «Волжская серая» получены уравнения регрессии. Используя данные уравнения можно предварительно определить сроки появления всходов растений и последующую динамику их роста. По результатам опытов, при применении гидрогеля одновременно с посевом следует отметить, что всходы на 9 день после посева более дружные и составляют 98 %, при этом без гидрогеля полевая всхожесть не превышала 78 %. При последующем развитии растений, до фазы «шатрик», наблюдается также положительная тенденция варианта посевов тыквы, обогащенных гидрогелем, что подтверждается эмпирически полученной формулой (13).

Библиографический список

1. Лудилов, В. А. Апробация бахчевых культур [Текст] : справ. пособие / В. А. Лудилов, Ю. А. Быковский ; под ред. С. С. Литвинова ; РАСХН, ВНИИО. – М. : РАСХН, 2007. – 184 с.
2. Медведев, Г.А. Бахчеводство [Текст]: учеб. / Г.А. Медведев, А.Н. Цепляев. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 192 с.

3. Особенности формирования биомассы тыквы при использовании регуляторов роста и гидрогеля на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья [Текст] / А.А. Коновалов, А.Н. Цепляев, А.П. Тибирьков, В.И. Филин // Актуальные направления научных исследований в АПК: от теории к практике: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград, 10 ноября 2017 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – Ч. 1. – С. 27-32.

4. Особенности формирования плодов тыквы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья [Текст] / А.А. Коновалов, А.Н. Цепляев, В.И. Филин, А.П. Тибирьков // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 1 (33). – С. 40-45.

5. Совершенствование технологии возделывания ярового ячменя Волгоградский 08 при использовании новых агроприемов влагосбережения: отчет о результатах НИР (промежуточ.): 42-44 / ФГБОУ ВО ВолГАУ; рук. А.П. Тибирьков; исполн.: Н.И. Кирпо, А.Г. Кузин, К.В. Шиyanov, А.А. Коновалов. – Волгоград, 2016. – 35 с.

6. Тимошенко, В.В. Перспективы использования влагоудерживающих сополимеров при возделывании сельскохозяйственных культур в засушливых зонах [Текст] / В.В. Тимошенко, А.А. Коновалов // Материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей, посвященной 70-летию Волгоградского государственного аграрного университета (Волгоград, апрель 2014 г.) / ФГБОУ ВО ВолГАУ. – Волгоград, 2014. – Ч. 1. – С.169-171.

7. Тимошенко, В.В. Повышение урожайности пропашных культур путем внесения в почву гидрогеля [Текст] / В.В. Тимошенко, А.А. Коновалов // Материалы XVIII Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 5 ноября – 8 ноября 2013 г.) / ФГБОУ ВО ВолГАУ. – Волгоград, 2014. – С.109-112.

8. Тибирьков, А.П. Влияние полимерного гидрогеля и условий минерального питания на урожай и качество зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах [Текст] / А.П. Тибирьков, В.И. Филин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №3. – С. 66-70.

9. Тибирьков, А.П. Оптимизация плотности пахотного горизонта при использовании полимерного гидрогеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья [Текст] / А.П. Тибирьков, В.И. Филин // Materials of the conference «Topical areas of fundamental and applied research II». – Vol. 3. - spc Academic.-P.88-91. (CreateSpace 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29406 2013).

10. Цепляев, А.Н. Анализ существующих технологий внесения сополимеров и перспективы их использования [Текст] / А.Н. Цепляев и др. // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2014. – Т.3. – 488 с.

Reference

1. Ludilov, V. A. Aprobaciya bahchevyh kul'tur [Tekst] : sprav. posobie / V. A. Ludilov, Yu. A. Bykovskij ; pod red. S. S. Litvinova ; RASXN, VNIIO. - M. : RASXN, 2007. - 184 p.

2. Medvedev, G. A. Bahchevodstvo [Tekst] : ucheb. / G. A. Medvedev, A. N. Ceplyaev. - SPb.: Izdatel'stvo "Lan", 2014. - 192 p.

3. Osobennosti formirovaniya biomassy tykvy pri ispol'zovanii regul'yatorov rosta i gidrogelya na svetlo-kashtanovyh pochvah Volgo-Donskogo mezhdurech'ya [Tekst]/A. A. Kononov, A. N. Ceplyaev, A. P. Tibir'kov, V. I. Filin//Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovaniy v APK: ot teorii k praktike: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, Volgograd, 10 noyabrya 2017g. - Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2017. - Chast' 1. - P. 27-32.

4. Osobennosti formirovaniya plodov tykvy na svetlo-kashtanovyh pochvah Volgo-Donskogo mezhdurech'ya [Tekst] /A. A. Kononov, A. N. Ceplyaev, V. I. Filin, A. P. Tibir'kov // Problemy razvitiya APK regiona. - 2018. - № 1 (33). - P. 40-45.

5. Sovershenstvovanie tehnologii vozdel'yvaniya yarovogo yachmenya Volgogradskij 08 pri ispol'zovanii novyh agropriemov vlagosberezeniya: otchet o rezul'tatah NIR (promezhutoch.): 42-44 [Tekst]/ FGBOU VO VolGAU; ruk. A. P. Tibir'kov; ispoln.: N. I. Kirpo, A. G. Kuzin, K. V. Shiyanov, A. A. Kononov. - Volgograd, 2016. - 35 p.

6. Timoshenko, V. V. Perspektivy ispol'zovaniya vlagouderzhivayuschih sopolimerov pri vozdeystvii sel'skoxozyajstvennyh kul'tur v zasushlivykh zonakh [Tekst] / V. V. Timoshenko, A. A. Konovalov // Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh issledovatelej, posvyaschennoj 70-letiyu Volgogradskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Volgograd, aprel' 2014 g.) / FGBOU VO VolGAU. - Volgograd, 2014. - Chast' 1. - P.169-171.

7. Timoshenko, V. V. Povyshenie urozhajnosti propashnyh kul'tur putem vneseniya v pochvu gidrogelya [Tekst] / V. V. Timoshenko, A. A. Konovalov // Materialy XVIII Regional'noj konferencii molodyh issledovatelej Volgogradskoj oblasti (Volgograd, 5 noyabrya - 8 noyabrya 2013 g.) / FGBOU VO VolGAU. - Volgograd, 2014. - P. 109-112.

8. Tibir'kov A. P., Vliyanie polimernogo gidrogelya i uslovij mineral'nogo pitaniya na urozhaj i kachestvo zerna ozimoy psheicy na svetlo-kashtanovykh pochvakh [Tekst] / A. P. Tibir'kov, V. I. Filin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №3. - P. 66-70.

9. Tibir'kov, A. P. Optimizatsiya plotnosti pahotnogo gorizonta pri ispol'zovanii polimernogo gidrogelya na svetlo-kashtanovykh pochvakh Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. P. Tibir'kov, V. I. Filin // Materials of the conference "Topical areas of fundamental and applied research II". - Vol. 3. - spc Academic. - R.88-91. (CreateSpace 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29406 2013).

10. Ceplyaev, A. N. Analiz suschestvuyuschih tehnologij vneseniya sopolimerov i perspektivy ih ispol'zovaniya [Tekst] / A. N. Ceplyaev i dr. // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Nauchnye osnovy strategii razvitiya APK i sel'skih territorij v usloviyakh VTO" - 2014. - T.3. - 488 p.

E-mail: can_volgau.mail.ru

УДК 619:618:636.32/38.082.232

ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

THE WOOL PRODUCTIVITY OF YOUNG SHEEP OF DIFFERENT ORIGIN

В.В. Абонеев¹, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН

Н.Г. Чамурлиев², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Ю.А. Колосов³, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В.В. Марченко⁴, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Д.В. Абонеев¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Р.П. Ларионов¹, аспирант

V.V. Aboneev¹, N. G. Chamurliiev², J.A. Kolosov³,

V.V. Marchenko⁴, D.V. Aboneev¹, R.P. Larionov¹

¹Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии

²Волгоградский государственный аграрный университет

³Донской государственный аграрный университет,

Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский

⁴Всероссийский НИИ племенного дела, г. Москва

¹Krasnodar scientific center for animal husbandry and veterinary,

²Volgograd State Agricultural University,

³Don State Agricultural University

⁴Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut plemennogo dela

Представлены материалы, характеризующие уровень и качество шерстной продуктивности в товарных стадах овец кавказской породы и их помесей с баранами-производителями ставропольской, советский меринос и северокавказской мясошерстной пород. Установлено, что использование генетических ресурсов лучших племенных стад в товарном тонкорунном овцеводстве обеспечивает положительные изменения уровня и качества шерстной продуктивности

помесного потомства. Настриг чистой шерсти яркок, полученных в результате скрещивания тонкорунных маток с баранами полутонкорунного направления продуктивности, был выше, чем у яркок, полученных от спаривания тонкорунных маток с тонкорунными баранами-производителями на 160-390 г или на 7,2-19,5 % ($P>0,05$; $P<0,001$). Среди тонкорунных помесей 2 и 3 групп превосходство по этому показателю имели потомки баранов-производителей породы советский меринос. В этой же группе сформированы и лучшие качественные параметры шерстяного сырья. Авторы рекомендуют дифференцированный подход при разработке программ селекции в зависимости от складывающейся конъюнктуры рынка.

The article presents the materials characterizing the level and quality of wool productivity in commercial flocks of sheep of Caucasian breed and their hybrids with sheep-producers of Stavropol, Soviet Merino and North Caucasian meat-coated breeds. It is established that the use of genetic resources of the best breeding herds in commercial fine-wool sheep provides positive changes in the level and quality of wool productivity of crossbreed offspring. For astrigo scoured wool, descendants, derived from crosses of fine-wool ewes with rams of the North Caucasian masochistic breed, superior to bright obtained from the mating of fine-wool ewes with fine wool sheep producers, respectively, 0.16 to 0.39 kg or 7.2 of -19.5% ($P>0.05$; $P<0.001$). Amongst the fine crosses were more productive daughters from manufacturers breed Soviet Merino. The best quality parameters of wool raw materials are formed in the same group. The authors recommend a differentiated approach in the development of breeding programs depending on the emerging market conditions.

Ключевые слова: овцы, породы и помеси, шерсть, настриг, длина, тонина, прочность.

Key words: sheep, breeds and hybrids, wool, shearing, length, tonin, strength.

Введение. Несмотря на изменения приоритетов производства продукции овцеводства, продиктованных ценовой политикой в пользу баранины, актуальной задачей мериносового овцеводства продолжает оставаться увеличение показателей шерстной продуктивности овец с одновременным совершенствованием её качества [4, 5, 9-12]. Уровень шерстной продуктивности тонкорунных и полутонкорунных овец характеризует настриг шерсти в физической массе и мытом волокне, величина которого обусловлена многими, в том числе и генетическими факторами. Одним из таких факторов является промышленное скрещивание, обогащающее геном и формирующее новые перспективы продуктивности овец [1, 3, 6]. В одном из исследований, проведенном по аналогичной научной тематике, был выявлен положительный эффект повышения гетерозиготности у потомства от кроссинга маток кавказской породы с баранами северокавказской мясошерстной породы и манычский меринос. Преимущество гетерозигот над чистопородными ярками материнской породы по физическому настригу шерсти составило 6,0 % и 3,9 %, а в чистом волокне – 11,6 % и 5,4 % соответственно [2].

Учитывая существенные изменения социально-экономических и организационно-хозяйственных условий в различных регионах нашей страны, нами была поставлена задача: определить результативность изменения показателей шерстной продуктивности потомства, полученного от промышленного скрещивания тонкорунных и полутонкорунных овец.

Материалы и методы. Исследования проводились в СПК (колхоз) «Новомарьевский» Шпаковского района Ставропольского края. Для этого была создана опытная отара овцематок кавказской породы, которую разделили на три группы численностью от 115 до 122 голов. Овцематок 1, 2 и 3 групп осеменяли баранами северокавказской мясошерстной породы (СКМШ), советский меринос (СМ) и ставропольской пород (СТ), завезенных из ПЗ «Восток» (1 группа), колхоза ПЗ им. Ленина Арзгирского района (2 группа) и колхоза ПЗ «Вторая пятилетка» Ипатовского района (3 группа).

Физический настриг шерсти (ФНШ) определяли у каждой ярки во время стрижки путем взвешивания. Таксат (ВЧШ) определяли в лабораторных условиях по образцам шерсти, отобранным методом случайной выборки во время бонитировки у 10 % животных из каждой подопытной группы. Настриг мытой шерсти (НЧШ) вычисляли по формуле: $ВЧШ = НЧШ / ФНШ \times 100$. Длину шерсти измеряли во время бонитировки у всех подопытных животных с точностью до 5 мм. Диаметр поперечного сечения измеряли во время бонитировки экспертным методом и, помимо этого, в качестве контроля – у 10 % ярок из каждой группы – путем лабораторного определения. В основу оценки была положена методика комплексной оценки рун племенных овец (1991). Для определения прочности шерстных волокон методом случайной выборки отбирали образцы шерсти у 10 ярок подопытных групп. Далее их исследовали в лабораторных условиях на динамометре ДШ-3М по методике ВНИИОК (1991). Цифровые материалы обрабатывали методами вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969).

Результаты и обсуждение. Взвешивание рун в период стрижки, определение выхода чистой шерсти в лабораторных условиях и математический расчёт количества мытого волокна позволили установить определённые различия между группами подопытных животных разных генотипов (таблица 1). Животные 1 группы превосходили сверстниц 2 и 3 групп по настригу шерсти в оригинале на 0,11 и 0,35 кг соответственно, что составляет 2,8 и 9,6 % при математически достоверной разнице между животными 1 и 3 групп. Показатель выхода чистой шерсти зеркально отражал установленное соотношение между группами.

Таблица 1 – Основные показатели шерстной продуктивности ярок

Группа	n	Настриг шерсти, кг		Выход чистой шерсти, %
		физический	в чистом волокне	
1	54	4,00±0,24	2,39±0,09	59,70
2	56	3,89±0,15	2,23±0,07	57,38
3	53	3,65±0,20	2,00±0,06	54,90

Оценка результатов стрижки и лабораторных исследований образцов шерсти позволила установить, что по настригу шерсти в чистом волокне помеси 1 группы превосходили сверстниц, полученных от осеменения овцематок подопытных групп семенем баранов пород советский меринос и ставропольская (2 и 3 группы), соответственно, на 160 и 390 г или на 7,2 и 19,5 % ($P > 0,05$; $P < 0,001$). У животных этих групп выше продуктивные качества зафиксированы у молодняка КА х СМ. Уровень настрига чистого волокна у помесей от скрещивания мериносовых родителей был от баранов-производителей из ПЗ «им. Ленина» на 230 г или на 11,5 % ($P < 0,05$).

Из большого числа физико-технических свойств шерсти тонина в наибольшей степени определяет её технологическое назначение для промышленности. От этого качества шерсти зависит толщина пряжи и особенности вырабатываемых текстильных изделий. По мнению G.C. Klerk и др., достоинства и цена изделий на 80 % определяется тониной шерсти. В то же время корреляционные зависимости указывают на тесную связь этого свойства с другими показателями продуктивности животных [13, 14]. Именно тонина шерсти, её густота, а также длина шерсти и площадь тела овцы в решающей степени определяют величину шерстной продуктивности [8]. В связи с появлением дифференцированной цены на тонкую шерсть различного диаметра поперечного сечения этот признак в селекционном процессе стал одним из приоритетных. В проведённых исследованиях шерсть ярок с генотипом КА+СКМШ, как и предполагала рабочая гипотеза, оказалась на 0,91 ($P > 0,05$) и 1,97 ($P < 0,01$) мкм грубее, чем у сверстниц-помесей 2 и 3 подопытных групп (таблица 2).

Таблица 2 – Тонина шерсти ярков различного происхождения

Группа	n	Диаметр поперечного сечения, мкм		Разница в тонине бок - ляжка, в среднем мкм
		Бок	ляжка	
		$M \pm m$	$M \pm m$	
1	10	22,06±0,34	23,89±0,46	1,83
2	10	21,15±0,44	22,77±0,37	1,62
3	10	20,09±0,40	21,78±0,42	1,69

У помесных ярков 3 группы с генотипом КА+СТ, полученных от баранов ПЗ «Вторая Пятилетка», тонина шерсти была на 1 – 2 мкм тоньше, чем у помесей 1 и 2 групп. Шерсть молодняка всех подопытных групп характеризовалась прекрасной уравненностью. Различия в тонине между боком и ляжкой в среднем по исследованным образцам между группами не превышала 2 мкм. Некоторое превосходство по этому признаку было отмечено нами у молодняка 2 и 3 групп.

К числу главных технологических свойств шерсти, в наибольшей степени влияющих на величину шерстной продуктивности, относится длина. На факт взаимосвязи этих селекционных признаков у овец указывают как наши собственные исследования, так и выводы других учёных [8]. Установлено, что при полноценном кормлении и хорошем содержании овец длина шерсти достигает максимальной величины к годовалому возрасту. Длина шерсти определяет её возможную технологию переработки. Она зависит как от физиологического состояния организма, так и от типа волокон, присущих животным определённого направления продуктивности, а также в значительной мере от породы, пола, возраста, индивидуальных особенностей животных и сезонных особенностей роста шерсти. Среди отрицательных моментов повышения длины шерсти следует указать на её положительную корреляционную взаимосвязь с тониной шерсти: чем шерсть длиннее, тем выше вероятность того, что она будет более грубых сортиментов. Экспериментальным путём на овцах забайкальской породы было выявлено, что увеличение длины шерсти на 1 см приводит к повышению поперечного диаметра шерстных волокон на 0,12-0,22 мкм [7].

В эксперименте, проводившемся в СПК «Новомарьевский», нами было установлено, что наиболее высокой интенсивностью роста шерстных волокон в длину (таблица 3) характеризовались животные с генотипом КА+СКМШ. Их превосходство над молодняком КА+СМ и КА+СТ составляло 3,7-7,5 мм, или на 3,5...7,3 % при достаточно высоком уровне достоверности ($P > 0,05$; $P < 0,001$). Это следует считать закономерным, т. к. их отцы полутонкорунного направления продуктивности имели более грубую и длинную шерсть. Среди тонкорунного потомства 2 и 3 групп более длинной шерсть оказалась у ярков с генотипом КА+СМ. Однако различия были на уровне статистической погрешности ($P < 0,05$).

Таблица 3 – Естественная и истинная длина шерсти подопытного молодняка, см

Группа животных	N	Длина шерсти	
		естественная	истинная
		$M \pm m$	$M \pm m$
1	54	11,05±0,13	14,05±0,18
2	56	10,68±0,15	13,72±0,21
3	53	10,30±0,11	13,31±0,40

Овцеводам-селекционерам известен тот факт, что бараны-производители породы советский меринос из колхоза-племзавода им. Ленина Арзгирского района используются в системах разведения мериносов как улучшатели длины шерсти. Поэтому их потомки КА+СМ наследовали именно эти специфические особенности данного показателя.

Уровень прочности шерсти на разрыв регламентирован ГОСТ и является одним из важных технологических свойств шерстного сырья. Крепость шерстинок в рунной шерсти овец зависит от направления продуктивности, индивидуальных особенностей животных, диаметра шерстных волокон, условий кормления и содержания, а также в определённой мере от физиологического состояния животного. В наших исследованиях прочности шерсти у ярок разных генотипов мы установили, что она находилась на уровне оптимальных требований, предусмотренных ГОСТ (таблица 4). Межгрупповые различия были незначительными и согласовывались с результатами изучения тонины шерсти. Превышение прочности у ярок с генотипом КА+СКМШ составило 0,15 и 0,31 сН/текс, или 1,9 и 4,0 % по сравнению с подопытным молодняком 2 и 3 групп. Установленный уровень различия носил характер тенденции и являлся статистически недостоверным.

Таблица 4 – Прочность шерсти у ярок подопытных групп, сН/текс

Группа	n	Прочность шерсти на боку
		$M \pm m$
1	10	8,15±0,25
2	10	8,00±0,22
3	10	7,84±0,20

Различия между помесными ярками 2 и 3 групп с генотипами КА+СМ и КА+СТ были в пользу животных 2 группы, которые превосходили сверстниц, от баранов-производителей, завезённых из племенного завода «Вторая Пятилетка», по данному технологическому качеству на 0,16 сН/текс, или на 2,0 % ($P>0,05$).

Заключение. При разработке программ селекции следует руководствоваться задачами, которые решаются на каждом конкретном этапе работы со стадом и которые являются следствием запросов рынка. С целью повышения доходности от овец мериносовых товарных стад можно рекомендовать получение и использование в системах разведения животных с генотипом КА+СМ, полученных на основе овцематок кавказской породы. Если главной целью разведения овец является производство мясной продукции, то предпочтительно в товарном стаде овцематок кавказской породы прибегать к скрещиванию и использовать для этого генетические ресурсы северокавказской мясошерстной породы.

Библиографический список

1. Абонеев, В.В. Живая масса и шерстная продуктивность чистопородных и помесных тонкорунных овец в различные возрастные периоды [Текст]/ В.В. Абонеев, Р.М. Злыднева // Повышение продуктивности и племенных качеств с.-х. животных: сб. науч. тр. Ставроп. СХИ. – Ставрополь, 1988. – С. 35-38.
2. Абонеев, В.В. Сравнительная характеристика продуктивности овец кавказской породы и ее помесей с мясо-шерстными северокавказскими баранами [Текст]/ В.В. Абонеев, Л.Н. Скорых // Овцы. Козы. Шерстяное дело. – 2007. – № 3. – С. 4-7.
3. Абонеев, В.В. Эффективность использования баранов мясошерстных и мясных пород на кавказских матках товарных стад [Текст]/ В.В. Абонеев, Л.Н. Скорых, Д.В. Абонеев // Аграрная наука. – 2009. – №12. – С. 17-19.
4. Абонеев, В.В. Откормочные и мясные качества потомства разных вариантов подбора в товарных стадах [Текст]/ В.В. Абонеев, Л.Н. Скорых, Д. В. Абонеев // Зоотехния. – 2013. – №1. – С. 24.
5. Абонеева, Е.В. Экономический механизм повышения рентабельности производства продукции овцеводства [Текст]/ Е.В. Абонеева, В.В. Абонеев // Зоотехния. – 2014. – №7. – С. 28-30.
6. Болотников, Г.А. Шерстная продуктивность и качество шерсти ярок северокавказской мясо-шерстной породы и помесей с австралийскими коориделями [Текст] / Г.А. Болотников, И.И. Селькин // Овцы. Козы. Шерстяное дело. – 2005. – № 1. – С. 33-36.

7. Жилиякова, Г.М. Наследуемость и повторяемость хозяйственно полезных признаков у овец бурятского типа забайкальской породы в процессе их совершенствования [Текст]/ Г.М. Жилиякова // Проблемы и перспективы овцеводства и козоводства: материалы Международной научно-производственной конференции /СНИИЖК. – Ставрополь, 2005. – Ч. 1. – С. 65-71.
8. Жиряков, А.Н. Особенности роста шерсти при разном кормлении ягнят [Текст]/А.Н. Жиряков, В.Д. Мильчевский //Бюл. науч. работ /ВНИИ животноводства. – 1979. – Вып. 57. – 48 с.
9. Колосов, Ю.А. Использование отечественных генетических ресурсов для совершенствования мериносовых овец [Текст]: научно-практические рекомендации / Ю.А. Колосов, И.В. Засемчук, А.В. Бородин. – п. Персиановский, 2012.
10. Колосов, Ю.А. Некоторые исторические и современные аспекты мериносового овцеводства России [Текст] / Ю.А. Колосов, А.И. Клименко, В.В. Абонеев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2014. – № 2. – С. 2-13.
11. Кремер, И.Э. Формирование товарной ценности в процессе стрижки овец и классировки рун [Текст]/ И.Э. Кремер, Б.С. Кулаков // Сб. науч. тр. /СНИИЖК. – Ставрополь, 2004. – С. 64-67.
12. Логинова, Т.И. Корреляционная зависимость длины шерсти с продуктивностью баранов различных пород [Текст]/ Т.И. Логинова // Тр. ВНИИОК, – 1973. – Вып. 4. – С. 112 – 114.
13. Effects of melanocortin-4 receptor gene on growth and meat traits in pigs raised in Russia / A. Klimenko, L. Getmantseva, Y. Kolosov, O. Tretyakova, S. Bakoev, A. Usatov, O. Kostjunina, N. Zinovieva //American Journal of Agricultural and Biological Science. – 2014. – Т. 9. – № 2. – С. 232-237.
14. Klerk, G.C. Our Merino wool is too strong / G.C. Klerk // Earm. in South Africa. – 1968. – Vol. 15. – № 3. – P. 227-232.

Reference

1. Aboneev, V. V. Zhivaya massa i sherstnaya produktivnost' chistopородnyh i помесnyh тонкорунных овец в различные возрастные периоды [Текст]/ V. V. Aboneev, R. M. Zlydneva // Povyshenie produktivnosti i plemennyh kachestv s. - h. zhivotnyh: sb. nauch. tr. Stavrop. SXI. - Stavropol', 1988. - S. 35-38.
2. Aboneev, V. V. Sravnitel'naya harakteristika produktivnosti ovec kavkazskoj породы i ee помесей s myaso-sherstnymi severokavkazskimi baranami [Текст]/ V. V. Aboneev, L. N. Skoryh // Ovcy. Kozy. Sherstyanoe delo. - 2007. - № 3. - S. 4-7.
3. Aboneev, V. V. Jeффективност' ispol'zovaniya baranov myasosherstnyh i myasnyh пород na kavkazskih matkah tovarnyh stad [Текст]/ V. V. Aboneev, L. N. Skoryh, D. V. Aboneev //Agrarnaya nauka. - 2009. - №12. -S. 17-19.
4. Aboneev, V. V. Otkormochnye i myasnye kachestva potomstva raznyh variantov podbora v tovarnyh stadah [Текст]/ V. V. Aboneev, L. N. Skoryh, D. V. Aboneev // Zootehniya. - 2013. - №1. - S. 24.
5. Aboneeva, E. V. Jekonomicheskij mehanizm povysheniya rentabel'nosti proizvodstva produkcii ovcevodstva [Текст]/ E. V. Aboneeva, V. V. Aboneev //Zootehniya. - 2014. - №7. - S. 28-30.
6. Bolotnikov, G. A. Sherstnaya produktivnost' i kachestvo shersti yarak severokavkazskoj myaso-sherstnoj породы i помесей s avstralijskimi kooridelyami [Текст] / G. A. Bolotnikov, I. I. Sel'kin // Ovcy. Kozy. Sherstyanoe delo. - 2005. - № 1. - S. 33-36.
7. Zhilyakova, G. M. Nasleduemost' i povtoryaemost' hozyajstvenno poleznyh priznakov u ovec buryatskogo tipa zabajkal'skoj породы v processe ih sovershenstvovaniya [Текст]/ G. M. Zhilyakova // Problemy i perspektivy ovcevodstva i kozovodstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii /SNIIZhK. - Stavropol', 2005. - Ch. 1. - S. 65-71.
8. Zhiryakov, A. N. Osobennosti rosta shersti pri raznom kormlenii yagnyat [Текст]/A. N. Zhiryakov, V. D. Mil'chevskij //Byul. nauch. rabot /VNII zhivotnovodstva. - 1979. - Vyp. 57. - 48 s.
9. Kolosov, Yu. A. Ispol'zovanie otechestvennyh geneticheskikh resursov dlya sovershenstvovaniya merinosovyh ovec [Текст]: nauchno-prakticheskie rekomendacii / Yu. A. Kolosov, I. V. Zasemchuk, A. V. Borodin. - p. Persianovskij, 2012.
10. Kolosov, Yu. A. Nekotorye istoricheskie i sovremennye aspekty merinosovogo ovcevodstva Rossii [Текст] / Yu. A. Kolosov, A. I. Klimenko, V. V. Aboneev // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. - 2014. - № 2. - S. 2-13.

11. Kremer, I. Je. Formirovanie tovarnoj cennosti v processe strizhki ovec i klassirovki run [Tekst]/ I. Je. Kremer, B. S. Kulakov // Sb. nauch. tr. /SNIIZhK. - Stav-ropol', 2004. - S. 64-67.
12. Loginova, T. I. Korrelyacionnaya zavisimost' dliny shersti s produktivnost'yu baranov razlichnyh porod [Tekst]/ T. I. Loginova // Tr. VNIIOK, - 1973. - Vyp. 4. - S. 112 - 114.
13. Effects of melanocortin-4 receptor gene on growth and meat traits in pigs raised in Russia / A. Klimenko, L. Getmantseva, Y. Kolosov, O. Tretyakova, S. Bakoev, A. Usatov, O. Kostjunina, N. Zinovieva // American Journal of Agricultural and Biological Science. – 2014. – T. 9. – № 2. – С. 232-237.
14. Klerk, G.C. Our Merino wool is too strong / G.C. Klerk // Earm. in South Africa. – 1968. – Vol. 15. – № 3. – P. 227-232.

E-mail: zootexnia@mail.ru

УДК 636.3.03.084:633.2.033

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОТКАРМЛИВАЕМЫХ БАРАНЧИКОВ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ПАСТБИЩА

PRODUCTIVITY OF FATTENED SHEEP IN CONDITIONS OF NATURAL PASTURE

А.Т. Варакин^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Д.К. Кулик¹, кандидат сельскохозяйственных наук

В.В. Саломатин¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А.А. Ряднов¹, доктор биологических наук, профессор

A.T. Varakin^{1,2}, D.K. Kulik¹, V.V. Salomatin¹, A.A. Ryadnov¹

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград

¹Volgograd State Agrarian University

²Federal Scientific Center of agroecology RAS

Проведенные исследования по изучению химического состава жмыхов показали, что в рыжиковом жмыхе низкоглюкозинолатных сортов, по сравнению с подсолнечным, были выше показатели содержания по сухому веществу, сырому жиру, сырой клетчатке, безазотистым экстрактивным веществам, а по содержанию сырого протеина в сравниваемых жмыхах практически не было существенных различий. В дальнейших исследованиях было выявлено, что в условиях естественного пастбища использование в рационе данного рыжикового жмыха вместо подсолнечного оказало положительное влияние на интенсивность роста и мясную продуктивность баранчиков. Причем, лучший результат по изучаемым вышеназванным показателям установлен у баранчиков, получавшим в составе рациона рыжиковый жмых в сочетании с селенорганическим препаратом ДАФС-25. В начале эксперимента в возрасте 3,5 месяцев у молодняка овец сравниваемых групп по показателю живой массы не было выявлено существенной разницы. По завершении эксперимента у молодняка в 8-месячном возрасте, получавшего рыжиковый жмых отдельно и в сочетании с препаратом ДАФС-25, средняя живая масса была соответственно больше на 0,64 и 1,44 кг, чем у овец контрольной группы, в составе рациона которых использовали подсолнечный жмых. У баранчиков опытных групп среднесуточный прирост живой массы соответственно повысился на 7,0 г или 5,47 % и 12,6 г или 9,84 % по сравнению с животными контрольной группы. За период опыта сохранность баранчиков в сравниваемых группах составила 100 %. У молодняка опытных групп также установлены более высокие показатели переваримости и использования питательных веществ рационов, чем в контрольной группе. Гематологические показатели во всех группах животных были в норме. В результате контрольного убоя подопытных овец было установлено, что по сравнению с контро-

лем в опытных группах были выше показатели по массе парной туши, массе внутреннего жира, убойной массе и убойному выходу. В условиях естественного пастбища экономическая эффективность откорма баранчиков в опытных группах повысилась по сравнению с контролем.

The conducted studies on the chemical composition of the oil cakes showed that in the red-fodder meal of low-glucosinolate varieties, the dry matter, raw fat, crude fiber, nitrogen-free extractives were higher than in the sunflower, and the content of crude protein in the compared pomace there were no significant differences. In further studies it was revealed that, in the conditions of natural pasture, the use of this fish meal in the ration instead of sunflower had a positive effect on the intensity of growth and the meat productivity of the sheep. Moreover, the best result for the above-mentioned indicators was established in lambs, who received rye cake together with the selenium compound DAFS-25 in the diet. At the beginning of the experiment, at the age of 3.5 months, in the young sheep of the compared groups, in terms of the live weight, there was no significant difference. At the end of the experiment, the young at 8 months of age who received the red-haired cake separately and in combination with the DAFS-25 preparation, the average live weight was correspondingly larger by 0.64 and 1.44 kg than in the sheep of the control group, used sunflower meal. In the sheep of experimental groups, the average daily gain of live weight increased accordingly by 7.0 g or 5.47% and 12.6 g or 9.84%, as compared to the animals in the control group. During the experience, the safety of the sheep in the compared groups was 100%. Experimental groups also have higher rates of digestibility and nutrient utilization in rations than in the control group. Hematologic parameters in all groups of animals were normal. As a result of control slaughter of experimental sheep it was found that, in comparison with the control, in the experimental groups, the parameters for the weight of the paired carcass, the mass of the internal fat, the slaughter mass and the slaughter yield were higher. In conditions of natural pasture, the economic efficiency of fattening of sheep in experimental groups increased, in comparison with the control.

Ключевые слова: баранчики, естественное пастбище, рыжиковый жмых, препарат ДАФС-25, рацион, живая масса, гематологические показатели.

Key words: lamb, natural pasture, red cake, DAFS-25 preparation, diet, live weight, haematological indices.

Введение. Продуктивность сельскохозяйственных животных и физиологическое состояние, качество производимой животноводческой продукции в значительной степени зависят от полноценности рационов, ассортимента потребляемых кормов и их питательной ценности [3, 5, 8].

Овцы, являясь пастбищными животными, хорошо потребляют растительность степных и полупустынных пастбищ. Поэтому особую значимость приобретает состояние пастбищных угодий. В природных условиях засушливого климата для дальнейшего развития овцеводства разрабатывают методы улучшения содержания животных на пастбищах и в местах отдыха, а также способы рационального использования кормовых угодий [1].

Для повышения эффективности использования кормов в конкурентных условиях рынка требуется использование высокобелковых кормовых средств, способствующих реализации генетически обусловленного потенциала продуктивности животных, снижению себестоимости получения продукции и повышению рентабельности производства [10]. При решении этой проблемы возможно применение на кормовые цели побочных продуктов масложировой промышленности, в частности рыжикового жмыха [6].

На эффективность откорма овец существенное влияние оказывает содержание в рационах основных питательных веществ, и в том числе минеральных [2, 9].

Восполнение минеральных веществ в рационах оказывает положительное влияние на продуктивность животных и приводит к снижению расхода кормов на продукцию [4, 7].

В связи с этим значительный научный и практический интерес представляет применение в овцеводстве высокобелковых и минеральных кормовых средств.

Цель проведенной работы – изучение интенсивности роста, физиологических показателей и мясной продуктивности баранчиков с введением в рационы рыжикового жмыха низкоглюкозинолатных сортов отдельно и в сочетании с селенорганическим препаратом ДАФС-25 (диацетофенонилселенидом).

Материалы и методы. Исследования были выполнены в ООО «Николаевское» Николаевского района Волгоградской области. В исследованиях использовали баранчиков волгоградской породы. Научно-хозяйственный опыт на животных провели методом групп. Для этого были сформированы три группы молодняка овец (25 баранчиков в каждой). Подбор овец в состав групп осуществляли с использованием принципа - пар-аналогов. В начале эксперимента в возрасте 3,5 месяцев молодняк овец I контрольной группы имел живую массу (в среднем на одну голову) - 27,8, II опытной группы – 27,6 и III опытной – 27,7 кг.

Научно-хозяйственный опыт на выращиваемых на мясо овцах продолжался 135 дней и состоял из следующих периодов (дней): предварительного – 10, переходного – 5 и главного – 120.

В предварительном периоде опыта выполняли проверку аналогичности подобранных в группы овец и им задавали основной рацион с использованием жмыха подсолнечного. В переходном периоде молодняку I контрольной группы задавали основной рацион с использованием жмыха подсолнечного, II опытной – основной рацион, в который вместо жмыха подсолнечного вводили рыжиковый (приучение), III опытной группы – основной рацион, в который вместо жмыха подсолнечного вводили рыжиковый совместно с селенорганическим препаратом ДАФС-25 (приучение). В главном периоде опыта овцам I группы задавали основной рацион с использованием жмыха подсолнечного, II группы – основной рацион, в котором вместо жмыха подсолнечного использовали рыжиковый, III группы – основной рацион, в котором вместо жмыха подсолнечного использовали комбинированную кормовую добавку: жмых рыжиковый совместно с препаратом ДАФС-25 (1,6 мг на 1 кг концентратов).

Результаты. В наших исследованиях были изучены химические составы жмыхов: подсолнечного по сравнению с рыжиковым низкоглюкозинолатных сортов. Результаты таких исследований показали, что в рыжиковом жмыхе были выше показатели содержания по сухому веществу на 3,1, сырому жиру – на 0,5, сырой клетчатке – на 0,1, безазотистым экстрактивными веществами – на 3,1 абсолютных процентов, чем в подсолнечном жмыхе – соответственно 90,2; 7,8; 12,9; 22,3 абсолютных процентов. По содержанию сырого протеина сравниваемые жмыхи существенно не различались.

В научно-хозяйственном опыте откорм молодняка овец волгоградской породы при введении в рационы испытуемых кормовых средств провели в пастбищный период (июль-ноябрь). Рационы для баранчиков были составлены согласно нормам кормления РАСХН.

В нашем эксперименте основной рацион у овец от 4-х до 6-ти месячного возраста во всех группах включал пастбищную траву (злаково-разнотравную) - 2,9 кг, ячменную дерть - 0,10 кг, минеральные добавки (поваренная соль и др.). Различие было в том, что в состав основного рациона молодняку I контрольной группы включали подсолнечный жмых - 0,08 кг, II опытной – в таком же количестве рыжиковый жмых низкоглюкозинолатных сортов, III опытной – комбинированную кормовую добавку: в таком же количестве рыжиковый жмых совместно с препаратом ДАФС-25.

Основной рацион у молодняка овец подопытных групп от 6-ти до 8-ми месячного возраста включал пастбищную траву (злаково-разнотравную) – 3,7 кг, ячменную дерть – 0,14 кг, минеральные добавки (поваренная соль и др.). Овцам I группы в состав рациона включали подсолнечный жмых – 0,07 кг, II группы – в таком же количестве рыжиковый жмых низкоглюкозинолатных сортов, III группы – комбинированную кормовую добавку: в таком же количестве рыжиковый жмых совместно с ДАФС-25.

Согласно полученным результатам, включение в рационы испытуемых кормовых средств положительно повлияло на показатель, характеризующий интенсивность роста овец (таблица 1).

Таблица 1 – Живая масса молодняка (n=25), кг

Группа	Возраст баранчиков, мес.		
	4	6	8
I контрольная	29,24 ± 0,27	37,22 ± 0,19	44,60 ± 0,32
II опытная	29,04 ± 0,25	37,50 ± 0,23	45,24 ± 0,28
III опытная	29,17 ± 0,22	37,81 ± 0,20	46,04 ± 0,29

В возрасте 6 месяцев у овец II группы изучаемый показатель в среднем был больше, чем в I группе, на 0,28 кг или 0,75 %. В этом же возрасте баранчики III опытной группы по изучаемому показателю превосходили I контрольную группу на 0,59 кг или 1,59 % ($P>0,95$).

По мере дальнейшего роста молодняка овец различия по показателю живой массы между группами увеличивались. В конце опыта средняя живая масса животных II и III групп была соответственно больше, чем в I, на 0,64 кг и 1,44 кг ($P>0,99$). Между молодняком II и III групп различие по изучаемому показателю составило 0,80 кг ($P=0,95$). Овцы опытных групп имели более высокую интенсивность роста.

У овец из II и III групп среднесуточный прирост живой массы повысился соответственно на 7,0 (5,47 %) и 12,6 г (9,84 %), по сравнению с I группой.

В исследованиях выявлено, что расход кормов на единицу прироста был выше у молодняка из контроля. Показатель сохранности овец в группах составил 100 %.

В исследованиях по изучению переваримости питательных веществ и их использования из рационов у молодняка овец было установлено, что по сравнению с контрольными аналогами более высокие изучаемые названные выше показатели имели баранчики опытных групп, и особенно III группы, получавшие в составе основного рациона комбинированную кормовую добавку: рыжиковый жмых низкоглюкозинолатных сортов совместно с препаратом ДАФС-25.

У молодняка овец сравниваемых групп показатели морфологического и биохимического состава крови были в норме. В сравнении с I группой, овцы II и III групп имели преимущество по содержанию эритроцитов соответственно на 0,33 и 1,88 %, лейкоцитов – на 0,58 и 0,81 %, гемоглобина – на 0,06 % и 3,34 % ($P>0,99$), общего белка – на 0,61 и 2,56 % ($P>0,99$). Данные по крови подопытных овец являются также подтверждением полученных результатов по увеличению их продуктивности, а именно интенсивности роста.

Согласно полученным результатам контрольного убоя баранчиков в возрасте 8 месяцев (по 3 животных из каждой группы), в опытных группах, по сравнению с контролем, были выявлены более высокие показатели по предубойной массе, массе парной туши, массе внутреннего жира, убойной массе и убойному выходу. При этом данные показатели были выше у овец III группы, получавших в составе основного рациона комбинированную кормовую добавку рыжиковый жмых низкоглюкозинолатных сортов совместно с препаратом ДАФС-25.

В условиях естественного пастбища повысилась экономическая эффективность откорма овец опытных групп по сравнению с контролем. Показатель себестоимости 1 кг прироста у молодняка II и III опытных групп составил соответственно 86,7 и 83,3 руб., что меньше по сравнению с I контрольной группой на 4,8 и 8,2 руб. Прибыль на одного баранчика во II и III группах составила 701,0 и 787,1 руб., что больше на 109,2 и 195,3 руб. в сравнении с I группой. Уровень рентабельности у откармливаемых овец опытных групп составил соответственно 49,9 и 56,0 %, что на 7,8 и 13,9 % выше, чем в контрольной группе.

Обсуждение. Таким образом, использование в условиях естественного пастбища для откармливаемых баранчиков взамен подсолнечного жмыха рыжикового низкоглюкозинолатных сортов и комбинированной кормовой добавки (рыжикового жмыха низкоглюкозинолатных сортов совместно с ДАФС-25) в указанных выше дозах способствовало полноценности кормления овец, что позволило повысить переваримость питательных веществ и их использование из рационов, а также положительно повлияло на гематологические показатели, продуктивность молодняка опытных групп. Лучший результат выявлен у овец, получавших в составе основного рациона рыжиковый жмых совместно с ДАФС-25.

Заключение. Следовательно, улучшаются показатели продуктивности молодняка овец, эффективность производства баранины с использованием в рационах рыжикового жмыха низкоглюкозинолатных сортов взамен подсолнечного и комбинированной кормовой добавки (рыжикового жмыха низкоглюкозинолатных сортов совместно с препаратом ДАФС-25).

Библиографический список

1. Власенко, М.В. Особенности микроклимата на пастбищах Среднего Дона, трансформированных насаждениями *Elaeagnus angustifolia* L. [Текст] / М.В. Власенко, С.Ю. Турко, А.К. Кулик // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 85-93.
2. Влияние кормовых добавок на продуктивные показатели баранчиков / Д.К. Кулик, А.Т. Варакин, В.В. Саломатин, Е.А. Харламова [Текст] // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: мат. Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – Т. 4. – С. 259-264.
3. Качество молока и продуктов его переработки, полученного от коров при скормливании нетрадиционных кормовых добавок [Текст] / А.И. Сивков, А.С. Филатов, К.В. Эзергайл, Е.А. Петрухина, А.Г. Мельников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 1 (49). – С. 204-210.
4. Кулик, Д.К. Продуктивные показатели баранчиков при выращивании на мясо в условиях естественного пастбища [Текст] / Д.К. Кулик, А.Т. Варакин, Е.А. Харламова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 174-179.
5. Организация полноценного кормления молочных коров Сахалинской области [Текст] / Г.А. Симонов, В.М. Кузнецов, В.С. Зотеев, А.Г. Симонов // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище: ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», 2017. – С. 1369-1371.
6. Переваримость питательных веществ корма при использовании в рационах цыплят-бройлеров рыжикового жмыха и растительного концентрата, обогащенных бишофитом [Текст] / С.И. Николаев, Р.Н. Муртазаева, Е.Ю. Гришина, Г.В. Волколупов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (43). – С. 117-123.
7. Повышение молочной продуктивности и качественных показателей молока за счет применения новых кормовых добавок [Текст] / И.Ф. Горлов, А.С. Мохов, Е.С. Воронцова, М.И. Сложенкина, А.Р. Каретникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 160-168.

8. Ресурсосберегающие технологии производства животноводческой продукции: монография [Текст] / А.Т. Варакин, Д.К. Кулик, Е.А. Харламова, В.В. Саломатин, М.А. Степурина. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – 224 с.

9. Способ выращивания на мясо молодняка овец [Текст] / Д.К. Кулик, А.Т. Варакин, В.В. Саломатин, Е.А. Харламова // Развитие животноводства – основа продовольственной безопасности: материалы национальной конф., посвящ. 80-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, профессора А.П. Коханова. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – Т. 2. – С. 41-46.

10. Эффективность производства молока с использованием льняного и рапсового жмыхов [Текст] / А.Т. Варакин, В.В. Саломатин, Е.А. Харламова, Т.А. Варламова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – Вып. 3. – С. 30-34.

Reference

1. Vlasenko, M. V. Osobennosti mikroklimata na pastbischah Srednego Dona, transformirovannyh nasazhdeniyami *Elaeagnus angustifolia* L. [Tekst] / M. V. Vlasenko, S. Yu. Turko, A. K. Kulik // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2016. - № 1 (41). - P. 85-93.

2. Vliyanie kormovyh dobavok na produktivnye pokazateli baranchikov / D. K. Kulik, A. T. Varakin, V. V. Salomatin, E. A. Harlamova [Tekst] // *Jekologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya: mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* – Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2017. – Т. 4. – P. 259-264.

3. Kachestvo moloka i produktov ego pererabotki, poluchennogo ot korov pri skarmlivanii netradicionnyh kormovyh dobavok [Tekst] / A. I. Sivkov, A. S. Filatov, K. V. Jezergajl', E. A. Petruhina, A. G. Mel'nikov [i dr.] // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2018. - № 1 (49). - P. 204-210.

4. Kulik, D. K. Produktivnye pokazateli baranchikov pri vyraschivanii na myaso v usloviyah estestvennogo pastbischa [Tekst] / D. K. Kulik, A. T. Varakin, E. A. Harlamova // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2017. - № 3 (47). - P. 174-179.

5. Organizaciya polnocennogo kormleniya molochnyh korov Sahalinskoj oblasti [Tekst] / G. A. Simonov, V. M. Kuznecov, V. S. Zoteev, A. G. Simonov // *Nauchno-prakticheskie puti povysheniya jekologicheskoy ustojchivosti i social'no-jekonomicheskoe obespechenie sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - s. Solenoe Zajmische: FGBNU "Pri-kaspijskij NII aridnogo zemledeliya"*, 2017. - P. 1369-1371.

6. Perevarimost' pitatel'nyh veschestv korma pri ispol'zovanii v racional'nyh cyplyat-brojlerov ryzhikovogo zhmyha i rastitel'nogo koncentrata, obogaschennyh bi-shofitom [Tekst] / S. I. Nikolaev, R. N. Murtazaeva, E. Yu. Grishina, G. V. Volkolupov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee profesional'noe obrazovanie*. - 2016. - № 3 (43). - P. 117-123.

7. Povyshenie molochnoj produktivnosti i kachestvennyh pokazatelej moloka za schet primeneniya novyh kormovyh dobavok [Tekst] / I. F. Gorlov, A. S. Mohov, E. S. Voroncova, M. I. Slozhenkina, A. R. Karetnikova // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2017. - № 3 (47). - P. 160-168.

8. Resursosberegayushchie tehnologii proizvodstva zhivotnovodcheskoj produkcii: monografiya [Tekst] / A. T. Varakin, D. K. Kulik, E. A. Harlamova, V. V. Salomatin, M. A. Stepurina. - Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2017. - 224 p.

9. Sposob vyraschivaniya na myaso molodnyaka ovec [Tekst] / D. K. Kulik, A. T. Varakin, V. V. Salomatin, E. A. Harlamova // *Razvitie zhivotnovodstva - osnova prodovol'stvennoj bezopasnosti: materialy nacional'noj konf., posvyasch. 80-letiyu so dnya rozhdeniya d-ra s. - h. nauk, professora A. P. Kohanova*. - Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2017. - Т. 2. - P. 41-46.

10. Jefferktivnost' proizvodstva moloka s ispol'zovaniem l'nyanogo i rapsovogo zhmyhov [Tekst] / A. T. Varakin, V. V. Salomatin, E. A. Harlamova, T. A. Varlamova // *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. - 2018. - Vyp. 3. - P. 30-34.

E-mail: zootexnia@mail.ru

УДК 636.5.033.087.7

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ
БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ
В РАЦИОН СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ**

**BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD CHARACTERIZING PROTEINS
OF CHICKEN-BROILERS WHEN INTRODUCING
A SELENIUM-CONTAINING PREPARATION IN THE RATION**

А.Ф. Злепкин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В.В. Саломатин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В.О. Паршкова, аспирант

A.F. Zlepkin, V.V. Salomatin, I.N. Parshkova

Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd State Agrarian University

В статье приведены результаты исследований по влиянию селеносодержащих препаратов (I опытная группа – ОР + селенит натрия; II опытная группа – ОР + ДАФС-25 и III опытная группа – ОР + «Селенопирин») на биохимические показатели крови, характеризующие белковый обмен у цыплят-бройлеров. Установлено, что цыплята-бройлеры I, II и III опытных групп в 40-дневном возрасте по содержанию общего белка в сыворотке крови превосходили цыплят-бройлеров контрольной группы соответственно на 0,55 (1,44 %; $P<0,05$); 0,87 (2,28 %; $P<0,01$) и 1,08 г (2,83 %; $P<0,001$), альбуминов – соответственно на 0,45 (2,83 %; $P<0,05$); 0,70 (4,40 %; $P<0,01$) и 0,92 г/л (5,78 %; $P<0,001$). В то же время существенной разницы по содержанию глобулинов в сыворотке крови у подопытных цыплят-бройлеров не установлено. Кроме того, они превосходили аналогов контрольной группы по А/Г коэффициенту. Активизация белкового обмена у цыплят-бройлеров опытных групп положительно сказалась на интенсивности их роста.

The results of studies on the effect of selenium-containing drugs (I test group-OR + sodium selenite, II test group-OR + DAFS-25 and III test group-OR + "Selenopyran") on biochemical blood indices, characterizing protein metabolism in chicken-broilers. It was established that the broiler chickens I, II and III of the test groups at the age of 40 days were larger than the broiler chickens of the control group by 0.55 (1.44%, $P<0.05$), respectively, in terms of total protein content in the blood serum; 0.87 (2.28%, $P<0.01$) and 1.08 g (2.83%, $P<0.001$), albumins - by 0.45 (2.83%, $P<0.05$), respectively, ; 0.70 (4.40%, $P<0.01$) and 0.92 g / l (5.78%, $P<0.001$). At the same time, there is no significant difference in the content of globulins in serum from experimental broiler chickens. In addition, they exceeded the analogues of the control group by the A / G ratio. The activation of protein metabolism in the chicken broilers of the experimental groups positively affected their growth rate.

Ключевые слова: рацион, цыплята-бройлеры, селеносодержащие препараты: селенит натрия, ДАФС-25, «Селенопирин» (СП-1); сыворотка крови, белковый обмен, общий белок, альбумины, глобулины, А/Г коэффициент.

Key words: ration, chicken-broilers, selenium-containing preparations: sodium selenite, DAFS-25, "Selenopyran" (SP-1); Serum, protein metabolism, total protein, albumins, globulins, A / G ratio.

Введение. Для нормального течения обменных процессов в организме птицы должны присутствовать в необходимых концентрациях и соотношениях минеральные элементы.

Известно, что при недостатке селена возникает более 20 заболеваний, характеризующихся нарушением микроциркуляции и увеличением проницаемости капиллярных и клеточных мембран. Это ведёт к отёчности, кровоизлияниям и изменению структуры клеток организма. Болезни селеновой недостаточности широко распространены

во многих странах и наносят большой экономический ущерб. К ним относят: беломышечную болезнь, экссудативный диатез, сердечную миопатию, токсическую дистрофию печени, некоторые энтериты, анемии, гемолиз эритроцитов, потерю остроты зрения, депрессии роста, патологию органов размножения [6].

Микроэлемент селен влияет на процессы тканевого дыхания, регулирует скорость течения окислительно-восстановительных реакций, повышает иммунологическую реактивность организма животных. Он участвует в обмене белков и жиров, а также регулирует обмен витамина Е и депонирование его в организме. Селен также необходим для поддержания функции мембран, биосинтеза белка на рибосомах и образования макроэргических соединений в митохондриях [6, 9, 10].

При этом в рационах для сельскохозяйственных животных и птицы до недавнего времени наиболее часто используемой формой селена являлся селенит натрия. Однако, наряду с положительным его действием на организм, данный препарат обладает также высокой токсичностью.

Малая степень депонирования селена из селенита натрия в органах и тканях, низкий биологический эффект и возможность токсикозов при передозировках этого препарата определили поиски синтетических производных селена с меньшей токсичностью [7].

В связи с этим исследования по изучению влияния селеносодержащих препаратов – селенита натрия, ДАФС-25 и «Селенопиран» (СП-1); на биохимические показатели крови, характеризующие белковый обмен у цыплят-бройлеров, являются актуальными.

Материалы и методы. Для проведения научно-хозяйственного опыта по методу аналогов были сформированы в суточном возрасте четыре группы цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» (контрольная и три опытные) по 50 голов в каждой. Срок выращивания молодняка составил 40 дней. Исследования на цыплятах-бройлерах были проведены в условиях АО «Птицефабрика Краснодонская» Иловлинского района Волгоградской области.

Опыт проводили по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество цыплят-бройлеров, голов	Продолжительность выращивания, дней	Особенности кормления цыплят-бройлеров
Контрольная	50	40	Полнорационный комбикорм (ПК)
I опытная	50	40	ПК + селенит натрия
II опытная	50	40	ПК + ДАФС-25
III опытная	50	40	ПК + «Селенопиран» (СП-1)

Кормление подопытных цыплят-бройлеров осуществлялось по четырёхфазной системе: первая фаза (ПК-0) – в возрасте с 1 по 4 день; вторая (ПК-2) – с 5 по 14 день; третья (ПК-5) – с 15 по 28 день; четвертая (ПК-6) – с 29 по 40 день.

Используемые в опыте полнорационные комбикорма для цыплят-бройлеров сравниваемых групп по набору ингредиентов, содержанию обменной энергии, питательных и биологически активных веществ были одинаковыми.

На протяжении научно-хозяйственного опыта контрольная группа цыплят-бройлеров, согласно фазам выращивания, получала полнорационный комбикорм (ПК); I опытная группа – ПК + селенит натрия в количестве 0,44 мг на 1 кг комбикорма; II опытная группа – ПК + ДАФС-25 из расчёта 0,889 мг на 1 кг комбикорма; III опытная

группа – ПК + «Селенопиран» (СП-1) в количестве 0,833 мг на 1 кг комбикорма. При этом селенсодержащие препараты вводили в полнорационные комбикорма в количестве, соответствующем 0,20 мг чистого селена в расчёте на 1 кг корма.

Условия содержания, параметры микроклимата, режим освещения, плотность посадки, фронт кормления и поения во всех группах были одинаковыми.

Для изучения биохимических показателей крови подопытных цыплят-бройлеров был произведён её забор в конце выращивания (40 дней).

Биохимические показатели крови у подопытных цыплят-бройлеров определяли по общепринятым методикам.

Материалы исследований были обработаны методом вариационной статистики [5].

Результаты и обсуждение. Как объект интеръерных исследований значительный интерес представляет кровь, состав которой характеризует различные стороны обмена веществ и функциональное состояние организма в целом [1].

Основные показатели крови позволяют судить о состоянии организма и его защитных возможностях, так как процессы, связанные с ростом, развитием и продуктивностью, всегда отражаются на морфологическом и белковом составе крови [4].

В процессе исследований было установлено, что селенсодержащие препараты оказывают благоприятное влияние на белковый обмен цыплят-бройлеров опытных групп (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание общего белка, альбуминов и глобулинов в сыворотке крови подопытных цыплят-бройлеров (n=6)

Группа	Общий белок, г/л	Альбумины		Глобулины		А/Г коэффициент
		г/л	относительные (%)	г/л	относительные (%)	
Контрольная	38,10±0,13	15,91±0,10	41,77±0,16	22,19±0,07	58,23±0,16	0,72±0,01
I опытная	38,65±0,21	16,36±0,12	42,33±0,12	22,29±0,11	57,67±0,12	0,73±0,01
II опытная	38,97±0,15	16,61±0,12	42,62±0,21	22,36±0,09	57,38±0,21	0,74±0,01
III опытная	39,18±0,16	16,83±0,14	42,95±0,24	22,35±0,10	57,05±0,24	0,75±0,01

Так, у цыплят-бройлеров I, II и III опытных групп в конце периода выращивания (40 дней) содержание общего белка в сыворотке крови было больше, по сравнению с аналогами контрольной группы, соответственно на 0,55 (1,44 %; $P<0,05$); 0,87 (2,28 %; $P<0,01$) и 1,08 г/л (2,83 %; $P<0,001$). Между опытными группами разница по содержанию общего белка в сыворотке крови составила 0,53 (1,37 %) и 0,21 г/л (0,54 %), в пользу III группы.

Повышение уровня белка в сыворотке крови цыплят-бройлеров опытных групп свидетельствует о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах в организме.

Об интенсивности и направленности белкового обмена в организме цыплят-бройлеров можно судить по содержанию альбуминов в сыворотке крови.

Самое высокое содержание альбуминов в сыворотке крови установлено у цыплят-бройлеров опытных групп. Так, у цыплят-бройлеров I, II и III опытных групп абсолютное содержание альбуминов в сыворотке крови было больше, чем у цыплят-бройлеров контрольной группы, соответственно на 0,45 (2,83 %; $P<0,05$); 0,70 (4,40 %; $P<0,01$) и 0,92 г/л (5,78 %; $P<0,001$). При этом между опытными группами преимуще-

ство по абсолютному содержанию альбуминов в сыворотке крови установлено у цыплят-бройлеров III группы, которые превосходили по данному показателю аналогов I и II групп соответственно на 0,47 (2,87 %; $P<0,05$) и 0,22 г/л (1,32 %).

Увеличение уровня альбуминов в сыворотке крови цыплят-бройлеров опытных групп говорит не только об активности синтеза тканевого белка организма, но и об усилении функциональной деятельности печени [4].

Альбумино-глобулиновый коэффициент (А/Г) характеризует физико-химические свойства крови и в значительной степени интенсивность обмена веществ в организме [8].

Этот показатель был выше у цыплят-бройлеров опытных групп и он свидетельствует об интенсивном обмене веществ в организме.

Так, цыплята-бройлеры I, II и III опытных групп по А/Г коэффициенту превосходили контрольную группу соответственно на 1,39; 2,78 и 4,17 %.

В то же время существенной разницы по абсолютному содержанию глобулинов в сыворотке крови у подопытных цыплят-бройлеров установлено не было.

Интенсивность белкового обмена в организме характеризует концентрация в сыворотке крови мочевины – конечного продукта белкового метаболизма [2].

Мочевина и креатинин характеризуют процесс деградации аминокислот в печени. Являясь метаболитами белкового обмена, они отражают зависимость между синтезом в организме белков собственных тканей и выведением с мочой конечных продуктов [3].

В процессе исследований установлено, что в конце периода выращивания (40-дневный возраст) у птицы I, II и III опытных групп содержание в сыворотке крови мочевины было ниже, чем в контрольной, соответственно на 0,24 (10,34 %; $P<0,05$); 0,27 (11,64 %; $P<0,05$) и 0,42 ммоль/л (18,10 %; $P<0,001$).

Снижение уровня мочевины в крови цыплят-бройлеров опытных групп, по сравнению с аналогами контрольной группы, указывает на более интенсивное накопление белка в организме за счёт белков собственных тканей [3].

Таблица 3 – Содержание мочевины и креатинина в сыворотке крови подопытных цыплят-бройлеров (n=6)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Мочевина, ммоль/л	2,32±0,07	2,08±0,07	2,05±0,05	1,90±0,08
Креатинин, мкмоль/л	34,58±0,17	33,87±0,11	33,37±0,20	33,12±0,11

При этом аналогичная закономерность была установлена в отношении креатинина. В сыворотке крови цыплят-бройлеров I, II и III опытных групп, в сравнении с контролем, меньше содержалось креатинина соответственно на 0,71 (2,05 %; $P<0,01$); 1,21 (3,50 %; $P<0,001$) и 1,46 мкмоль/л (4,22 %; $P<0,001$).

Креатинин – метаболит распада белков. Снижение данного показателя в пределах физиологической нормы указывает на преобладание процессов синтеза над процессами распада в организме.

Заключение. Введение в рационы цыплят-бройлеров селенсодержащих препаратов способствует активизации белкового обмена в организме. Так, цыплята-бройлеры опытных групп превосходили контроль по содержанию в сыворотке крови общего белка, альбуминов. У них также был выше и белковый индекс сыворотки крови.

Библиографический список

1. Влияние новых кормовых добавок на физиологические показатели и продуктивность лактирующих коров [Текст] / А.Т. Варакин, В.В. Саломатин, Е.А. Харламова, М.А. Степурина, М.В. Саломатина // Зоотехния. – 2014. – №1. – С. 12-14.
2. Влияние ростостимулирующих препаратов на белковый обмен у молодняка свиней [Текст] / А.Д. Теслина, Т.А. Ряднова, А.А. Ряднов, В.В. Саломатин // Ветеринария. – 2015. – №2. – С. 55-56.
3. Зяблицева, М.А. Кормление цыплят-бройлеров при добавлении микробиологических препаратов [Текст] / М.А. Зяблицева, А.А. Белооков // Птицеводство. – 2017. – №8. – С. 21-25.
4. Использование в рационах петухов тыквенного жмыха, обогащённого биодоступной формой йода [Текст] / З.Б. Комарова, Т.В. Берко, С.М. Иванов, Д.Н. Ножник // Птицеводство. – 2015. – №7. – С. 29-33.
5. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников [Текст] / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
6. Прохорова, Ю.В. Влияние селена на организм птицы [Текст] / Ю.В. Прохорова, А.В. Гавриков // Птицеводство. – 2015. – №10. – С. 9-11.
7. Рябчик, И. Селен – важный элемент для организма птицы [Текст] / И. Рябчик // Комбикорма. – 2009. – №3. – С. 69.
8. Саломатин, В.В. Селенорганические препараты Лар и Селенопирин и их влияние на гематологические показатели молодняка свиней [Текст] / В.В. Саломатин, А.А. Ряднов, Е.В. Петухова // Свиноводство. – 2012. – №5. – С. 44-46.
9. Саломатин, В. Влияние селенорганических препаратов на качество мяса свиней [Текст] / В. Саломатин, А. Ряднов // Комбикорма. – 2008. – №4. – С. 65.
10. Трифонов, Г. Влияние препаратов микроэлемента селена на воспроизводительные качества свиней [Текст] / Г. Трифонов, Е. Перунова // Свиноводство. – 2001. – №1. – С. 18-20.

Reference

1. Vliyanie novykh kormovykh dobavok na fiziologicheskie pokazateli i produktivnost' laktiruyuschih korov [Tekst] / A. T. Varakin, V. V. Salomatin, E. A. Harlamova, M. A. Stepurina, M. V. Salomatina // Zootehniya. - 2014. - №1. - P. 12-14.
2. Vliyanie rostostimuliruyuschih preparatov na belkovyj obmen u molodnyaka svinej [Tekst] / A.D. Teslina, T.A. Ryadnova, A.A. Ryadnov, V.V. Salomatin // Veterinariya. - 2015. - №2. - P. 55-56.
3. Zyabliceva, M. A. Kormlenie cyplyat-brojlerov pri dobavlenii mikrobiologicheskikh preparatov [Tekst] / M. A. Zyabliceva, A. A. Belookov // Pticevodstvo. - 2017. - №8. - P. 21-25.
4. Ispol'zovanie v racionah petuhov tykvennogo zhmyha, obogashchjonnogo biodostupnoj formoj joda [Tekst] / Z. B. Komarova, T. V. Berko, S. M. Ivanov, D. N. Nozhnik // Pticevodstvo. - 2015. - №7. - P. 29-33.
5. Plohinskij, N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootehnikov [Tekst] / N. A. Plohinskij. - M.: Kolos, 1969. - 256 p.
6. Prohorova, Yu. V. Vliyanie selen na organizm pticy [Tekst] / Yu. V. Prohorova, A. V. Gavrikov // Pticevodstvo. - 2015. - №10. - P. 9-11.
7. Ryabchik, I. Selen - vazhnyj jelement dlya organizma pticy [Tekst] / I. Ryabchik // Kombikorma. - 2009. - №3. - P. 69.
8. Salomatin, V. V. Selenorganicheskie preparaty Lar i Selenopiran i ih vliyanie na gematologicheskie pokazateli molodnyaka svinej [Tekst] / V. V. Salomatin, A. A. Ryadnov, E. V. Petuhova // Svinovodstvo. - 2012. - №5. - P. 44-46.
9. Salomatin, V. Vliyanie selenorganicheskikh preparatov na kachestvo myasa svinej [Tekst] / V. Salomatin, A. Ryadnov // Kombikorma. - 2008. - №4. - P. 65.
10. Trifonov, G. Vliyanie preparatov mikrojelementa selen na vosproizvoditel'nye kachestva svinej [Tekst] / G. Trifonov, E. Perunova // Svinovodstvo. - 2001. - №1. - P. 18-20.

E-mail: zootexnia@mail.ru

УДК 636.32/.38.087.7

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ОРГАНИЗМА
БАРАНЧИКОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ
ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ-КОНЦЕНТРАТОВ****PHYSIOLOGICAL INDICATORS AND RESISTANCE OF THE ORGANISM
OF BARANCIQUES AT THE CLEANING OF GRANULATED EXTRUDED
COMBINED CONCENTRATES****Н.Г. Чамурлиев¹**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**А.С. Филатов²**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**А.С. Шперов¹**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**Р.Н. Муртазаева¹**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**А.Р. Амирханян¹**, кандидат биологических наук, доцент**N.G. Chamurliev¹, A.S. Filatov², A.S. Shperov¹, R.N. Murtazaeva¹****A.R. Amirkhanyan¹**¹Волгоградский государственный аграрный университет²Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград¹Volgograd State Agrarian University²Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products

В последние годы отрасль овцеводства отнесена к приоритетным направлениям животноводства, так как производство баранины требует значительно меньше затрат по сравнению с говядиной и свининой. Увеличение объемов производства баранины непосредственно связано как с генетическим потенциалом животных, так и с организацией полноценного кормления. При этом особое значение имеет подготовка кормов к скормливаю. Широкое применение в рационах молодняка получили экструдированные корма на основе зерновых кормов. В наших исследованиях разработаны рецепты экструдированных комбикормов: концентратов на основе зерна ячменя с добавлением пивной дробины «ЭККО-ПД-СМ» и тыквенного жмыха «ЭККО-ТЖ-СМ». Включение их в состав рационов баранчиков не оказало отрицательного влияния на клинические и гематологические показатели животных и способствовало повышению естественной резистентности организма. Бактерицидная активность сыворотки крови у опытных баранчиков составила 47,61 и 48,51 % против 46,10 у контрольных животных, которым не скормливали гранулированные экструдированные корма. Максимальный показатель фагоцитарной активности установлен у баранчиков II группы 36,10 % против 35,40 у сверстников I опытной и 34,20 % у контрольных животных.

In recent years, the sheep industry has been categorized as a priority for livestock production, since lamb production requires significantly less expenditure compared to beef and pork. The increase in lamb production is directly related to both the genetic potential of animals and the organization of a full-fledged feeding. It is especially important to prepare feed for feeding. Extensive feeds on the basis of grain forage were widely used in young rations. In our studies, recipes for extruded mixed fodders - concentrates based on barley grain with addition of beer pellets "EKKO-PD-SM" and pumpkin cake "EKKO-TZH-SM" were developed. Their inclusion in the composition of diets of sheep did not adversely affect the clinical and hematological indices of animals and contributed to an increase in the natural resistance of the organism. The bactericidal activity of blood serum in experimental sheep was 47.61 and 48.51% compared to 46.10 in control animals that did not have granulated extruded feeds. The maximal index of phagocytic activity was established in the second group of sheep 36.10% versus 35.40 for the peers of the I-experimental and 34.20% in the control animals.

Ключевые слова: баранчики, экструдирование, пивная дробина, жмых подсолнечниковый, клинические и гематологические показатели, резистентность организма.

Key words: lamb, extruding, beer grains, sunflower oil cake, clinical and hematological indices, resistance of the organism.

Введение. Обеспечение населения России высококачественными белками животного происхождения является важнейшей задачей агропромышленного комплекса страны. Успешное решение этой проблемы невозможно без оптимизации кормовой базы и организации полноценного кормления животных [3, 4].

Как отмечают Чамурлиев Н.Г., Манджиева М.В. [7, 8, 9], наиболее простым и эффективным методом повышения питательной ценности зерновых кормов является экструдирование, при котором зерно подвергается кратковременному (5-10 сек.) баротермическому воздействию высокой температуры (150-180⁰ С) и давлению 2,5-3,0 Мпа. Экструдированные корма отличаются повышенной переваримостью белков, доступностью аминокислот, сохранностью белка байпас-протеина в рубце животного и лучшей его усвояемостью в тонком отделе кишечника. В экструдате количество простых сахаров увеличивается до 2 раз, дисахаридов – до 20 раз.

В научных публикациях последних лет имеется достаточно сведений, констатирующих изменения химического состава кормов в процессе экструзии [1, 2, 10].

В исследованиях Бадмаева Н.А. [1, 2] установлено увеличение сухого вещества на 3,0 % сырого протеина – на 2,45, сахаров – на 21,6 % и снижение сырой клетчатки – на 27,3 % под действием тепловой обработки в процессе экструзии.

Целью наших исследований стало изучение влияния экструдированных гранулированных комбикормов-концентратов на основе зерна ячменя с использованием отходов пивоваренного («ЭККО-ПД-СМ») и маслоэкстракционного производств («ЭККО-ТЖ-СМ») на физиологические показатели баранчиков и резистентность их организма.

Материалы и методы. Для исследований по методу групп-сверстников [5] были сформированы 3 группы баранчиков волгоградской породы по 15 голов в каждой. I группа дополнительно к пастбищному корму получала 0,2-0,4 кг дробленого ячменя; II опытная группа – экструдированный комбикорм-концентрат с пивной дробинкой («ЭККО-ПД-СМ»), III опытная группа – 0,2-0,4 кг экструдированного комбикорма-концентрата с тыквенным жмыхом «ЭККО-ТЖ-СМ».

Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях ООО «Николаевское» Волгоградской области. Схема исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Половозрастная группа	Порода	Продолжительность, дней	Особенности кормления
Контрольная	Баранчики	Волгоградская	120	Пастбищная трава + 0,2-0,4 кг дробленого ячменя
I опытная	Баранчики	Волгоградская	120	Пастбищная трава + 0,2-0,4 «ЭККО-ПД-СМ»
II опытная	Баранчики	Волгоградская	120	Пастбищная трава + 0,2-0,4 «ЭККО-ТЖ-СМ»

Цифровой материал исследований обработан биометрически по методике Плехинского Н.А. [6] с использованием пакета программ «Microsoft Office» и определением критерия достоверности разниц по Стьюденту.

Результаты и обсуждение. Физиологические показатели животных и резистентность их организма были изучены в условиях резко континентального климата Волгоградского Заволжья в ООО «Николаевское». Рационы были составлены с учётом детализированных норм [3]. Для изучения адаптационных качеств баранчиков были изучены клинические показатели (таблица 2).

Сравнительная оценка клинических показателей животных при постановке на опыт и в конце исследования не выявила достоверной разницы. Все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы: температура тела – 39,3...39,8⁰ С, частота пульса за 1 минуту – 93,7...98,6, частота дыхания за 1 минуту – 25,7...26,8.

Таблица 2 – Клинические показатели баранчиков (n=3)

Группа	Показатель		
	температура тела, °С	частота пульса за 1 мин.	частота дыхания за 1 мин.
При постановке на опыт			
Контрольная	39,8±0,05	96,8±1,43	26,6±1,29
I опытная	39,6±0,04	97,0±1,45	27,3±1,13
II опытная	39,7±0,08	98,6±1,40	26,8±1,26
В конце опыта			
Контрольная	39,3±0,29	93,0±3,46	25,7±1,38
I опытная	39,4±0,37	93,7±2,80	26,0±1,15
II опытная	39,5±0,22	95,0±2,33	26,3±1,54

Морфологический и биохимический составы крови подопытных баранчиков изучали в 4- и 8-ми месячном возрасте. Существенной разницы по содержанию в крови морфо-биохимических показателей у подопытных животных разных групп в 4-х месячном возрасте не установлено. В 8-ми месячном возрасте картина крови у животных несколько изменилась. Так, в крови опытных баранчиков отмечена тенденция к увеличению эритроцитов на 1,12-1,47 %, лейкоцитов – на 0,42-1,26, гемоглобина – 0,95-1,97 %, что свидетельствует об усилении обменных процессов в их организме по сравнению с контрольными (таблица 3).

В исследованиях отмечен более высокий уровень белка и белковых фракций у опытных баранчиков, получавших экструдированные комбикорма-концентраты, что подчеркивает интенсивность белкового обмена и повышение их продуктивности по сравнению с контрольными сверстниками.

Таблица 3 – Морфологический и биохимический составы крови баранчиков в 8-ми месячном возрасте (n=3)

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Эритроциты, 10 ¹² /л	8,16±0,06	8,26±0,05	8,28±0,03
Лейкоциты, 9 ¹² /л	7,15±0,07	7,18±0,04	7,24±0,02
Гемоглобин, г/л	88,46±1,65	89,30±1,30	90,20±1,40
Общий белок: г/л	67,50±0,49	69,05±0,80	69,40±0,76
в т.ч.: альбумины, г/л	33,40±1,07	34,60±0,85	34,90±0,95
глобулины, г/л	34,10±0,63	34,45±0,96	34,50±1,10
Общий кальций, ммоль/л	2,95±0,08	3,03±0,08	3,08±0,09
Фосфор, ммоль/л	1,55±0,01	1,58±0,02	1,60±0,02
Щелочной резерв, об СО ₂ %	22,52±0,30	22,90±0,37	22,93±0,36
Глюкоза, ммоль/л	2,36±0,13	2,38±0,05	2,40±0,06
Мочевина, ммоль/л	3,88±0,11	3,96±0,19	4,02±0,31

Показатели гуморальных факторов резистентности подопытных баранчиков изучали по бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК), лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК) и фагоцитарной активности крови (ФАГ).

Сравнительный анализ естественной резистентности баранчиков показал, что животные опытных групп имели более высокие показатели, чем баранчики контрольной группы. Так, бактериальная активность сыворотки крови у баранчиков II опытной группы была наивысшей и составила 48,51, что на 2,4 абс. процента достоверно выше ($P<0,01$) по сравнению с контрольными сверстниками и на 0,90 абс. процента по сравнению с животными I опытной группы. По лизоцимной активности установлена аналогичная закономерность. Превосходство баранчиков II опытной группы по сравнению с I опытной и контрольной составило 0,5 и 2,24 абс. процента ($P<0,01$) соответственно.

Максимальный показатель фагоцитарной активности установлен также у баранчиков II опытной группы – 36,10 % против 35,40 у животных I опытной группы и 34,20 % ($P<0,01$) – у сверстников из контрольной группы. При этом следует отметить, что баранчики I опытной группы по БАСК, ЛАСК и ФАК также превосходили контрольных сверстников при показателе достоверности $P<0,05$. Между животными I и II опытных групп по указанным выше показателям резистентности достоверной разницы не установлено.

Таблица 4 – Показатели естественной резистентности баранчиков в 8-месячном возрасте ($n=3$)

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
БАСК, %	46,10±0,27	47,61±0,28*	48,51±0,42**
ЛАСК, %	37,96±0,32	39,70±0,38*	40,20±0,36**
ФАК, %	34,20±0,25	35,40±0,28*	36,10±0,30**

Заключение. Исследования влияния экструдированных гранулированных комбикормов-концентратов на физиологические показатели и резистентность баранчиков волгоградской породы позволило сделать следующие выводы: клинические показатели подопытных животных находились в пределах физиологической нормы; в крови опытных баранчиков отмечено повышение содержания эритроцитов 1,12-1,47 %; лейкоцитов – на 0,42-1,26 %; гемоглобина – на 0,95-1,97 % по сравнению с контрольными животными; использование экструдированных гранулированных комбикормов-концентратов в рационах баранчиков способствовало повышению гуморальных факторов резистентности: БАСК, ЛАСК и ФАК.

Библиографический список

1. Бадмаев, Н.А. Влияние экструдированной зерносмеси и селеносодержащих препаратов на показатели рубцового пищеварения баранчиков [Текст]/ Н.А. Бадмаев // Аграрный научный журнал Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2016. – № 5. – С. 9-11.
2. Бадмаев, Н.А. Влияние неэкструдированной и экструдированной зерносмеси и селеносодержащих препаратов на энергию роста баранчиков курдючной породы [Текст]/ Н.А. Бадмаев, А.Н. Арилов // Зоотехния. – 2016. – № 6. – С. 10-11.
3. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных [Текст]/ А.П. Калашников, В.В. Щеглов // Общие принципы нормированного питания жвачных по детализированным нормам: справочное пособие. – М., 2003. – С. 25-31.
4. Надаринская, М.А. Селен в кормлении высокопродуктивных коров [Текст]/ М.А. Надаринская // Зоотехния. – 2004. – № 12. – С. 10-11.
5. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве [Текст]/ А.И. Овсянников. – М.: «Колос», 1976. – С. 43-56.
6. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников [Текст]/ Н.А. Плохинский. – М.: «Колос», 1969. – С. 253.
7. Чамурлиев, Н.Г. Экструдированные комбикорма-концентраты в рационах молодня овец [Текст]/ Н.Г. Чамурлиев, М.В. Манджиева // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2017. – № 4. – С. 37-39.
8. Чамурлиев, Н.Г. Влияние экструдированных кормов на весовой и линейный рост баранчиков [Текст]/ Н.Г. Чамурлиев, М.В. Манджиева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 1. – С. 243-248.
9. Чамурлиев, Н.Г. Морфобиологические особенности баранчиков при использовании в рационах высокопротеиновых экструдированных кормов / Н.Г. Чамурлиев, М.В. Манджиева // Вестник РУДН. Серия Агрономия и животноводство. – 2018. – № 2. – Том 13. – С. 131-136.

10. Christian, A. G. Effect of including extruded, rolled or ground corn in dairy cow diets based on direct cut grass silage/ A.G. Christian, A.G. René, N.Q. Soledad // Chilean Journal of agricultural research, 2009. – № 69(3). – P. 356-365.

Reference

1. Badmaev, N. A. Vliyanie jekstrudirovannoj zernosmesi i selenosoderzhaschih preparatov na pokazateli rubcovogo pischevareniya baranchikov [Tekst]/ N. A. Badmaev // Agrarnyj nauchnyj zhurnal Saratovskogo GAU im. N. I. Vavilova. - 2016. - № 5. - P. 9-11.
2. Badmaev, N. A. Vliyanie nejekstrudirovannoj i jekstrudirovannoj zernosmesi i selenosoderzhaschih preparatov na jenergiyu rosta baranchikov kurdyuchnoj porody [Tekst]/ N. A. Badmaev, A. N. Arilov // Zootehniya. - 2016. - № 6. - P. 10-11.
3. Kalashnikov, A. P. Normy i rationy kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh [Tekst]/ A. P. Kalashnikov, V. V. Scheglov // Obschie principy normirovannogo pitaniya zhvachnyh po detalizirovannym normam: spravocnoe posobie. - M., 2003. - P. 25-31.
4. Nadarinskaya, M. A. Selen v kormlenii vysokoproduktivnyh korov [Tekst]/ M. A. Nadarinskaya // Zootehniya. - 2004. - № 12. - P. 10-11.
5. Ovsyannikov, A. I. Osnovy opytного dela v zhivotnovodstve [Tekst]/ A. I. Ovsyannikov. - M.: "Kolos", 1976. - P. 43-56.
6. Plohinskij, N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootechnikov [Tekst]/ N. A. Plohinskij. - M.: "Kolos", 1969. - P. 253.
7. Chamurlijev, N. G. Jekstrudirovannye kombikorma-koncentraty v racionah molodnyaka ovec [Tekst]/ N. G. Chamurlijev, M. V. Mandzhieva // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. - 2017. - № 4. - P. 37-39.
8. Chamurlijev, N. G. Vliyanie jekstrudirovannyh kormov na vesovoj i linejnyj rost baranchikov [Tekst]/ N. G. Chamurlijev, M. V. Mandzhieva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 1. - P. 243-248.
9. Chamurlijev, N. G. Morfobiologicheskie osobennosti baranchikov pri ispol'zovanii v racionah vysokoproteinovyh jekstrudirovannyh kormov / N. G. Chamurlijev, M. V. Mandzhieva // Vestnik RUDN. Seriya Agronomiya i zhivotnovodstvo. - 2018. - № 2. - Tom 13. - P. 131-136.
10. Christian, A. G. Effect of including extruded, rolled or ground corn in dairy cow diets based on direct cut grass silage/ A.G. Christian, A.G. Ren, N.Q. Soledad // Chilean Journal of agricultural research, 2009. - № 69(3). - P. 356-365.

E-mail: zootexnia@mail.ru

УДК 636.5.034.087.72

ВЛИЯНИЕ БАД «ЭЛЬТОН» НА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЙ ТРАКТ МОЛОДОК КУР

DIETARY SUPPLEMENT INFLUENCE ELTON ON DIGESTIVE TRACT OF YOUNG WOMEN OF HENS

С.И. Николаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А.А. Тарушкин, аспирант

А.Г. Тюбина, аспирант

S.I. Nikolaev, A.A. Taryshkin, A.G. Tubina

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

На сегодняшний день существует множество различных инноваций и высокотехнологических разработок, позволяющих достичь успеха в сельскохозяйственных отраслях по разведению птиц. Современный аграрный рынок предлагает широчайший ассортимент товаров. Для опыта было отобрано 3 группы птиц. Контрольную группу кормили полнорационным комбикормом, опытные 1, 2 – с добавлением к основному рациону биологически активной добавки «Эльтон» в количе-

стве 2 % и 4 %. При нарушении здоровья кишечника ухудшается пищеварение и усвоение питательных веществ, что впоследствии ведет к ухудшению кормоконверсии, снижает экономическую прибыльность производства и повышает подверженность заболеваниям. Эффективность использования БАД «Эльтон» при скормливании курам зависит от уровня (дозы) его ввода в рацион. Включение БАД «Эльтон» оказывает влияние на усвоение питательных веществ, скорость роста и яичную продуктивность. Наилучшее влияние на ЖКТ молодок кур оказала БАД «Эльтон» в количестве 4 % от массы комбикорма, которая была включена в рацион 2-й опытной группы, где установлено, что кур, страдающих дисбактериозом, стало меньше в сравнении с контролем.

Today, there are many different innovations and high-tech developments that make it possible to achieve success in agricultural breeding industries. The modern agrarian market offers the widest range of goods. For the experiment, 3 groups of birds were selected. The control group was fed with full-fat mixed feed, experimental 1, 2 with addition of 2% and 4% to the main diet of the biologically active additive "Elton". If bowel health deteriorates, digestion and absorption of nutrients deteriorates, which subsequently leads to a deterioration in feed conversion, reducing the economic profitability of production and creating an increased susceptibility to diseases. The effectiveness of using dietary supplements "Elton" when feeding chickens depends on the level (dose) of its input into the diet. The inclusion of dietary supplements "Elton" affects the absorption of nutrients, the growth rate and egg production. The best influence on the gastrointestinal tract of chickens was provided by the "Elton" supplements in the amount of 4% of the weight of the mixed fodder, which was included in the diet of the 2nd test group, where it was revealed that the chickens suffering from dysbacteriosis - less, in comparison with the control.

Ключевые слова: биологическая активная добавка «Эльтон», желудочно-кишечный тракт, куры, гастроэнтерит.

Key words: biological active additive "Elton", gastrointestinal tract, chickens, gastroenteritis.

Введение. Очень часто у кур всех возрастных групп, чаще молодняка, встречаются желудочно-кишечные болезни. Клинические признаки широко варьируются: от инаппаратных, вызывающих незначительный экономический ущерб, до тяжелых форм, которые приводят к крупным экономическим потерям. Исход этих заболеваний зависит от различных взаимосвязанных факторов, таких как вирулентность возбудителя, возраст и резистентность зараженной птицы.

Кормовые добавки представляют собой специфические и экологически безопасные примеси для привычного рациона сельскохозяйственной птицы, способные урегулировать в нем баланс необходимых полезных и питательных веществ, проявляющие заботу о здоровье птицы. Одним из развивающихся направлений профилактики, а иногда и лечения инфекционных заболеваний птицы является создание и применение препаратов, БАД, нормализующих симбиотическую кишечную микрофлору, которая является естественным барьером проникновения патогенной микрофлоры в организм, вырабатывая собственные анабиотические вещества и стимулируя работу защитных средств организма.

В естественных условиях инфекции почти всегда осложняются другими инфекционными агентами. Кроме того, течение их зависит от условий содержания, кормления и различных факторов окружающей среды. В производственных условиях довольно сложно оценить этиологическую роль этих агентов в патогенезе того или иного заболевания [3, 11].

Вирусные гастроэнтериты широко распространены во многих странах мира с развитым птицеводством, особенно в хозяйствах промышленного типа, что наносит значительный экономический ущерб, связанный с отходом птицы, снижением производственных показателей за счет уменьшения суточного прироста ее массы из-за потери аппетита и увеличения неоднородности стада [7, 6].

Материалы и методы. Главная задача нашего исследования – доказать, что биологически активная добавка «Эльтон» положительно влияет на физиологические процессы в организме молодок кур, в частности на их ЖКТ.

Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях ЗАО «Агрофирма «Восток» Волгоградской области на молодках кур. Было отобрано три группы молодок кур по методу пар аналогов по 50 голов в каждой.

Условия содержания, плотность посадки, фронт кормления и поения, параметры микроклимата во всех группах были одинаковыми и соответствовали зооветеринарным требованиям и методике (ВНИТИП, 2004).

Нами были исследованы 150 молодок кур, которые были разделены на 3 группы: контрольная – кормили полнорационным комбикормом; 1-я опытная группа получала комбикорм с добавлением 2 % БАД «Эльтон»; 2-я опытная группа получала комбикорм с добавлением 4 % БАД «Эльтон» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема исследования

Грязь озера Эльтон оказывает выраженное терапевтическое влияние благодаря физическим свойствам, органическому и минеральному составу, содержанию биологически активных соединений, таких как оксиды железа, медь, алюминий, кобальт, аминокислоты, углеводород, сероводород, азот, а также гормоно-, антибиотико- и витаминopodobных веществ. Лечебные грязи обладают бактерицидными и бактериостатическими (антимикробными) свойствами. Особая роль принадлежит содержащейся в пелоидах микрофлоре, от жизнедеятельности которой зависят биологические процессы, протекающие в них. Одним из параметров, позволяющих оценить высокую терапевтическую активность лечебных грязей и перспективность их использования, является высокая микробиологическая активность. Эта деятельность бактерий, грибов и других компонентов способствует разложению органических и животных остатков, обогащению лечебной грязи гуминовыми веществами, битумами, сероводородом, аммиаком и другими газами. Только постоянная активность микробов обеспечивает устойчивое содержание в грязях таких нестойких микрокомпонентов, как витамины, ферменты и гормоны.

При проведении исследования в грязи Эльтон были обнаружены как макро-, так и микроэлементы (натрий, калий, кальций, магний, железо, хлор, бром, сульфат, гидрокарбонат и карбонат).

Для исследования грязи озера «Эльтон» нами были отобраны пробы. Исследование грязи проводилось в лаборатории ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Анализ кормов и продукции животноводства», в ООО НИЦ «Черкизово», в испытательной лаборатории Волгоградского филиала ФГБУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора».

На основании полученных данных можно сделать вывод, что грязь озера «Эльтон» состоит из следующих компонентов: м.д. влаги – 35,2 %; м.д. сырой золы, в том числе минеральная часть – 54,78 %; м.д. свинца – 2,35 мг/кг; сырого протеина – 0,3 мг/кг; м.д. кадмия – 0,04 мг/кг; м.д. ртути – 0,004 мг/кг; м.д. железа – 15 971,9 мг/кг; м.д. меди – 13,7 мг/кг; м.д. марганца – 1722,9 мг/кг; м.д. мышьяка – 0,576 мг/кг; м.д. цинка – 44,1 мг/кг; м.д. никеля – 11,31 мг/кг; м.д. магния – 27 705,01 мг/кг м.д. хрома – 10,49 мг/кг; м.д. кобальта – 2,44 мг/кг; м.д. кальция – 4,0 %; м.д. фосфора – 0,04 %. м.д. натрия – 2,1 %; м.д. калия – 3724,89 мг/кг.

В настоящее время в промышленных кормах имеется значительный недостаток макро- и микроэлементов, что негативно сказывается на развитии, росте, переваримости, усвояемости питательных веществ в организме птиц.

При применении БАД «Эльтон», в которой содержатся все необходимые макро- и микроэлементы, соответствующие норме, в организме наблюдается стимулирование пищеварения, улучшение кровообращения и, в свою очередь, повышение обменных процессов, в связи с чем можно наблюдать улучшение продуктивных качеств и репродуктивной способности.

В составе грязи были обнаружены аминокислоты, микро- и макроэлементы, что делает грязь «Эльтон» поистине незаменимым самостоятельным натуральным лечебным средством, способным справиться с большим количеством проблем организма птицы.

Результаты и обсуждение. Основным принципом интенсификации производства продуктов птицеводства по-прежнему является эффективное использование корма. Более того, в настоящее время главным сдерживающим моментом дальнейшего развития птицеводства является ограниченность кормовых ресурсов. В связи с этим важным направлением наших исследований в области кормления птицы является поиск более дешевых и доступных кормовых средств. Таким образом, интерес птицеводов к БАД вполне оправдан [2, 3, 5].

Как же влияет БАД «Эльтон» на желудочно-кишечный тракт? Эльтонская грязь богата не только солями, но и питательными веществами. При скармливании молодняку кур БАД «Эльтон» стимулируются функции пищеварительного тракта, улучшаются переваримость и усвояемость питательных веществ, увеличивается ассимиляция кальция и повышается использование азотистых соединений. БАД «Эльтон» используют в различных формах: натуральном (сыром), замороженном (крошка), сухом (гранулы) (рисунок 2 а, в, с) [6, 12].



Рисунок 2 – БАД «Эльтон», формы использования: а) натуральная (сырая), в) замороженная (крошка), с) сухая (гранулы)

ЖКТ молодняка кур вместе со вспомогательными органами пищеварения представляет собой пищеварительную систему. Микрофлора кишечника в настоящее время считается одним из ключевых эндогенных органов, которые модулируют анатомию и физиологию организма. Другие исследователи говорят, что какие-либо изменения в составе или метаболической активности микрофлоры могут изменять состояние здоровья. Основная функция пищеварительной системы заключается в том, чтобы разрушить более крупные пищевые полимеры на более мелкие молекулы, а затем абсорбировать их для последующего распределения по всему организму с целью использования в качестве источников энергии и субстратов, которые поддерживают развитие и рост [12, 11].

Желудочно-кишечный тракт молодняка кур выступает как селективный барьер между организмом птицы и ее внутренней средой. Этот барьер состоит из физических, химических, иммунологических и микробиологических компонентов, а слизистая эпителиальной поверхности ЖКТ – это место, куда попадает большое разнообразие микроорганизмов из окружающей среды, включая возбудителей различных заболеваний. Они могут проникать в лимфоидную ткань и быть уничтоженными там, либо могут размножаться и инициировать инфекцию [3, 12].

Таким образом, ЖКТ играет важную роль в защите организма, может адаптироваться и реагировать на кормление, например, на введение добавок (рисунок 3, таблицы 1 и 2).

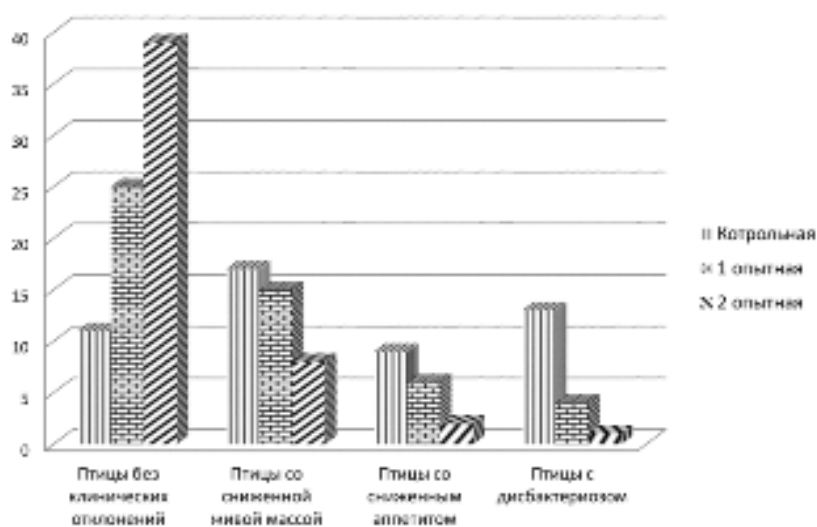


Рисунок 3 – Влияние БАД «Эльтон» на физиологические процессы организма молодняка кур

Таблица 1 – Живая масса и среднесуточный прирост молодняка кур от 1 до 30 дней

Возраст птицы, дн.	Группа					
	Контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	живая масса, г	среднесуточный прирост, г	живая масса, г	среднесуточный прирост, г	живая масса, г	среднесуточный прирост, г
1-5	56±3,20	2,05±0,11	56±3,60	2,10±0,14	56±3,88	2,08±0,12
6-10	82±3,70	2,15±0,14	91±3,92	2,26±0,19	99±4,04	2,24±0,18
11-15	100±4,20	2,70±0,16	117±4,31	2,63±0,21	126±4,52	2,81±0,25
16-20	147±4,80	3,10±0,22	168±5,08	3,14±0,27	176±5,12	3,27±0,33
21-25	192±4,90	3,90±0,19	210±5,14	3,88±0,29	223±5,28	4,05±0,38
26-30	280±5,10	7,50±0,20	291±5,60	7,53±0,15	298±5,80	7,55±0,20
1-30	-	3,56±0,17	-	3,59±0,20	-	3,66±0,24

Таблица 2 – Живая масса и среднесуточный прирост молодняка кур от 31 до 120 дней

Возраст птицы, дн.	Группа					
	Контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	живая масса, г	среднесуточный прирост, г	живая масса, г	среднесуточный прирост, г	живая масса, г	среднесуточный прирост, г
31-60	612±12,70	11,07±0,29	598±12,90	10,06±0,27	622±12,88	11,08±0,29
61-90	1097±24,60	16,17±0,37	1094±25,10	16,07±0,40	1118±26,04	16,24±0,48
91-120	1462±35,70	12,17±0,41	1479±34,90	12,83±0,43	1592±35,90	12,87±0,49
1-120	-	13,13±0,45	-	13,0±0,45	-	13,40±0,53

Исследованиями установлено, что среднесуточный прирост живой массы за период выращивания с 1-30 день составил: в контрольной группе – 3,56±0,17, в 1-й опытной – 3,59±0,20, во 2-й опытной – 3,66±0,24 г.

За период выращивания с 31-120 день прирост составил: в контрольной группе – 13,13±0,45, в 1-й опытной – 13,0±0,45, во 2-й опытной – 13,40±0,53 г.

Полученные результаты показали, что наилучшее влияние на организм молодок кур оказала БАД «Эльтон», которая была включена в рацион 2-й опытной группы в количестве 4 % от массы комбикорма, где кур, страдающих дисбактериозом, было меньше в сравнении с контролем. Этот вывод подтверждается исследованиями кала кур, который исследовался в лаборатории ветеринарной клиники доктора Чулковой.

Нами были взяты из каждой опытной группы по 3 головы молодняка кур, полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исследования кала молодняка кур Хайсекс коричневый

Показатель	Норма	Контрольная группа	1-я опытная	2-я опытная
Цвет	коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	коричневый
Запах	каловый, нерезкий, специфический	резкий	специфический	специфический
Консистенция	плотный, оформленный	кашицеобразный, мазевидный	кашицеобразный	оформленный
Яйца глист	отрицательно	отрицательно	отрицательно	отрицательно
РН	5,5-7,0	6,0	6,5	7,0
Лейкоциты	0-2	3+	2+	+
Уробилин	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Билирубин	отсутствует	+	+	отсутствует
Белок	отсутствует	2+	+	отсутствует
Бактерии	отсутствуют	2+	отсутствуют	отсутствуют
Кровь	отсутствует	+	отсутствует	отсутствует
Микроскопия:				
Скрытая кровь	отсутствует	+	отсутствует	отсутствует
Стеркобилин	присутствует	присутствует	присутствует	присутствует
Билирубин	отсутствует	+	отсутствует	отсутствует
Нейтральные жиры и жирн. кислоты	отсутствуют	++	+	отсутствуют
Мышечные волокна	единичные	Ед.	Ед.	Ед.
Мыла	отсутствуют, единичные	+	отсутствуют	отсутствуют
Клетчатка	в зависимости от вида кормления	+	+	+
Крахмал	единичный, от- сутствует	+	ед	ед
Йодофильная флора	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует

Это доказывает, что биологически активная добавка «Эльтон» повышает сопротивляемость организма сельскохозяйственных птиц к желудочно-кишечным заболеваниям, нормализует обмен веществ, а применение добавки для лечения сельскохозяйственной птицы дает возможность сократить длительность болезни.

Заключение. В результате исследований влияния БАД «Эльтон» на желудочно-кишечный тракт молодок кур установлено несколько преимуществ: БАД «Эльтон» уменьшает действие токсинов, защищает структуру и функцию ЖКТ, способствует увеличению живой массы и среднесуточного прироста, снижает риски развития дисбактериоза, то есть проявляет положительное действие при скормливании молодкам кур как профилактически, так и в лечебных целях при проблемах с пищеварительным трактом молодок кур.

Библиографический список

1. Головкин, А. Новый минеральный препарат ФАКС-1 [Текст]/А. Головкин // Птицеводство. – 2012. – №7. – С. 28-30.
2. Головкин, А. Экономический эффект от применения добавки ФАКС-1 [Текст]/ А. Головкин, И. Бойко // Птицеводство. – 2012. – №8. – С. 37-38.
3. Зональные особенности в химическом составе сапропелей Приамурья [Текст]/ В.А. Рыжков, Т.А. Краснощекова, Ю.Б. Курков, Е.В. Туаева, О.Ю. Ищенко // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 60-62.
4. Ищенко, О.Ю. Влияние скормливания хромсодержащих кормовых добавок с использованием фермента Роксазим G2 G молодняку кур на их рост и обмен веществ [Текст]/ Т.А. Краснощекова, В.Ц. Нимаева, О.Ю. Ищенко // Молодежь XXI века: шаг в будущее: материалы XV региональной научно-практической конференции (22 мая 2014 г., Благовещенск). – Благовещенск: Типография АмГУ, 2014. – Т.6. – С. 85-86.
5. Использование сапропелей и ламинарии японской в кормлении животных и птицы [Текст]/ А.С. Протокишин, В.А. Рыжков, Е.В. Туаева, К.Р. Бабухадия, Ю.Б. Курков, О.Ю. Ищенко // Зоотехния. – 2014. – № 3. – С. 21-22.
6. Кравченко, Н. Эффективные ферменты для птицеводства [Текст]/ Н. Кравченко, М. Монин // Птицеводство. – 2006. – № 4. – С. 26-27.
7. Новый источник фосфора в комбикормах для кур-несушек [Текст]/ И. Егоров, В. Маеукян, Г. Игнатова, А. Ермаков, В. Облов, Н. Дербукович // Птицеводство. – 2012. – №2. – С. 29-31.
8. Нестеров, В.Д. Использование новой минеральной добавки ФАКС-2 [Текст]/ В.Д. Нестеров, А.Н. Добудько, И.А. Бойко // Зоотехния. – 2012. – №8. – С. 20-21.
9. Основы технологии производства и первичной обработки продукции животноводства [Текст] / Л.Ю. Киселев, Ю.И. Забудский, А.П. Голикова, Н.А. Федосеева. – СПб. : Лань, 2012. – 448 с.
10. Околелова, Т. О проблемах минерального питания современных высокопродуктивных кроссов кур [Текст]/ Т. Околелова, Н.О. Маркелова // Птицеводство. – 2012. – № 4. – С. 26-28.
11. Тимофеева, Э. Микроэлементы в кормлении кур несушек [Текст] / Э. Тимофеева // Птицеводство. – 2012. – №1. – С. 25-28.
12. Эффективность комплексного применения препаратов йода, селена и лактоамиловарина при выращивании цыплят-бройлеров [Текст]/ В.Н. Никулин, В.В. Герасименко, Т.В. Коткова, Е.А. Назарова, С.Н. Абдуллина // Зоотехния. – 2012. – №3. – С. 17.

Reference

1. Golovko, A. Novyj mineral'nyj preparat FAKS-1 [Tekst]/A. Golovko // Pticevodstvo. - 2012. - №7. - P. 28-30.
2. Golovko, A. Jekonomicheskij jeffekt ot primeneniya dobavki FAKS-1 [Tekst]/ A. Golovko, I. Bojko // Pticevodstvo. - 2012. - №8. - P. 37-38.
3. Zonal'nye osobennosti v himicheskom sostave sapropelej Priamur'ya [Tekst]/ V. A. Ryzhkov, T. A. Krasnoshechkova, Yu. B. Kurkov, E. V. Tuaeva, O. Yu. Ischenko // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2014. - № 4. - P. 60-62.

4. Ischenko, O. Yu. Vliyanie skarmlivaniya hromsoderzhaschih kormovyh dobavok s ispol'zovaniem fermenta Roksazim G2 G molodnyaku kur na ih rost i obmen veschestv [Tekst]/ T. A. Krasnoschekova, V. C. Nimaeva, O. Yu. Ischenko // Molodezh' XXI veka: shag v budushee: materialy XV regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii (22 maya 2014 g., Blagoveschensk). - Blagoveschensk: Tipografiya AmGU, 2014. - T.6. - P. 85-86.

5. Ispol'zovanie sapropelej i laminarii yaponskoj v kormlenii zhivotnyh i pticy [Tekst]/ A.C. Prostokishin, V. A. Ryzhkov, E. V. Tuaeua, K.P. Babuhadiya, Yu. B. Kurkov, O. Yu. Ischenko // Zootehniya. - 2014. - № 3. - P. 21-22.

6. Kravchenko, N. Jefferktivnye fermenty dlya pticevodstva [Tekst]/ N. Kravchenko, M. Mon-in // Pticevodstvo. - 2006. - № 4. - P. 26-27.

7. Novyj istochnik fosfora v kombikormah dlya kur-nesushek [Tekst]/ I. Egorov, V. Maeukyan, G. Ignatova, A. Ermakov, V. Oblov, N. Derbukovich // Pticevodstvo. - 2012. - №2. - S. 29-31.

8. Nesterov, V. D. Ispol'zovanie novoj mineral'noj dobavki FAKS-2 [Tekst]/ V. D. Nesterov, A. N. Dobud'ko, I. A. Bojko // Zootehniya. - 2012. - №8. - P. 20-21.

9. Osnovy tehnologii proizvodstva i pervichnoj obrabotki produkcii zhivotnovodstva [Tekst] / L. Yu. Kiselev, Yu. I. Zabudskij, A. P. Golikova, N. A. Fedoseeva. - SPb. : Lan', 2012. - 448 p.

10. Okolelova, T. O problemah mineral'nogo pitaniya sovremennyh vysokoproduktivnyh krossov kur [Tekst]/ T. Okolelova, N. O. Markelova // Pticevodstvo. - 2012. - № 4. - P. 26-28.

11. Timofeeva, Je. Mikrojelementy v kormlenii kur nesushek [Tekst] / Je. Timofeeva //Pticevodstvo. - 2012. - №1. - P. 25-28.

12. Jefferktivnost' kompleksnogo primeneniya preparatov joda, selena i laktoamilovarina pri vyraschivanii cyplyat-brojlerov [Tekst]/ V. N. Nikulin, V. V. Gerasimenko, T. V. Kotkova, E. A. Nazarova, S. N. Abdullina // Zootehniya. - 2012. - №3. - P. 17.

E-mail: nikolaevvolgau@ya.ru

УДК 636.085:543.632.518

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ПРОДУКТА

EXISTING PROBLEMS AND WAYS OF THEIR SOLUTION IN THE ANALYSIS OF AMINO ACID COMPOSITION

А.П. Санжеев^{1,2}, аспирант

С.И. Николаев¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Е.В. Корнилова², кандидат сельскохозяйственных наук,
эксперт в области качества кормов и продукции животного происхождения**

А.А. Михина^{3,4}, Д.А. Севко³

A. P. Sanjeev¹, S.I. Nikolaev¹, E. V. Kornilova², A. A. Mikhina^{3,4}, D. A. Sevko³

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²ООО «Научно-испытательный центр кормов и продуктов животного происхождения
Черкизово», г. Москва

³ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», г. Москва

⁴Научно-производственная компания «Sevko&Co», г. Москва

¹Volgograd State Agrarian University

²LLC «Scientific and testing center for animal feed and products Cherkizovo», Moscow

³Moscow state technical University named After N. Ushakov (national research University)

⁴Research and production company «Sevko&Co», Moscow

Аминокислоты играют огромную роль в процессах жизнедеятельности живых организмов, являясь структурной единицей белков. Они отвечают за транспорт и хранение питательных веществ, функционирование и восстановление различных тканей, в том числе мышц, костей, волос. В природе обнаружено уже более 700 аминокислот, 21 из них являются протеиногенными, то есть

кодируются генетическим кодом. Проведено сравнение методов анализа аминокислот с пред- и постколоночной дериватизацией на примере определения содержания сульфата лизина. Экспериментально показано преимущество использования постколоночной дериватизации с нингидрином. Рассмотрены виды пробоподготовки для белковых и пептидных препаратов, на примере валина и треонина, выбран оптимальный. В образцах сульфата лизина было проведено определение содержания указанной аминокислоты в свободной форме. Как заявляет производитель, содержание лизина в продукте должно быть не меньше 55 %. Испытания проводились двумя различными методами анализа: с пред- и постколоночной дериватизацией. Проведено сравнение методов анализа аминокислот с пред- и постколоночной дериватизацией на примере определения содержания сульфата лизина. Экспериментально показано преимущество использования постколоночной дериватизации с нингидрином. Рассмотрены виды пробоподготовки для белковых и пептидных препаратов на примере валина и треонина. Показано, что для дальнейшего определения аминокислот важным является выбранный подход для доведения pH до 2,2 и оптимальным является добавление щелочи (вместо использования выпаривания и перерастворения).

Amino acids play a huge role in the processes of vital activity of living organisms, being a structural unit of proteins. They are responsible for the transport and storage of nutrients, functioning and recovery of various tissues, including muscles, bones, hair. In nature, more than 700 amino acids have been found, 21 of them are proteinogenic, that is, they are encoded by a genetic code. The methods of amino acid analysis are compared with pre - and post-column derivatization on the example of determining the content of lysine sulfate. It is shown experimentally the advantage of using post column derivatization with ninhydrin. The types of sample preparation for protein and peptide preparations, on the example of valine and threonine, the optimal one are considered. In the samples of lysine sulfate was carried out to determine the content of the amino acid in free form. According to the manufacturer, the content of lysine in the product should be at least 55%. The tests were carried out by two different methods of analysis: pre - and post-column derivatization. The methods of amino acid analysis are compared with pre - and post-column derivatization on the example of determining the content of lysine sulfate. It is shown experimentally the advantage of using post column derivatization with ninhydrin. Types of sample preparation for protein and peptide preparations, on the example of valine and threonine are considered. It is shown that for the further determination of amino acids, the chosen approach for bringing pH to 2.2 is important and the optimal one is the addition of alkali (instead of using evaporation and overgrowth).

Ключевые слова: аминокислоты, высокоэффективная жидкостная хроматография, ионообменная хроматография, капиллярный электрофорез, аминокислотный анализ, кислотный гидролиз.

Key words: amino acids, high-performance liquid chromatography, ion exchange chromatography, capillary electrophoresis, amino acid analysis, acid hydrolysis.

Введение. Аминокислоты играют огромную роль в процессах жизнедеятельности живых организмов, являясь структурной единицей белков. Они отвечают за транспорт и хранение питательных веществ, функционирование и восстановление различных тканей, в том числе мышц, костей, волос. В природе обнаружено уже более 700 аминокислот, 21 из них являются протеиногенными, то есть кодируются генетическим кодом.

Анализ аминокислот важен для различных областей: пищевой промышленности, производства лекарств, клинических анализов и т.д. Среди большого числа разработанных подходов (тонкослойная, ионообменная, газовая хроматография) наиболее чувствительными являются методики, основанные на хроматографическом разделении це-

левых аналитов с использованием различных видов дериватизации: пред- и постколоночной. Использование дериватизирующих агентов позволяет решить основные виды проблем, возникающие при их хроматографическом разделении:

- высокая полярность молекул аминокислот за счет наличия карбоксильной и аминогрупп не позволяет разделить их хроматографически без использования ионообменных неподвижных фаз;
- низкие коэффициенты поглощения аминокислот в ультрафиолетовой области [1, 8] затрудняют их детектирование и не позволяют достичь низких пределов обнаружения.

При предколоночной дериватизации используют ортофталевый ангидрид (рисунок 1), а дериватизаты после ВЭЖХ-разделения детектируют с использованием УФ-детектора. Недостатком этого метода является наблюдаемое в ряде случаев разложение дериватизатов до завершения анализа.

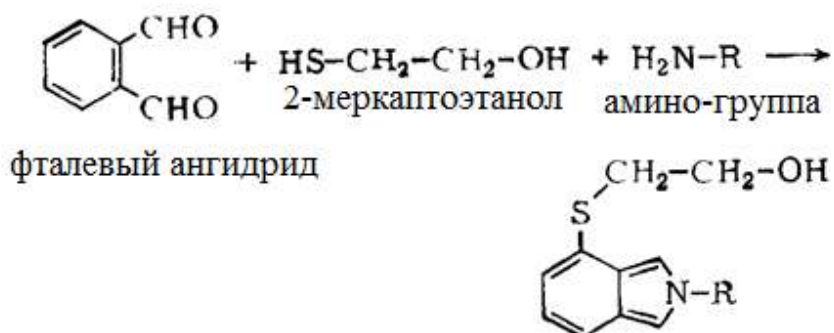


Рисунок 1 – Реакция фталевого ангидрида с аминогруппой аминокислот

При постколоночной дериватизации в качестве реагента используют нингидрин (рисунок 2), позволяющий получить стабильные дериватизаты после разделения аминокислот на ионообменной колонке. Дериватизаты при этом детектируются спектрофотометрически.

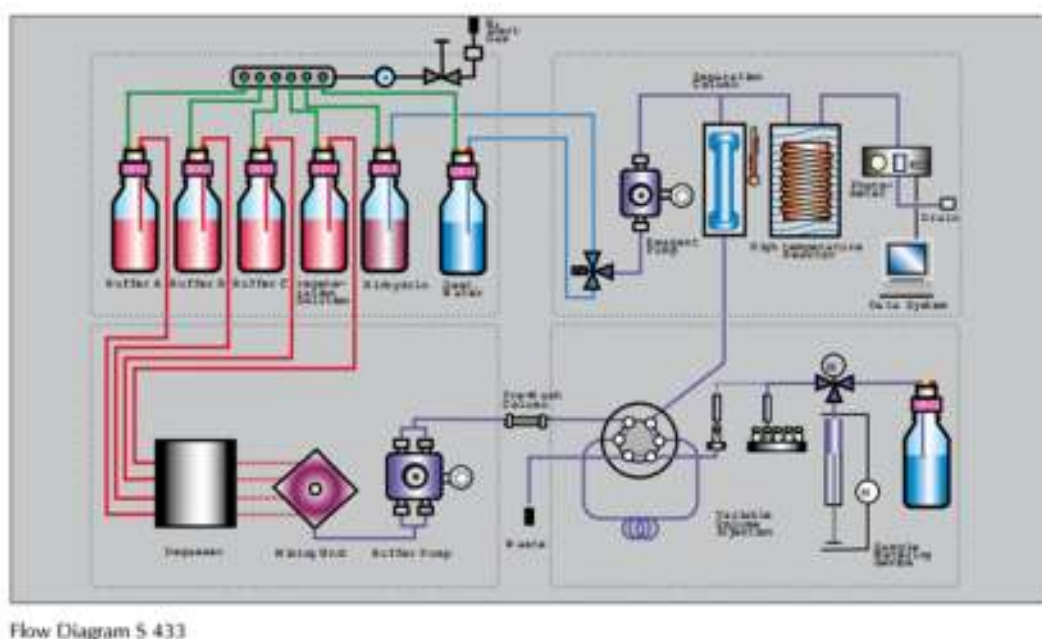


Рисунок 2 – Реакция нингидрина с аминогруппой аминокислот

Для анализа аминокислотного состава белковых и пептидных препаратов важным является выбор пробоподготовки, так как сначала необходимо провести исчерпывающий гидролиз этих полимеров до отдельных аминокислот и учесть при этом все возможные потери.

Стандартная процедура разложения белка до аминокислот – кислотный гидролиз (6М раствор соляной кислоты при температуре 110 °С [1-6]) – позволяет в дальнейшем определить все аминокислоты, кроме серосодержащих (цистеин и метионин).

Серосодержащие аминокислоты при кислотном гидролизе частично разлагаются, поэтому для точного определения их количества в пробе необходимо предварительно перевести их в стабильные соединения (рисунок 3) – цистеиновую кислоту и метионинсульфон, соответственно. Для этого проводят окисление указанных аминокислот путем охлаждения (0 – 5 °С) с надмуравьиной кислотой в течение 18 часов. Далее уже можно проводить кислотный гидролиз и количественное определение цистеиновой кислоты и метионинсульфона с последующим пересчетом на исходные аминокислоты [1, 2, 5, 6, 10].

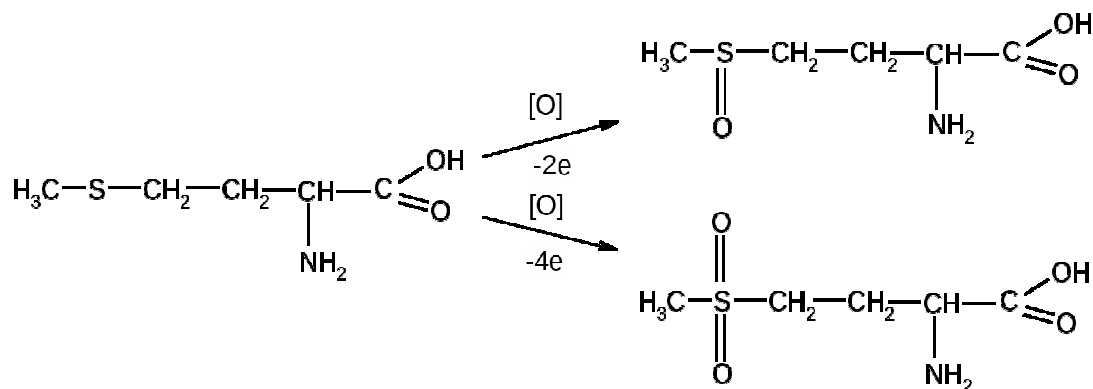


Рисунок 3 – Реакция окисления метионина

Отдельно отметим, что при кислотном гидролизе триптофан полностью разлагается, поэтому для его определения используют щелочной гидролиз (гидроксид бария, 110 °С, 20 часов) [7, 9].

Материалы и методы. Целью нашей работы было сравнение методов с пред- и постколоночной дериватизацией на примере анализа образца сульфата лизина. Метод, который покажет наилучшую точность, будет в дальнейшем использован для отработки методов пробоподготовки образцов белков и пептидов на содержание валина и треонина. Реактивы и материалы: соляная кислота (ХИММЕД, ХЧ), гидроксид натрия (БЕК-ТОН, ХЧ), гидроксид бария 8-водный (AppliChem Panreac, pure), дисульфит натрия (AppliChem Panreac, USP-NF, BP, Ph. Eur., pure, pharma grade), муравьиная кислота (ЗАО «База №1 Химреактивов», 85 %-ная), перекись водорода (ХИММЕД, 37 %, мед), ортофосфорная кислота («КОМПОНЕНТ-РЕАКТИВ, особо чистая 12-3), набор буферов для аминокислотного анализа методом ВЭЖХ («Sevko&Co»), орто-фталевый ангидрид (sigma aldrich, ACS reagent). Оборудование: анализатор аминокислотный НІТАСНІ L-8900 (Япония), анализатор аминокислотный Sykam S 433 (Германия), хроматограф жидкостной 1290 Infinity II LC (Agilent Technologies, Германия), весы неавтоматического действия Mettler Toledo XPE 204 (Швейцария), электропечь сопротивления низкотемпературная лабораторная SNOL 67/350 (Литва).

Результаты и обсуждение. В образцах сульфата лизина было проведено определение содержания указанной аминокислоты в свободной форме. Как заявляет производитель, содержание лизина в продукте должно быть не меньше 55 %. Испытания проводились двумя различными методами анализа: с пред- и постколоночной дериватизацией, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа сульфата лизина

Название, номер пробы	Содержание лизина, %					
	Дериватизация				Европейская аккредитованная лаборатория [10]	Заявлено
	Предколоночная [9]	Δ от независимого определения	Постколоночная [8]	Δ от независимого определения		
Сульфат лизина № 1	42,5	16,3	56,1	2,8	58,8	≥ 55
Сульфат лизина № 2	49,8	6,4	54,9	1,3	56,2	≥ 55
Сульфат лизина № 3	50,9	7,0	58,3	0,4	57,9	≥ 55

Экспериментально показано, что при постколоночной дериватизации результаты согласуются с теми, что измерены в независимой Европейской аккредитованной лаборатории. Таким образом, этот метод был выбран для дальнейшей работы.

Для определения оптимальной пробоподготовки образцов белков и пептидов на валин и треонин в качестве первой стадии был выбран кислотный гидролиз, т.к. целевые аналиты не являются серосодержащими и также не требуется определения триптофана.

После процесса кислотного гидролиза перед анализом pH в образце необходимо довести до 2.20. Для этого возможно использование двух подходов:

- полностью выпарить соляную кислоту и перерастворить образец в буфере с соответствующим pH;
- довести pH в образце после гидролиза до нужного значения путем добавления щелочи.

Экспериментально было установлено, что при использовании первого подхода гидрофобные аминокислоты (например, валин) не полностью перерастворяются после упаривания, и итоговые результаты анализа получаются заниженными (таблица 2). Предположительно, это связано с частичным «запеканием» целевых аналитов с углеводами.

Второй же подход, несмотря на большой расход дополнительного реактива (0,3 г щелочи на 1 пробу), дает более точные результаты.

Таблица 2 – Сравнение результатов разных способов пробоподготовки

Аминокислота в пробе	Содержание аминокислот, %				Европейская аккредитованная лаборатория [10]
	Метод перерастворения	Δ от независимого определения	Метод добавки щелочи	Δ от независимого определения	
Валин	0,64	0,33	0,96	0,01	0,97
Треонин	0,79	0,05	0,84	0	0,84

Заключение. Проведено сравнение методов анализа аминокислот с пред- и постколоночной дериватизацией на примере определения содержания сульфата лизина. Экспериментально показано преимущество использования постколоночной дериватизации с нингидрином.

Рассмотрены виды пробоподготовки для белковых и пептидных препаратов, на примере валина и треонина. Показано, что для дальнейшего определения аминокислот важным является выбранный подход для доведения pH до 2.2 и оптимальным является добавление щелочи (вместо использования выпаривания и перерастворения).

Библиографический список

1. Аминокислоты, пептиды, белки [Текст]/ Х.-Д. Якубе, Х. Ешкайт и др. – М.: Мир, 1985. – 444 с.
2. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии [Текст]/ А. Хеншен, К.-П. Хупе, Ф. Лотшпайх, В. Вельтер. – Federal Republic of Germany, 1988. – 688 с.
3. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения лизина и триптофана ГОСТ 13496.21-2015 [Текст].
4. Корма, премиксы. Определение содержания лизина, метионина и треонина ГОСТ 33428-2015 [Текст].
5. Панышев, А. И. Влияние гидробаротермической обработки на углеводный состав концентратов [Текст] / А. И. Панышев, В. А. Ситников, С. Ю. Николаев //Аграрный вестник Урала. – 2012. – №. 9 (101). – С. 29-32.
6. Analysis of Amino Acids by HPLC, Agilent Technologies, Inc., REG (EC) 152/2009
7. Determination of amino acids in biomass and protein samples by microwave hydrolysis and ion-exchange chromatography, Lars Joergensen*, Helle N. Thestrup, 1995
8. Hydrolysis and amino acid composition analysis of proteins, Michael Fountoulakis, Hans-Werner Lahm, 1998
9. Hydrolysis of proteins performed at high temperatures and for short times with reduced racemization, in order to determine the enantiomers of D- and L-amino acids, J. Csap, Zs. Kiss-Csap, Cs. Albert, K. Loki, 2008
10. Soshnikova O. V. et al. The investigations of the chemical composition of *Amaranthus retroflexus* L //IP Pavlov Russian Medical Biological Herald. – 2010. – Т. 18. – №. 2. – С. 135-141.

Reference

1. Aminokisloty, peptidy, belki [Tekst]/ H.-D. Yakube, H. Eshkajt i dr. - M.: Mir, 1985. – 444 p.
2. Vysokojeffektivnaya zhidkostnaya hromatografiya v biohimii [Tekst]/ A. Hen-shen, K.-P. Hupe, F. Lotshpajh, V. Vel'ter. – Federal Republic of Germany, 1988. – 688 p.
3. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya lizina i triptofana GOST 13496.21-2015 [Tekst].
4. Korma, premiksy. Opredelenie soderzhaniya lizina, metionina i treonina GOST 33428-2015 [Tekst].
5. Panyshev, A. I. Vliyanie gidrobarotermicheskoy obrabotki na uglevodnyj sostav koncentratov [Tekst] / A. I. Panyshev, V. A. Sitnikov, S. Yu. Nikolaev //Agrarnyj vestnik Urala. - 2012. - №. 9 (101). - P. 29-32.
6. Analysis of Amino Acids by HPLC, Agilent Technologies, Inc., REG (EC) 152/2009
7. Determination of amino acids in biomass and protein samples by microwave hydrolysis and ion-exchange chromatography, Lars Joergensen*, Helle N. Thestrup, 1995
8. Hydrolysis and amino acid composition analysis of proteins, Michael Fountoulakis, Hans-Werner Lahm, 1998
9. Hydrolysis of proteins performed at high temperatures and for short times with reduced racemization, in order to determine the enantiomers of D- and L-amino acids, J. Csap, Zs. Kiss-Csap, Cs. Albert, K. Loki, 2008
10. Soshnikova O. V. et al. The investigations of the chemical composition of *Am-aranthus retroflexus* L //IP Pavlov Russian Medical Biological Herald. – 2010. – Т. 18. – №. 2. – С. 135-141.

E-mail: nikolaevvolgau@ya.ru

УДК 636.082.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
АНГУССКОЙ ПОРОДЫ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА
И БЫЧКОВ ПО СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ****THE EVALUATION OF BULLS ANGUS BREED FOR QUALITY
OF PROGENY BULLS AND PRODUCTIVITY****А.В. Ранделин¹**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**Д.А. Ранделин²**, доктор биологических наук**О.А. Суторма¹**, кандидат биологических наук**В.В. Ранделина¹**, кандидат сельскохозяйственных наук**A.V. Randelin¹, D.A. Randelin², O.A. Sutorma¹, V.V. Randelina¹**¹ Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград² Волгоградский государственный аграрный университет¹ Volga research Institute of production and processing of meat and dairy products² Volgograd State Agrarian University

В статье изложен материал, полученный в процессе оценки быков-производителей канадской селекции на основе продуктивности сыновей по качеству потомства и продуктивности. Выявлено, что наиболее высокой энергией роста обладали сыновья быка-производителя Менни 105808842 и низкой – Куакер Хилл Темплейг 612. Сыновья быка-производителя Менни 105808842 в возрасте 18 месяцев превосходили по живой массе своих сверстников на 10,72 и 13,99 %, а по прижизненной оценке мясных качеств – на 2,96 и 6,51 %. При этом из 33 оцененных бычков по собственной продуктивности комплексную оценку более 100 баллов получили 11 бычков и выше 111 баллов – 2 бычка. У трех бычков сыновей Менни 105808842 живая масса в возрасте 15 месяцев составила 503, 493 и 500 кг. Из числа оцененных быков-производителей только у быка-производителя Менни 105808842 комплексная оценка была больше 100 баллов (108,6 баллов), и он получил категорию улучшателя. Оценка быков-производителей по воспроизводительным способностям показала, что наиболее высоким качеством спермопродукции обладал бык Менни 105808842 и низким – Куакер Хилл Темплейг 612. Оплодотворяющая способность спермы у первого была выше, чем у других быков на 3,1 и 5,5 % (на телках) и на 2,1-3,1 % (на коровах).

The article presents the material obtained in the process of evaluation of bulls of Canadian selection on the basis of productivity of sons on the quality of offspring and productivity. Found that the high energy growth had sons bull producer Manny 105808842 and low Quaker hill Templar 612. The sons of the bull-driver Menny 105808842 at the age of 18 months outnumbered their peers by 10.72 and 13.99%, and by lifetime assessment of meat qualities by 2.96 and 6.51%. Thus of the 33 evaluated steers and productivity a comprehensive assessment of more than 100 points got 11 calves and above 111 points 2 bull. The three bulls of the sons of Menny 105808842 live weight at the age of 15 months was La 503, 493 and 500 kg. of the estimated bulls only the bull manufacturer Menny 105808842 comprehensive assessment was more than 100 points (108.6 points) and he received the category of the improver. Evaluation of bulls on the reproductive abilities showed that the highest quality sperm, had bull Manny 105808842 and low Quaker hill Templar 612. The fertilizing ability of sperm in the first one was higher than in other bulls by 3.1 and 5.5 % (on heifers) and by 2.1-3.1 % (on cows).

Ключевые слова: быки-производители, качество потомства, динамика живой массы, энергия роста, воспроизводительная способность.

Key words: bulls producers, quality of posterity, dynamics of live weight, energy of growth, reproductive ability.

Введение: Селекционно-генетический прогресс при совершенствовании породы, популяции стада мясного скота тесно связан с объективной оценкой, обоснованным отбором и подбором животных[1, 2, 3, 4].

В последние годы особое внимание уделяется оценке животных по наличию в их генофонде генетических маркеров, ассоциированных с параметрами мясной продуктивности. Однако наличие у производителя или коровы желательных генов (маркеров) не дает гарантии наследования у потомства всех продуктивных качеств родителей.

Объединение методов оценки животных по генетическим маркерам с традиционной селекцией может дать необходимый результат. Так, не потерял актуальности метод оценки быков-производителей по качеству потомства, а молодняка – по собственной продуктивности. Мы оценили 30 ангусских бычков в возрасте 15 месяцев по показателям собственной продуктивности и на основе этих результатов – 3 производителей по качеству потомства.

Материалы и методы: Исследования проводили на бычках ангусской породы канадской селекции в ООО «Дон-Агро» Нехаевского района Волгоградской области. С целью осуществления оценки были отобраны в 8 месячном возрасте три группы бычков. В каждой группе находилось по 10 бычков. В I группу подбирались по методу сверстников сыновья Бон Вью Дизайн 878, во вторую – Менни 105808842 и в третью – Куакер Хилл Темплейг 612.

Все быки, подлежащие испытанию, были оценены по итогам бонитировки как класс элита рекорд. Оценка произведена по инструкции Министерства сельского хозяйства (Москва, Агроуниверситет, 1990). Бычки содержались по беспривязной технологии в помещениях с выходом в выгульные дворы. Рацион молодняка включал сено – 3,5 кг, сенаж – 8,6 кг, зерносмесь – 4,0 кг и все необходимые премиксы и добавки. За период опыта от 8 до 15 месяцев потребление ЭКЕ по I, II и III группам соответственно 14 348,0; 162 224,0 и 13 756,4, протеина – 142,9; 160,4 и 139,8 кг.

Экспериментальный материал исследований обрабатывали биометрическими методами на ПК с использованием программы «Microsoft Office». Критерий достоверности разницы между группами определяли при трехуровневой вероятности с использованием таблиц (Стьюдент Фишер).

Результаты и обсуждение. Молодняк всех групп характеризовался относительно высокой энергией роста. При этом в 10 месячном возрасте потомки быка Мэнни 105808842 имели живую массу больше, чем сверстники из I группы, на 17,5 кг, или 6,08 % ($P>0,95$), и III – на 14,7 кг, или 5,05 % ($P>0,95$) (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели продуктивности сыновей быков, проверяемых быков, кг

Возрастной период, мес.	Быки-производители		
	I	II	III
8	227,8±3,01	239,3±2,96	230,0±3,19
10	288,0±2,64	305,5±3,28	290,8±2,97
12	355,8±3,22	381,3±3,57	347,4±3,61
14	417,4±3,98	459,2±4,74	405,2±4,08
15	445,1±4,45	492,8±4,11	432,3±3,86
Показатель за период опыта, кг	217,3±3,40	253,5±4,02	202,3±3,98
Показатель среднесуточного прироста за период опыта, кг	1034,8±9,58	1207,1±12,93	963,3±10,15

Так, в 12 месячном возрасте их преимущество над сверстниками составило 25,5 кг, или 7,17 % ($P>0,99$), и 33,9 кг, или 9,76 % ($P>0,99$) и в 15-ти месячном – на 47,7 кг, или 10,72 % ($P>0,999$), и 60,5 кг или 13,99 % ($P>0,999$).

Показатели абсолютного прироста сыновей производителя Мэнни 105808842 были больше, чем у сверстников I и III групп на 36,2 кг, или 16,66 % ($P>0,99$) и 51,2 кг, или 25,31 % ($P>0,999$). Показатели среднесуточного прироста живой массы у них были больше соответственно на 172,3 г, или 16,65 % ($P>0,999$), и 243,8 г, или 25,31 % ($P>0,999$).

Таблица 2 – Результаты проверки ангусских быков-производителей
по качеству потомства, $n = 10$

Кличка и номер быка	Селекционные признаки потомков											
	Живая масса в возрасте 8 мес.		Живая масса в возрасте 15 мес.		Среднесуточный прирост живой массы за период 8-15 мес.		Пожизненная оценка мясных качеств		Оценка экстерьера по 60-бальной шкале (15 мес.)		Комплексная оценка	
	M±m, кг	C _v , %	M±m, кг	C _v , %	M±m, кг	C _v , %	M±m, кг	C _v , %	M±m, кг	C _v , %	M±m, кг	C _v , %
Бон Вью Дизайн 878	227,8± 3,01	12,18	445,1± 4,45	13,64	1034,8± 9,58	21,85	54,0± 0,21	6,05	57,0± 0,31	4,56	98,6± 0,49	4,28
Мэнни 105808842	239,3± 2,96	11,73	492,8± 4,11	12,78	1207,0± 12,93	19,36	55,6± 0,18	4,71	59,4± 0,26	2,98	108,6± 0,52	3,21
Куакер Хилл Темплег 612	230,0± 3,19	14,86	432,4± 3,98	15,90	963,3± 10,15	24,78	52,2± 0,27	5,23	56,2± 0,33	3,17	97,7± 0,46	3,46
Средний показатель	232,4± 2,83	12,18	456,7± 4,23	13,05	1053,3± 11,42	22,44	53,9± 0,24	5,06	57,5± 0,27	3,62	-	-

При прижизненной оценке мясных качеств оцениваемого молодняка установлено, что сыновья быка Мэнни 105808842 превосходили сверстников на 1,6 балла, или 2,96 % ($P > 0,99$), и 3,4 балла, или 6,51 % ($P > 0,999$) (таблица 2). Комплексный индекс оценки у сыновей Мэнни 105808842 был выше, чем у потомков других бычков 10,0 и 10,9 % соответственно.

Согласно методике, бык-производитель Мэнни 105808842 при оценке по комплексу признаков соответствовал категории улучшателя, что позволяет широко его использовать при совершенствовании стада. Категорию ухудшателя получил производитель Куакер Хилл Темплейг 612.

Таким образом, в период проверки быков по качеству потомства 30 ангусских бычков были оценены по собственной продуктивности. У одиннадцати бычков комплексный балл оценки был 100 и выше, у 2 бычков он был выше 111 баллов.

Исследования показали, что у сыновей быка производителя Мэнни 105808842 с номерами 1403146; 1403161 и 1402036 показатель среднесуточного прироста массы тела за 210 дней опыта был равен 1239,1; 1201,8 и 1267,6 г, а величина их живой массы в 15-ти месячном возрасте достигла соответственно 503; 493 и 500 кг. Учитывая высокие показатели продуктивности, эти бычки были определены для ремонта основного стада быков-производителей.

Однако для широкого использования быка-производителя при совершенствовании стада, популяции необходимо знать не только результаты его оценки по качеству потомства, но и показатели воспроизводительной способности, в частности качества спермопродукции, оплодотворяющей способности спермы.

Результаты наших исследований показали, что концентрация спермы в 1 мм эякулята у быка Мэнни 105808842 была больше, чем у сверстников быков I и III групп на 0,08 млрд, или 8,16 % и 0,15 млрд, или 16,48 % ($P > 0,99$), а подвижность спермиев в эякуляте выше на 0,55 балла, или 7,65 ($P > 0,999$) и 0,63 балла, или 8,86 % ($P > 0,999$) (таблица 3). Показатели плотности спермы варьировали у быков в незначительных пределах от 1,032 до 1,033 г/млг.

Таблица 3 – Качество спермопродукции оцененных
быков-производителей (n=12 эякулятов)

Показатели качества	Экспериментальные группы		
	I	II	III
Концентрация спермиев в 1 мм эякулята, млрд.	0,98±0,03	1,06±0,02	0,91±0,02
Подвижность спермиев эякуляте, баллов	7,19±0,06	7,74±0,05	7,11±0,07
Плотность спермиев г/мл	1,002±0,01	1,033±0,01	1,032±0,01
Выживаемость спермы при 46,54 °С, минут	53,25±0,71	51,18±0,58	48,67±0,68

Выживаемость спермы при температуре 46,54 °С была выше у быка Бон Вью Дизайн 878 в сравнении со сверстниками на 2,07 мин, или 4,04 % ($P>0,95$) и 4,58 мин, или 9,41 % ($P>0,99$)

При этом наиболее объективным показателем репродуктивных способностей быков считается оплодотворяющая способность их семени. Анализ показал, что оплодотворяющая способность семени наиболее высокой была у Мэнни 105808842 и низкой – у Куакер Хилл Тем III.

Таблица 4 – Оплодотворяемость семени оцениваемых быков-производителей

Показатель	Экспериментальные группы		
	I	II	III
Количество осемененных телок, гол.	98	106	77
Количество осемененных коров, гол.	57	65	43
Оплодотворено, %	58,2	61,3	55,8
Количество осемененных коров, гол.	248	310	281
Количество оплодотворенных коров после первого осеменения, гол.	134	174	149
Оплодотворено, %	54	56,0	53

Оплодотворяемость телок семенем Мэнни после первого осеменения была выше, чем семени I и III групп на 3,1 5,5 % и коров соответственно на 2,1 3,1 %. При этом быки-производители из I группы превосходили по данному показателю сверстников из III группы на 2,4 и 1,0 %.

Расчет экономической эффективности производства говядины от сыновей быков, проходящих оценку по качеству потомства, показал, что себестоимость 1 кг прироста у сыновей Мэнни 105808842 была ниже, чем у потомков быков I и III групп, на 10,8 и 15,7 рублей, уровень рентабельности производства мяса больше на 20,8 и 27,5 % (таблица 5).

Таблица 5 – Эффективность производства говядины

Показатель	Экспериментальные группы		
	I	II	III
Абсолютный прирост, кг	217,3	253,5	202,3
Затрачено ЭКЕ на 1 кг прироста.	7,2	6,8	7,4
Фактические производственные затраты, за время опыта, руб.	15670,0	15670,0	15670,0
Расчетная себестоимость прироста живой массы, руб.(1 кг)	72,1	61,8	77,5
Расчетная реализационная цена прироста, руб.	19557,0	22815,0	1850,0
Валовая прибыль на одну голову, руб.	3887	7145	2537
Рентабельность производства	24,8	45,6	18,1

Заключение: Таким образом, наиболее эффективно для совершенствования стада использовать быка-производителя Мэнни 105808842. При его использовании в стаде ангусского скота возможно повысить уровень рентабельности производства говядины на 20,8-27,5 %.

Библиографический список

1. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий [Текст]: монография / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин, Б.К. Болаев, О.А. Суторма. – Элиста: Калмыцкий ГУ, 2015. – 250 с.
2. Ранделин, Д.А. Научно-практическое обоснование производства конкурентоспособной говядины на основе оптимизации использования породных ресурсов мясного скота [Текст]: автореф. дис. д-ра биол. наук по специальности 06.02.10 / Д.А. Ранделин. – Волгоград, 2013. – 49 с.
3. Характеристика генофондов российских мясных пород крупного рогатого скота с использованием межмикросателитного анализа ДНК (ISSR анализ) [Текст] / Г.Ф. Сулимова, В.Н. Воронкова, А.В. Пергун, И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, Е.Ю. Злобина // Генетика. – 2016. – Т. 52. – № 9. – С. 1081-1088.
4. Polymorphisms of bgh, rorc, and dgat1 genes in russian beef cattle breeds [Текст] / I.F. Gorlov, A.A. Fedunin, G.E. Sulimova, D.A. Randelin // Russian Journal of Genetics. – 2014. – Т. 50. – № 12. – P. 1302-1307.

Reference

1. Novye podhody k proizvodstvu govyadiny na osnove sovremennyh bioinzhenernyh tehnologij: monografiya [Tekst] / I. F. Gorlov, V. I. Levahin, D. A. Randelin, B. K. Bolaev, O. A. Su-torma. - Jelista: Kalmyckij GU, 2015. - 250 s.
2. Randelin, D. A. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie proizvodstva konkurentosposobnoj govyadiny na osnove optimizacii ispol'zovaniya porodnyh resursov myasnogo skota [Tekst]: avtoref. dis. d-ra biol. nauk po special'nosti 06.02.10 / D. A. Randelin. – Volgograd, 2013. - 49 s.
3. Sulimova G. F. Harakteristika genofondov rossijskih myasnyh porod krupnogo rogatogo skota s ispol'zovaniem mezhmikrosatelitnogo analiza DNK (ISSR analiz). [Tekst] / G. F. Sulimova, V. N. Voronkova, A.V. Pergun, I.F. Gorlov, A.V. Randelin, M.I. Slozhenkina, E.Yu. Zlobina // Ge-netika. – 2016. – T.52. – № 9. - P. 1081-1088.
4. Polymorphisms of bgh, rorc, and dgat1 genes in russian beef cattle breeds [Tekst] / I.F. Gorlov, A.A. Fedunin, G.E. Sulimova, D.A. Randelin // Russian Journal of Genetics. - 2014. - T. 50. - № 12. - P. 1302-1307.

E-mail: niimmp@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.674

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕЛКОСТРУЙЧАТОГО
ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ
В СОЧЕТАНИИ С АЭРОЗОЛЬНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ****IMPROVEMENT OF SYSTEM OF MELKOSTRUYCHATOGO
OF THE INTRA SOIL IRRIGATION OF LONG-TERM PLANTINGS
IN THE COMBINATION AEROSOL MOISTENING**

Н.Н. Дубенок¹, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.В. Майер², кандидат сельскохозяйственных наук

N. N. Dubenok¹, A. V. Mayer²

¹Российский государственный аграрный университет - МСХА
имени К.А. Тимирязева, г. Москва

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)

¹FGBOU IN RGAU - MSHA of K.A. Timiryazev

²FGBN VNIIGIM of A.N. Kostyakova

В комплексе различных мелиоративных мероприятий важную роль играет разработка и создание принципиально новых технических средств и технологий орошения. В условиях сухостепной зоны Юга России, где характерно постоянное воздействие засух и суховеев, незначительное выпадение осадков, возможно получение высоких урожаев и качественной продукции плодовых и ягодных культур. В настоящее время в Южных регионах России все большее распространение получают малообъемные способы орошения, такие как капельное, внутрипочвенное и малоинтенсивное орошение. В Волгоградской области наибольшее применение среди малообъемных способов орошения для возделывания сельскохозяйственной продукции получили капельный и внутрипочвенный поливы. При неоспоримых преимуществах капельного и внутрипочвенного орошения (экономия водных и энергетических ресурсов, автоматизация полива, амортизационные расходы, трудовые затраты) перед другими способами орошения они имеют серьезный недостаток. Системой капельного орошения, как и внутрипочвенного или струйчатого полива, невозможно даже частично регулировать фитоклимат многолетних садовых насаждений, проводить биологические, химические и ростовые обработки сада, что в конечном итоге пагубно влияет на урожайность плодовых и ягодных культур, а при засухах и суховеях вместе с возникновением паразитов и вредителей, вызывающих различные заболевания, такое влияние может привести и к полной потере урожая. Одним из направлений решения вышеперечисленных задач, включающих технологические приемы по борьбе с засухами и суховеями, является конструктивная разработка технических средств аэрозольного увлажнения в сочетании с малообъемными способами орошения. Авторами предлагается усовершенствование системы комбинированного орошения, направленной на создание новых технологий орошения для возделывания сельскохозяйственных и многолетних плодовых культур путем использования гофрированных увлажнителей с перфорацией для водовыпусков и с дозированной подачей поливной воды посредством компенсированных капельниц с последующим осуществлением аэрозольного увлажнения.

In complex of various meliorative measures the important role in the solution of these tasks is occupied by development and creation of essentially new means and technologies of irrigation. In the conditions of sukhostepny zone of the South of Russia where continuous impact of droughts and dry winds is characteristic, the insignificant rainfall, is possible receiving heavy yields and qualitative production of fruit and berry crops. Now in the Southern regions of Russia the increasing distribution small-volume ways of irrigation, such as receive drop, intra soil and low-intensive irrigation. In the Volgograd region, the greatest application among small-volume ways of irrigation for cultivation of agricultural production, was received

by drop and intra soil waterings. At conclusive advantages of drop and intra soil irrigation (economy of water and energy resources, watering automation, amortization expenses, labor expenses) before other ways of irrigation, they have serious shortcoming. System of drop irrigation, as well as intra soil or struychaty watering it is not possible even to regulate partially plant climate of long-term garden plantings, to carry out biological, chemical and rostovy treatments of garden that finally harmful influences productivity of fruit and berry crops, and at droughts and dry winds together with emergence of parasites and pests causing various diseases, such influence can lead and to complete loss of crop. One of the directions of the solution of the above-mentioned tasks including processing methods on fight against droughts and dry winds - is constructive development of means of aerosol moistening in combination to small-volume ways of irrigation. Authors offer improvement of system of the combined irrigation directed on creation of new technologies of irrigation for cultivation of agricultural and long-term fruit crops by use of goffered humidifiers with perforation for water releases, and with the dosed feed of irrigation water by means of the compensated droppers, with the subsequent implementation of aerosol moistening

Ключевые слова: *система орошения, многолетние насаждения, конструктивные элементы, локальное орошение, аэрозольное увлажнение, водовыпуски, распылительные насадки, компенсированные капельницы.*

Keywords: *irrigation system, long-term plantings, constructive elements, local irrigation, aerosol moistening, water releases, the raspylitelny baits, the compensated droppers.*

Введение. Рост и развитие сельскохозяйственных культур в связи с изменением почвенных, климатических и иных условий требуют строгого регулирования запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы, а также влажности приземного слоя воздуха, что может быть обеспечено только сочетанием различных способов полива на протяжении всего вегетативного периода или одного полива, а также одновременного комбинированного полива. Поэтому комбинированные поливы целесообразно осуществлять агрегатами со специальными дооборудованными или переоборудованными рабочими органами [1, 6].

На протяжении последних лет в ВНИИГиМ накоплен опыт для комбинированных поливов с использованием передвижных дождевальных агрегатов и стационарных систем. Разработан комплект дополнительного оборудования к агрегату ДДА – 100 МА для комбинированного полива дождеванием в сочетании с мелкодисперсным орошением [10, 6], с дооборудованной стационарной гидромелиоративной капельной системой в комбинации с аэрозольным увлажнением, внутрипочвенные поливы многолетних насаждений в сочетании с мелкодисперсным дождеванием, когда часть воды под напором или без подается непосредственно к корневой системе сельскохозяйственной культуры, а остальная часть с увеличением напора подается на культуру в виде диспергированных водяных капель, тем самым регулируя влажность окружающего воздуха и температуру листьев культуры [2, 3].

Опыты проводились с 1980 по 2016 гг., на Заволжской опытно-мелиоративной станции в Быковском районе, в фермерском хозяйстве «САДКО» Дубовского района, в фермерском хозяйстве «Выборнов В.Д.» Ленинского района Волгоградской области, в ОПХ «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия. Для тесного сотрудничества и изучения ряда вопросов по комбинированному орошению опыты закладывались в Северо-Кавказском регионе на территории учхоза Дагестанского ГАУ [7].

Имеющийся опыт свидетельствует о целесообразности применения комбинированных поливов и создания рабочих органов машин и гидромелиоративных систем для их механизации.

Материалы и методы. Гидромелиорационная система мелкоструйчатого внутрипочвенного орошения в сочетании с аэрозольным увлажнением конструировалась и компоновалась на основе мелиоративной системы мелкоструйчатого и внутрипочвенного орошения с использованием методов системного подхода, системотехники, теории проектирования новой техники, теории технических систем.

Методическим подходом для разработки новой орошаемой стационарной техники является теория и практика комплексных мелиораций с использованием выполненных ВНИИГиМ «Современного районирования способов орошения агроландшафтов» (2004 г.), основных положений Федерального закона «О техническом регулировании» (№184-ФЗ от 27.12. 2002, № 45-ФЗ от 09.05.2005, № 65-ФЗ от 01.05.2007, № 309-ФЗ от 01.12. 2007 г.), расчетных расходных водных характеристик. Федеральных регистров базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации.

Результаты и обсуждение. Многолетнее насаждение, такое как плодородное дерево, – организм с очень сложной взаимосвязью вегетативных отдельных органов. Такая сложность проявляется в обеспечении отдельных органов влагой. Плодовые деревья часто страдают из-за недостатка влаги при условии, когда в почве имеется еще значительный запас ее в доступной форме, и, наоборот, находятся в отличном состоянии при явно ограниченных запасах влаги. Происходит это потому, что плодородное дерево имеет свой внутренний водный режим, который в свою очередь определяется особенностью водного режима тканей и клеток отдельных органов, составляющих плодородное дерево. Исследованиями выявлено, что основным достоинством мелкоструйчатого внутрипочвенного орошения в сочетании с аэрозольным орошением является энергосбережение, экономное расходование оросительной воды на единицу полученной прибавки урожая от полива и регулирование микроклимата сада. Малый расход воды заложен в самом принципе мелкоструйчатого полива: в локальной подаче воды в соответствии с оптимальной потребностью культуры в ней. Водяной расход при мелкоструйчатом орошении многолетних насаждений на каждый трубчатый водовыпуск может варьировать от 15,0 до 50 л/ч на одно многолетнее насаждение при водяном давлении в поливных трубопроводах 0,05...0,20 МПа. Локальный мелкоструйчатый полив, подающий воду в корневую зону, обеспечивает угнетение сорной растительности и облегчает борьбу с ней. Наименьшее смачивание доли увлажняемой площади сохраняет в почве большой запас влаги на более длительный срок, поскольку снижает испарение с почвенной поверхности. Тот же принцип предохраняет почву от вторичного засоления ее пахотного горизонта при высоком залегании грунтовых вод.

Регулирование внутреннего водного режима деревьев с наименьшими затратами поливной воды является конечным желаемым результатом применения искусственного орошения.

Сопоставление динамики роста побегов с метеорологическими условиями этого периода позволило установить, что продолжительность и интенсивность поступательного роста побегов тесно связаны с нарастанием недостатка насыщения воздуха водяными парами. Любая растительная клетка для нормального функционирования должна быть насыщена водой. Чем выше температура воздуха, тем ниже его влажность, тем сильнее испаряется вода надземными органами, особенно листьями, корни не успевают пополнять уменьшающуюся в тканях воду, наступает водный дефицит и временное, а в условиях сухого жаркого лета нередко и длительное или устойчивое завядание растений. Водный дефицит может наступать и при достаточной влажности почвы в условиях низкой или высокой температуры и сухости воздуха, при сильных суховеях.

Фермер или садовод имеет возможность при орошении внутрипочвенным струйчатым поливом многолетних насаждений изначально с момента закладки молодого сада управлять формированием корневой системы. Регулярное водообеспечение деревьев вносит существенные коррективы и в удаляемость корней от штамба дерева. Распространение корней вглубь и в стороны определяет объем почвогрунта,

из которого плодородное дерево берет влагу и элементы питания. Чем равномернее распределены корни в этом объеме, тем естественнее и равномернее расходуется влага из него. Однако основная масса, как правило, сосредотачивается в верхнем плодородном слое почвы и лишь незначительная часть корней проникает на большую глубину. Установлено также, что корни неодинаково насыщают почву на разном удалении от штамба дерева. Большая насыщенность корнями наблюдается в верхних богатых и более аэрируемых горизонтах.

Аэрозольное орошение. Основы аэрозольного орошения или мелкодисперсного дождевания базируются на использовании законов физиологии растений. Известно, что биологические резервы в повышении продуктивности сельскохозяйственных и плодовых культур огромны, так как коэффициент полезного действия (КПД) фотосинтеза у большей части культурных растений колеблется в пределах 13 %, а максимально возможный КПД фотосинтеза может достигнуть при использовании аэрозольного увлажнения 20 %.

В предыдущей разработке гидромелиоративной системы внутрипочвенного струйчатого орошения в сочетании с аэрозольным орошением для аэрозольного увлажнения многолетних насаждений использовали дополнительную емкость и малый водяной насос с дополнительным поливным трубопроводом [3, 4]. На данном этапе нами предлагается в трубчатые водовыпуски оросительной системы вмонтировать компенсированные капельницы с расходными характеристиками до 16 л/час и тем самым обеспечить локальный полив и аэрозольное увлажнение многолетних насаждений и упростить саму систему комбинированного орошения, уйти от дополнительных затрат на комплектацию дополнительных конструктивных узлов, а именно от поливной емкости, малого насоса, дополнительного подводящего трубопровода.

В разработанной нами системе с дозированной подачей воды для локального внутрипочвенного орошения в сочетании с аэрозольным увлажнением решаются в основном вопросы технологии внутрипочвенного, капельного и аэрозольного орошения, конечный результат которых – создание оптимально необходимого количества влаги в почве для развития и, что немаловажно, расположения корневой системы на начальном этапе формирования плодового дерева, а также решаются вопросы по улучшению воздушного и теплового режимов.

Устройство и принцип работы системы внутрипочвенного локального орошения с дозируемой подачей поливной воды и аэрозольным увлажнением кроны плодового дерева заключается в следующем: поливную воду для орошения из водозаборного источника подает насос под давлением в фильтр водоочистки, который фильтрует растительный и минеральный сор. Очищенная вода поступает через магистральный трубопровод в распределительные трубопроводы. Распределительные трубопроводы соединены седелками с поливными трубопроводами, которые проложены вдоль плодовых деревьев. На поливном трубопроводе предусмотрены водовыпуски для трубчатых патрубков по 50...60 см каждый, на конце которых вмонтированы компенсированные капельницы. Непосредственно за счет компенсированных капельниц в поливном трубопроводе поддерживается рабочее давление для поливного режима в пределах 0,05...0,15 МПа и для режима аэрозольного увлажнения до 0,25 МПа без превышения расхода поливной нормы по всей его длине. Капельницы установлены в гофрированные внутрипочвенные локальные увлажнители. Гофрированные увлажнители с перфорацией для водовыпусков укладываются при закладке сада плодовых насаждений и ягодников непосредственно на дно посадочной лунки в форме круга с выведенными концами на поверхность почвы (рисунок 1).

В выведенные на поверхность почвы два конца гофрированного увлажнителя свободно вставляются два гибких трубчатых водовыпуска, на концах которых вмонтированы компенсированные капельницы (рисунок 2).



Рисунок 1 – Закладка гофрированного увлажнителя перед высадкой многолетнего плодового насаждения

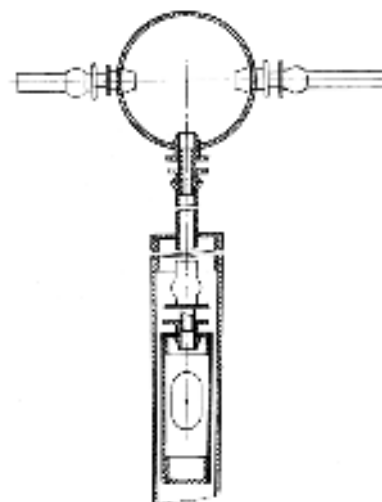


Рисунок 2 – Расположение капельницы внутри увлажнителя

В поливной трубопровод у каждого многолетнего насаждения также посредством адаптеров вмонтированы дополнительно тонкие 3...4 мм гибкие микротрубки длиной до трех метров, на конце которых смонтированы распылители для аэрозольного орошения. Расход поливной воды при аэрозольном увлажнении составляет 0,84...1,28 м³/га за одно увлажнение.

Таблица 1 – Расход компенсированных капельниц при комбинированном орошении

№ п/п	Давление воды в поливном трубопроводе (МПа)	Расход капельниц						Средний расход воды двух капельниц (л/ч.)
		Начало поливного трубопровода		Середина поливно- го трубопровода		Конец поливного трубопровода		
		1 ^я кап.	2 ^я кап.	1 ^я кап	2 ^я кап.	1 ^я кап.	2 ^я кап.	
1	0,05	1,920	1,920	1,920	1,920	1,920	1920	2,847
2	0,01	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	5,280
3	0,15	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	7,200
4	0.20	5.040	5.040	5.040	5.040	5.040	5.040	10.080

Таблица 2 – Расход водовыпусков при струйчатом орошении (л/ч)

№ п/п	Давление воды в поливном трубопроводе (МПа).	Начало поливного трубопровода	Середина поливного трубопровода	Конец поливного трубопровода
1	0,05	28.0	28.0	28.0
2	0,01	34.0	34.0	34.0
3	0,15	42.0	42.0	42.0
4	0,20	48.0	48.0	48.0

Распылители крепятся на раздвижных стойках круглого сечения диаметром до 6 мм, которые в свою очередь устанавливаются у ствола многолетнего насаждения. Для внесения с поливной водой микроудобрений и ростовых веществ для корневых и вне-

корневых подкормок предусмотрен гидроподкормщик в виде насоса-дозатора. Рабочее давление в поливных трубопроводах поддерживается регуляторами давления, расходы поливной воды зависят от технических характеристик вмонтированных в трубчатые водовыпуски капельниц (таблицы 1, 2).

Заключение. В предлагаемой системе внутрипочвенного капельного орошения с дозированной подачей поливной воды и увлажнения кроны многолетних плодовых насаждений разработаны, использованы и объединены технологические элементы капельного, внутрипочвенного и аэрозольного орошения. Введены в эксплуатацию орошения компенсированные капельницы с наибольшими расходами поливной воды, что позволило обеспечить локальный внутрипочвенный дозированный капельный полив в сочетании с аэрозольным увлажнением и сократить время, затрачиваемое на поливную норму при орошении, сэкономить энергетический и водный ресурсы.

Библиографический список

1. Александров, А.Д. Мелиорация микроклимата [Текст]/ А.Д. Александров // Земля Сибирская дальневосточная. – 1978. – № 4. – С. 28-30.
2. Губер, К.В. Создание экологически ориентированных гидромелиоративных систем: итоги и перспективы [Текст] / К.В. Губер // Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования. – М., 2006. – 281 с.
3. Дубенок, Н.Н. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур [Текст]/ Н.Н. Дубенок, А.В. Майер //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – С. 9-19.
4. Дубенок, Н.Н. Комбинированная гидромелиоративная система для орошения садовых насаждений культур [Текст] / Н.Н. Дубенок, А.В. Майер //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № . – С. 43-51.
5. Захаров, Ю.И. Многофункциональная система орошения для полива плодовых и овощных культур [Текст]/ Ю.И. Захаров, А.В. Майер, Н.В. Кривоуцкая // Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства. – М., 2013. – С. 183-187.
6. К вопросу оценки качества распределения поливной воды водовыпусками гибких поливных трубопроводов системы капельного орошения [Текст]/ В.В. Бородычев, А.М. Салдаев, Е.В. Шенцева, Ю.Д. Губаюк // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. / Под ред. Ю.А. Мажайского. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. – Вып. 3. – С. 39-45.
7. Курбанов, С.А. Исследование системы капельного орошения и мелкодисперсного дождевания [Текст]/ С.А. Курбанов, А.В. Майер // Проблемы развития АПК региона ДагГАУ. – 2012. – № 3. – С. 5-9.
8. Майер, А.В. Разработка технических средств и метод определения интервала времени между увлажнениями в системе комбинированного орошения [Текст]/ А.В. Майер, В.С. Бочарников, Е.А. Долгополова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 1. – С. 150-155.
9. Майер, А.В. Технические средства и технология комбинированного орошения [Текст]/А.В. Майер, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса // Наука и и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2. – С. 3-8.
10. Новая система капельного орошения [Текст]/ Р.А. Бальбеков, В.В. Бородычев, А.М. Салдаев, А.В. Дементьев, Ю.В. Кузнецов. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – №4. – С. 6-9.
11. Регулирование фитоклимата в агрофитоценозах при комбинированном орошении и система для его осуществления [Текст]: патент Российской Федерации на изобретение № 2464776/А.С. Овчинников, В.С. Бочарников., О.В. Бочарникова, Б.М. Кизяев, А.В. Майер. – 2012 г.

Reference

1. Aleksadrov, A. D. Melioraciya mikroklimata [Tekst]/ A. D. Aleksandrov // Zemlya Sibirskaya dal'nevostochnaya. - 1978. - № 4. - P. 28-30.

2. Guber, K. V. Sozdanie jekologicheskij orientirovannyh gidromeliorativnyh sistem: itogi i perspektivy [Tekst] / K. V. Guber // Metody i tehnologii kompleksnoj melioracii i jekosistemnogo vodopol'zovaniya. - M., 2006. - 281 p.

3. Dubenok, N. N. Razrabotka sistem kombinirovannogo orosheniya dlya poliva sel'sko-hozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / N. N. Dubenok, A. V. Majer // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - P. 9-19.

4. Dubenok, N. N. Kombinirovannaya gidromeliorativnaya sistema dlya orosheniya sadovyh nasazhdenij kul'tur [Tekst] / N. N. Dubenok, A. V. Majer // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № . - P. 43-51.

5. Zaharov, Yu. I. Mnogofunkcional'naya sistema orosheniya dlya poliva plodovyh i ovoschnykh kul'tur [Tekst] / Yu. I. Zaharov, A. V. Majer, N. V. Krivoluckaya // Melioraciya i problemy vostanovleniya sel'skogo hozyajstva. - M., 2013. - P. 183-187.

6. K voprosu ocenki kachestva raspredeleniya polivnoj vody vodovypuskami gibkikh polivnyh truboprovodov sistemy kapel'nogo orosheniya [Tekst] / V. V. Borodychev, A. M. Saldaev, E. V. Shenceva, Yu. D. Gubayuk // Jekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennyh meliorativnyh tehnologij: sb. nauch. tr. / Pod red. Yu. A. Mazhajskego. - Ryzan': Mescherskij filial GNU VNIIGiM Rossel'hozadademii, 2008. - Vyp. 3. - P. 39-45.

7. Kurbanov, S. A. Issledovanie sistemy kapel'nogo orosheniya i melkodispersnogo dozhdevaniya [Tekst] / S. A. Kurbanov, A. V. Majer // Problemy razvitiya APK regiona DagGAU. - 2012. - № 3. - P. 5-9.

8. Majer, A. V. Razrabotka tehnikeskikh sredstv i metod opredeleniya intervala vremeni mezhdu uvlazhneniyami v sisteme kombinirovannogo orosheniya [Tekst] / A. V. Majer, V. S Bocharnikov, E. A. Dolgopolova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 1. - P. 150-155.

9. Majer, A. V. Tehnicheskie sredstva i tehnologiya kombinirovannogo orosheniya [Tekst] / A. V. Majer, V. S Bocharnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa // Nauka i i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 2. - P. 3-8.

10. Novaya sistema kapel'nogo orosheniya [Tekst] / R. A. Bal'bekov, V. V. Borodychev, A.M. Saldaev, A. V. Dement'ev, Yu. V. Kuznecov. // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2003. - №4. - P. 6-9.

11. Regulirovanie fitoklimata v agrofitocenoazah pri kombinirovannom oroshe-nii i sistema dlya ego osuschestvleniya [Tekst]: patent Rossijskoj Federacii na izobretenie № 2464776/ A.S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov., O. V. Bocharnikova, B. M. Kizyaev, A. V. Majer. - 2012 g.

E-mail: vniiioz2009@rambler.ru

УДК 631.674:635.1

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

METHOD OF DEFINITION OF THE MAIN PARAMETERS OF THE SYSTEM OF INTRASOIL IRRIGATION

А.Д. Ахмедов, доктор технических наук, профессор
A.D. Akhmedov

Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd State Agrarian University

Целесообразность применения внутрипочвенного орошения, а также его режим зависят от множества факторов. К ним относятся: природно-климатические условия, состав и особенности сельскохозяйственных культур, их физиологические потребности, конструкция увлажнителей, их диаметр, расстояния между увлажнителями и их длина и др. В связи с этим в данной статье рассмотрены основные расчеты приближенных формул для определения продолжительности полива, расстояния между увлажнителями и норм полива при внутрипочвенном орошении. В результате проведенного анализа получена схема деформации контура увлажнения под влиянием сил тяжести.

Установлено, что глубина промачивания по вертикальному и горизонтальному направлениям зависит от глубины прорастания корневой системы растений. Поэтому для эффективной борьбы с потерями воды на фильтрацию необходимо знать влияние силы тяжести на передвижение влаги. Задаваясь деформацией контура увлажнения под действием силы тяжести равной 1,5, мы разработали методику для определения продолжительности полива, расстояния между увлажнителями и норм полива. Введены зависимости (9), (13) и (21) для расчета основных параметров систем внутрипочвенного полива (продолжительности полива, расстояния между увлажнителями и норм полива). Следовательно, на основании полученных зависимостей для различного почвогрунта с применением внутрипочвенного полива можно устанавливать такой рациональный режим полива, когда силы тяжести не будут оказывать значительного влияния, то есть не будет наблюдаться потерь воды на фильтрацию. На основе формулы (9) и (12) при условии деформации контура увлажнения в 1,5 раза для различных грунтов вычислены продолжительность полива и горизонтальное расстояние, на которое распространилась влага из увлажнителя в одну сторону за время полива t_0 . Рассмотрен пример расчета для определения расстояния между увлажнителями, поливную норму и продолжительность полива для системы внутрипочвенного орошения при известных исходных данных.

The expediency of using intrasoil irrigation, as well as its regime, depend on many factors. These include: the natural and climatic conditions, the composition and characteristics of agricultural crops, their physiological needs, the design of moisturizers, their diameter, the distances between humidifiers and their length, etc. In this regard, the basic calculations of approximate formulas for determining the duration of irrigation, the distance between the humidifiers and the irrigation norms for intrasoil irrigation. As a result of the analysis, a deformation circuit of the humidification circuit was obtained under the influence of gravity forces. It is established that the depth of wetting along the vertical and horizontal directions depends on the depth of germination of the root system of plants. Therefore, in order to effectively combat the loss of water for filtration, it is necessary to know the effect of gravity on the movement of moisture. Defining the deformation of the humidification contour under the action of gravity equal to 1.5, a method has been developed to determine the duration of irrigation, the distance between humidifiers and irrigation norms. Dependencies (9), (13) and (21) are introduced to calculate the main parameters of the systems of intrasoil irrigation (duration of irrigation, distance between humidifiers and irrigation norms). Consequently, on the basis of the obtained dependences for different ground soil with the use of an intrasoil, it is possible to establish such a rational irrigation regime when the gravity forces will not exert significant influence, that is, there will be no loss of water for filtration. On the basis of formulas (9) and (12), under the condition of deformation of the humidification contour by 1.5 times for various soils, the duration of irrigation and the horizontal distance over which moisture has spread from the humidifier in one direction during the watering time t_0 are calculated. An example of calculation for determining the distance between humidifiers, the irrigation norm and the irrigation time for the system of intrasoil irrigation with known initial data is considered.

Ключевые слова: внутрипочвенное орошение, передвижение влаги, продолжительность полива, расстояние между увлажнителями, контура увлажнения, норма полива.

Key words: intrasoil irrigation, moisture movement, irrigation duration, distance between humidifiers, humidification contour, irrigation norm.

Введение. При орошении земель, когда вода попадает в практически неувлажненную почву, передвижение влаги происходит под действием нескольких сил, которые в процессе изменения влажности почвы изменяют в ту или другую сторону эффективность воздействия на скорость передвижения влаги. Чаще всего в начале процесса увлажнения преобладают одни силы, а в конце процесса на смену им выступают другие [1, 3, 5].

При внутрипочвенном орошении в начальный момент увлажнения преимущественно действует всасывающая сила почвы, а по мере насыщения пор почвы влагой увеличивается действие силы тяжести, под влиянием которой происходит передвижение воды в глубь почвы, что при продолжительном поливе приводит к нежелательным потерям воды на фильтрацию [2, 11, 9].

Для эффективной борьбы с потерями воды на фильтрацию необходимо знать влияние силы тяжести на передвижение влаги. При внутрисочвенном орошении для каждого почвогрунта можно установить такой рациональный режим полива, когда силы тяжести не будут оказывать значительного влияния, то есть не будет наблюдаться потерь воды на фильтрацию.

Для правильного обоснования рационального режима полива необходимо определить скорости передвижения влаги в зависимости от водно-физических свойств почвогрунтов.

Материалы и методики. При внутрисочвенном орошении важной задачей является установление рационального режима полива, исключающего потери воды на фильтрацию. Полив необходимо прекращать, как только контур увлажнения под действием силы тяжести значительно вытягивается вниз и наблюдаются потери воды в глубинных слоях грунтов [4, 6, 8, 10].

Зная влияние силы тяжести на передвижение влаги, можно определить такую продолжительность полива t_0 , при которой не будут иметь место бесполезные расходы воды на фильтрацию.

Передвижение влаги от увлажнителя в горизонтальном направлении без учета силы тяжести описывается уравнением [3, 7]:

$$\xi_{гор.} = K\sqrt{t_0}, \quad (1)$$

где

$$K = 2 \sqrt{\frac{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}{\beta(W_1 - W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}} \right)}}. \quad (2)$$

Передвижение влаги под действием силы тяжести вертикально вниз от увлажнителя описывается уравнением:

$$\xi_{вер.} + \frac{2(e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1)}{\frac{\beta}{D_0} \Delta K} \ln \left[1 - \frac{\frac{\beta}{D_0} \Delta K \xi_{вер.}}{2(e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1)} \right] = \frac{\frac{\beta}{D_0} \Delta K t_0}{\beta(W_1 - W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}} \right)}, \quad (3)$$

где K – коэффициент влагопереноса; β – параметр, характеризующий почву; D_0 – коэффициент диффузии при начальной влажности W_0 .

D_0 и β определяются по формулам:

$$D_0 = \frac{K_\phi \psi^* W^*}{1 - (W^*/W_1)^3} \left(\frac{W_0 - W^*}{W_1 - W^*} \right)^{3,5} \left(\frac{1}{W_0^2} + \frac{W_0}{W_1^3} \right), \quad (4)$$

$$\beta = \frac{1}{W_1 - W_0} \ln \left[\frac{3(W_1 - W^*)^{3,5}}{W_1^2 (W_0 - W^*)^{3,5} \left(\frac{1}{W_0^2} + 2 \frac{W_0}{W_1^3} \right)} \right], \quad (5)$$

где K_ϕ – коэффициент фильтрации; W^* – связанная влага, т.е. влажность, при которой начинается интенсивное движение воды в жидкой фазе, по А.Ф. Лебедеву, это будет максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ); W_0 – пористость или полная влагоемкость; ψ^* – значение давления при влажности $W = W^*$.

Деформация контура увлажнения под действием силы тяжести показана на рисунке 1. Глубина промачивания $\xi_{вер}$ зависит от глубины прорастания корневой системы растений.

Задаваясь любым соотношением $\frac{\xi_{вер}}{\xi_{гор}}$ и решая совместно уравнения (1) и (2), определяем t_0 . Поскольку уравнение (3) трансцендентное, решение получаем графическим путем.

Тогда для малых ξ :

$$\frac{1\xi_{вер}^2}{4(e^{\beta(W_1-W_0)}-1)} + \frac{\Delta K \frac{\beta}{D_0} \xi_{вер}^3}{12(e^{\beta(W_1-W_0)}-1)} = \frac{t_0}{\beta(W_1-W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}} \right)}, \quad (6)$$

что дает возможность получить продолжительность полива в виде приближенных формул.

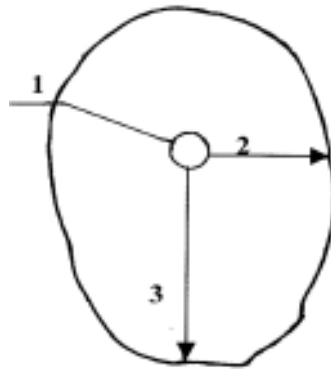


Рисунок 1 – Схема деформации контура увлажнения под влиянием сил тяжести:

1 – увлажнитель; 2 – ξ горизонтальное; 3 – ξ вертикальное

Результаты и обсуждение. Задаваясь деформацией контура увлажнения, например: $\frac{\xi_{вер}}{\xi_{гор}} = 1,5$, и подставляя из формулы (1) значение $\xi_{вер}$, выраженное через $\xi_{гор}$

$$\xi_{вер} = 1,5\xi_{гор} = 1,5 \cdot 2 \sqrt{\frac{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}{\beta(W_1-W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}} \right)}} \cdot \sqrt{t_0} \quad (7)$$

в формулу (6), получаем:

$$\frac{1,5^2 \cdot 4 \frac{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}{\beta(W_1-W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}} \right)} t_0}{4(e^{\beta(W_1-W_0)}-1)} + \frac{\Delta K \frac{\beta}{D_0} 1,5^3 t_0^{3/2}}{12} \times \frac{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}{\beta(W_1-W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}} \right)} = \frac{t_0}{\beta(W_1-W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1-W_0)}-1}} \right)}. \quad (8)$$

Из уравнения (8) после несложных преобразований получаем формулу для определения продолжительности полива (при условии деформации контура $\frac{\xi_{\text{вер}}}{\xi_{\text{гор}}} = 1,5$).

$$t_0 = \frac{3,5 \left[\left(e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1 \right) \left(\beta(W_1 - W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}} \right) \right) \right] D_0}{5,10 \beta^2 \Delta K^2}. \quad (9)$$

При соотношении $\frac{\xi_{\text{вер}}}{\xi_{\text{гор}}} = 2,0$ формула для определения продолжительности полива будет следующей:

$$t_0 = \frac{9,0 \left[\left(e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1 \right) \left(\beta(W_1 - W_0) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}} \right) \right) \right] D_0}{8,5 \beta^2 \Delta K^2}, \quad (10)$$

где

$$\Delta K = \left(\frac{W_0 - W^*}{\delta - W^*} \right)^{3,5} - \left(\frac{W_1 - W^*}{\delta - W^*} \right)^{3,5}; \quad (11)$$

величина $\frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}}$ изменяется в пределах от 1 до 2,

где δ – пористость.

Продолжительность полива, вычисленная по формуле (9), при условии деформации контура увлажнения в 1,5 раза для различных грунтов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Вычисленная продолжительность полива для различных грунтов

Наименование грунтов	Параметры грунтов								t_0 , ч
	W_1	W_0	W^*	β	ΔK , м/сут.	K_{ϕ} , м/сут.	M_0 , м водн. ст.	D_0 , м ² /сут.	
Песок	0,39	0,34	0,04	11,5	0,36	1,0	3,1	1,65	1,42
Суглинок	0,45	0,28	0,25	34,8	0,11	0,11	4,2	0,0050	10,57
Глина	0,48	0,33	0,28	20,4	0,011	0,01	4,2	0,0014	27,55

Зная продолжительность полива, можно определить расстояние между увлажнителями.

За время полива t_0 влага в горизонтальном направлении от увлажнителя передвинется на расстояние, равное:

$$\xi(t_0) = K \sqrt{t_0} = 2 \sqrt{\frac{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}{\beta(W_1 - W_0) - 2 \left(\frac{\arctg \sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}}{\sqrt{e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1}} \right)}} \sqrt{D_0} \sqrt{t_0}. \quad (12)$$

Исходя из этого, расстояние между увлажнителями определяется по формуле

$$l = 2\xi(t_0) + d + c, \quad (13)$$

где $\xi(t_0)$ – горизонтальное расстояние, на которое распространилась влага из увлажнителя в одну сторону за время полива t_0 ; d – диаметр увлажнителя; c – постоянная величина, которая зависит от вида орошаемой культуры. Например, для кормовых культур $c = 0,73$.

Значения $\xi(t_0)$ для различных грунтов, определенные по формулам (9), (12), приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Вычисленные горизонтальные расстояния $\xi(t_0)$

Наименование грунтов	Параметры грунтов					t_0 , ч	$\xi(t_0)$, м
	W_1	W_0	W^*	β	D_0 , см ² /ч		
Песок	0,39	0,34	0,04	11,5	690	1,42	0,57
Суглинок	0,45	0,28	0,25	34,8	2,10	10,57	0,83
Глина	0,58	0,43	0,38	31,8	0,073	76,58	0,85

Плотность потока влаги, поступающей в почву, определяется по формуле

$$q = -D \left| \frac{\partial W}{\partial Z} \right|_{Z=0} \quad (14)$$

где

$$\frac{D}{Z} = 0 = D_0 e^{\beta(W_1 - W_0)} \quad (15)$$

или

$$q = 2 D_0 \frac{1}{\beta} (e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1) \frac{1}{\xi} = 2 D_0 (e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1) \frac{1}{\xi}, \quad (16)$$

а количество жидкости, поглощенное почвой за время t_0 , равно:

$$Q = \int_0^{t_0} q dt, \quad (17)$$

или

$$Q = 2 \sqrt{D_0} \frac{1}{\beta} (e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1) \int_0^{t_0} \frac{dt}{\xi}. \quad (18)$$

В случае когда силами тяжести можно пренебречь, можно получить аналогичное выражение для плотности потока и количества жидкости, поглощенной грунтом, а именно:

$$q = 2 \frac{\sqrt{D_0}}{\beta K} (e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1) \frac{1}{\sqrt{t}}; \quad (19)$$

$$Q = 4 \frac{\sqrt{D_0}}{\beta K} (e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1) \sqrt{t}. \quad (20)$$

Если принять форму контура увлажнения за эллипс, то поливную норму при внутрисочвенном орошении на 1 м погонной длины увлажнителя можно определить по следующей формуле:

$$Q = 13 \frac{\sqrt{D_0}}{\beta \cdot K} (e^{\beta(W_1 - W_0)} - 1) \sqrt{t_0} \xi^2(t_0), \quad (21)$$

где K определяется по формуле (2).

Пример расчета. Определить расстояние между увлажнителями, поливную норму и продолжительность полива для системы внутрисочвенного орошения. Диаметр увлажнителя $d = 40$ мм.

Параметры грунта следующие: пористость или полная влагоемкость $W_0 = 0,52$; начальная влажность грунта равна 70 % от полной влагоемкости $W_0 = 0,36$; связанная влага (максимальная молекулярная влажность по А.Ф. Лебедеву) $W^* = 0,27$; коэффициент фильтрации $K_\phi = 0,027$ м/ч; потенциал $M_0 = 4$ м водн. ст.

Методика расчета следующая.

1. Определяем продолжительность полива из условия деформации контура увлажнения $\frac{\beta_{вер}}{\beta_{гор}} = 1,5$ по формуле (9). Для этого определяем все параметры грунта, входящие в эту формулу.

Поскольку нет экспериментальных данных о коэффициенте диффузии D_0 и параметре грунта β , то определяем их по приближенным формулам (4), (5):

$$D_0 = \frac{0,027 \cdot 4 \cdot 0,27}{1 - \left(\frac{0,27}{0,52}\right)^3} \frac{(0,36 - 0,27)^{3,5}}{(0,52 - 0,27)^{3,5}} \left(\frac{1}{0,36^2} + 2 \frac{0,36}{0,52^3} \right) = 0,0075 \text{ м}^2 / \text{ч}.$$

$$\beta = \frac{1}{0,52 - 0,36} \ln \left[\frac{3 \cdot (0,52 - 0,27)^{3,5}}{0,52(0,36 - 0,27)^{3,5} \left(\frac{1}{0,36^2} + \frac{2 \cdot 0,36}{0,52^3} \right)} \right] = 14.$$

По формуле (11) определяем ΔK :

$$\Delta K = 0,027 \left[\left(\frac{0,36 - 0,27}{0,52 - 0,27} \right)^{3,5} - \left(\frac{0,52 - 0,27}{0,52 - 0,27} \right)^{3,5} \right] = -0,027.$$

Продолжительность полива равна:

$$t_0 = \frac{3,5(e^{14(0,52-0,36)} - 1)14(0,52 - 0,36) - 2 \left(1 - \frac{\arctg \sqrt{e^{14(0,52-0,36)} - 1}}{\sqrt{e^{14(0,52-0,36)} - 1}} \right) \sqrt{0,0075}}{5,10 \cdot 14^2 (-0,027)^2} = 5,5 \text{ ч}.$$

2. По формуле (13) определяем расстояние между увлажнителями:

$$l = 2 \xi(t_0) + d + c,$$

где $d = 40 \text{ мм}$; c принимаем равным нулю; $\xi(t_0)$ определяем по формуле (12).

$$\xi(t_0) = 2 \sqrt{\frac{(e^{14(0,52-0,36)} - 1)}{14(0,52 - 0,36) - 2 + 2 \left(\frac{\arctg \sqrt{e^{14(0,52-0,36)} - 1}}{\sqrt{e^{14(0,52-0,36)} - 1}} \right)}} \sqrt{0,0075} \sqrt{5,5} = 0,87 \text{ м}.$$

Расстояние между увлажнителями равно:

$$l = 2 \cdot 0,87 + 0,04 = 1,78 \text{ м}.$$

3. Поливную норму на 1 м погонной длины определяем по формуле (21):

$$Q = 13 \frac{\sqrt{D_0}}{\beta K} (e^{\beta(w_1 - w_0)} - 1) \sqrt{t_0} \xi^2(t_0) = 13 \frac{\sqrt{0,0075}}{14 \cdot 5,8} (e^{14(0,52-0,36)} - 1) \sqrt{5,5} \cdot 0,87^2 = 0,110 \text{ м}^3 \text{ или } 110 \text{ л}.$$

Заключение. На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:
- разработана методика определения продолжительности и норм полива, а также расстояние между увлажнителями исходя из условия деформации контура увлажнения под действием силы тяжести, равной 1,5;

- на основе приближенного аналитического решения для определения продолжительности и норм полива и расстояния между увлажнителями можно рекомендовать зависимости (9), (13) и (21).

Библиографический список

1. Айдаров, И.П. Теоретические и экспериментальные исследования влагопереноса при внутрисочвенном и капельном орошении [Текст] / И.П. Айдаров, А.А. Алексашенко // Оптимизация процессов комплексного мелиоративного регулирования: сб. науч. тр. / МГМН. – М., 1985. – С. 3-12.
2. Акутнева, Е.В. Оптимизация основных параметров систем внутрисочвенного орошения / Е.В. Акутнева, А.Д. Ахмедов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 1426–1430. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/54549.htm>.
3. Ахмедов, А.Д. Оптимизация основных параметров систем внутрисочвенного орошения в условиях Нижнего Поволжья [Текст]: монография / А.Д. Ахмедов. – Волгоград: ВГСХА, 2005. – 164 с.
4. Ахмедов, А.Д. Расчет допустимых длин увлажнителей при строительстве систем внутрисочвенного орошения в зависимости от уклона местности [Текст] / А.Д. Ахмедов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 4(48). – С. 221-228.
5. Ахмедов, А.Д. Научно-экспериментальное обоснование техники и технологии внутрисочвенного орошения кормовых культур в условиях Юга России [Текст]: монография / А.Д. Ахмедов, Е.П. Боровой. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2014. – 336 с.
6. Бочарников, В.С. Научно-экспериментальное обоснование повышения эффективности технологических средств локального орошения в овощеводстве открытого и закрытого грунта [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / Бочарников Виктор Сергеевич. – Волгоград, 2016. – 39 с.
7. Ветренко, Е.А. Расчет влагопереноса при ВПО с учетом влагоотбора корнями растений [Текст] / Е.А. Ветренко // Актуальные проблемы экологии в условиях современного мира: материалы II междунар. науч.-практ. конференции. – Майкоп, 2002. – С. 67-69.
8. Григоров, М.С. Особенности передвижения влаги в почве при внутрисочвенном орошении / М.С. Григоров, А.Д. Ахмедов // Вестник Саратовского ГАУ. – 2005. – № 5. – С. 15-18.
9. Григоров, М.С. Внутрисочвенное орошение [Текст] / М.С. Григоров. – М.: Колос, 1993. – 128 с.
10. Овчинников, А.С. Методика расчета и обоснование параметров контура увлажнения в условиях открытого и закрытого грунта [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Природообустройство. – 2012. – № 4. – С. 10-14.
11. Современные перспективные водосберегающие способы полива в Нижнем Поволжье: монография [Текст] / М.С. Григоров, А.С. Овчинников, Е.П. Боровой, А.Д. Ахмедов. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2010. – 244 с.

Reference

1. Ajdarov, I. P. Teoreticheskie i jeksperimental'nye issledovaniya vlagoperenosa pri vnutripochvennom i kapel'nom oroshenii [Tekst] / I. P. Ajdarov, A. A. Aleksashenko // Optimizaciya processov kompleksnogo meliorativnogo regulirovaniya: sb. nauch. tr. / MGMN. - M., 1985. - P. 3-12.
2. Akutneva, E. V. Optimizaciya osnovnyh parametrov sistem vnutripochvennogo orosheniya / E. V. Akutneva, A. D. Ahmedov // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal "Koncept". - 2014. - T. 20. - S. 1426-1430. - URL: <http://e-koncept.ru/2014/54549.htm>.
3. Ahmedov, A. D. Optimizaciya osnovnyh parametrov sistem vnutripochvennogo orosheniya v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: monografiya / A. D. Ahmedov. - Volgograd: VGSXA, 2005. - 164 p.
4. Ahmedov, A. D. Raschet dopustimyh dlin uvlazhnitelej pri stroitel'stve sistem vnutripochvennogo orosheniya v zavisimosti ot uklona mestnosti [Tekst] / A. D. Ahmedov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 4(48). - P. 221-228.

5. Ahmedov, A. D. Nauchno-jeksperimental'noe obosnovanie tehniki i tehnologii vnutripochvennogo orosheniya kormovykh kul'tur v usloviyakh Yuga Rossii [Tekst]: monografiya / A. D. Ahmedov, E. P. Borovoj. - Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskij GAU, 2014. - 336 p.
6. Bocharnikov, V. S. Nauchno-jeksperimental'noe obosnovanie povysheniya jeffektivnosti tehnologicheskikh sredstv lokal'nogo orosheniya v ovoshevodstve otkrytogo i zakrytogo grunta [Tekst]: avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk: 06.01.02 / Bocharnikov Viktor Sergeevich. - Volgograd, 2016. - 39 p.
7. Vetrenko, E. A. Raschet vlagoperenosa pri VPO s uchetom vlagootbora kornyami rastenij [Tekst] / E. A. Vetrenko // Aktual'nye problemy jkologii v usloviyakh sovremennogo mira: materialy II mezhdunar. nauch. -- prakt. konferencii. - Majkop, 2002. - P. 67-69.
8. Grigorov, M. S. Osobennosti peredvizheniya vlagi v pochve pri vnutripochvennom oroshenii / M. S. Grigorov, A. D. Ahmedov // Vestnik Saratovskogo GAU. - 2005. - № 5. - P. 15-18.
9. Grigorov, M. S. Vnutripochvennoe oroshenie [Tekst] / M. S. Grigorov. - M.: Kolos, 1993. - 128 p.
10. Ovchinnikov, A. S. Metodika rascheta i obosnovanie parametrov kontura uvlazhneniya v usloviyakh otkrytogo i zakrytogo grunta [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Prirodoobustrojstvo. - 2012. - № 4. - P. 10-14.
11. Sovremennye perspektivnye vodoberegayushchie sposoby poliva v Nizhnem Povolzh'e: monografiya [Tekst] / M. S. Grigorov, A. S. Ovchinnikov, E. P. Borovoj, A. D. Ahmedov. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2010. - 244 p.

E-mail: askar-5@mail.ru

УДК 621.785.5

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗА СЧЕТ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

INCREASE OF WEAR-RESISTANCE OF SOIL-PROCESSING WORKING BODIES FOR THE ACCOUNT OF STRUCTURING OF HIGH-CARBON ALLOYS

Л.В. Костылева¹, доктор технических наук, профессор

Д.С. Гапич¹, доктор технических наук, доцент

В.А. Моторин^{1,3}, кандидат технических наук

А.Е. Новиков^{2,3}, доктор технических наук, доцент

Д.Б. Курбанов¹, аспирант

**L.V. Kostyleva¹, V. A. Motorin^{1,3}, D.S. Gapich¹, A.E. Novikov^{2,3},
D.B. Kurbanov¹**

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Волгоградский государственный технический университет,

³Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

¹Volgograd State Agrarian University

²Volgograd State Technical University

³All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture

Повышение износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин – актуальная проблема АПК. В процессе эксплуатации почвообрабатывающих машин их рабочие органы, в том числе режущие лезвия, подвергаются динамическим нагрузкам, абразивному и химическому воздействию внешней среды, что провоцирует их износ. Перспективным направлением повышения износостойкости режущих лезвий долота чизеля является изготовление их из высокопрочного чугуна, который, в зависимости от химического состава и термокинетических условий затвердевания, обладает способностью к отбелу, т.е. может, наряду с графитной эвтектикой, образовывать очень твердую и износостойкую цементитную эвтектику – ледебурит). Приведены результаты сравнительных испытаний на износ среднеуглеродистой и высокоуглеродистой сталей после термического упрочнения и образцов из высокопрочного чугуна с различными видами структуры. Предложен оптимальный способ упрочнения долот чизельного плуга, отлитых из высокопрочного чугуна, позволяющий повысить их износостойкость. Замена дорогостоящих материалов, сплавов и технологий

на использование нелегированного чугуна с износостойкой структурой приведет к существенному снижению себестоимости рабочих органов почвообрабатывающих машин. Предложения по технологии получения отливок для изготовления рабочих органов почвообрабатывающих машин позволят повысить их эксплуатационную надежность.

Increasing the wear resistance of working organs of tillage machines is an urgent problem of the agroindustrial complex. In the process of operation of tillage machines, their working organs, including cutting blades, are subject to dynamic loads, abrasive and chemical influences from the external environment, which provokes their wear and tear. A promising direction of increasing wear resistance of cutting blades of chisel bits is the production of them from high-strength cast iron, which, depending on the chemical composition and thermokinetic conditions of solidification, has the ability to bleach, i.e. can along with the graphite eutectic form a very hard and wear-resistant cementite eutectic - ledeburite). The results of comparative tests for the wear of medium-carbon and high-carbon steels after thermal hardening and samples of high-strength cast iron with various types of structure are given. An optimal method for hardening chisel plow bits cast from high-strength cast iron is proposed, which makes it possible to increase their wear resistance. Replacement of expensive materials, alloys and technologies for the use of unalloyed cast iron with a wear-resistant structure will lead to a significant reduction in the prime cost of the working organs of tillage machines. Proposals on the technology of obtaining castings for the manufacture of working organs of tillage machines will improve their operational reliability.

Ключевые слова: рабочие органы чизельных орудий, повышение износостойкости долот чизельного плуга, рабочие органы из чугуна.

Key words: working organs of chisel tools, increase of wear resistance of chisel plow bits, working parts made of cast iron.

**Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации МД-1125.2017.8.*

Введение. В процессе эксплуатации почвообрабатывающих машин их рабочие органы, контактирующие непосредственно с почвой, подвергаются абразивному износу, высоким контактными и динамическими нагрузкам, а также коррозионному воздействию почвы. Тяжелые условия эксплуатации вызывают интенсивный износ таких деталей, поэтому работы, связанные с повышением износостойкости материалов, предназначенных для изготовления рабочих органов почвообрабатывающих машин (лемехов, лап культиваторов, дисков и др.), являются актуальными.

Твердость и сопротивление почвы движению рыхлителя с увеличением глубины рыхления прогрессивно возрастают, в нижних горизонтах обработки часто встречаются камни, что многократно повышает требования к абразивной износостойкости, прочности и ударостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин. В то же время многие из них имеют крайне малый ресурс. Так, например, в работе [9] показано, что наработка на отказ долот плуга при обработке почв разного вида и физического состояния составляет менее 20 га.

Для изготовления рабочих органов почвообрабатывающих орудий, эксплуатируемых в сложных условиях глубокого рыхления, сплошной вспашки почв с повышенным содержанием камней и т.п., современные российские и западные производители сельскохозяйственной техники применяют толстолистовой прокат углеродистых и малолегированных сталей со средним и повышенным содержанием углерода таких марок, как 45, 70, 65Г, 55С2 в состоянии поверхностной или объемной закалки, а также малоуглеродистые стали с износостойкими наплавками на рабочую поверхность.

С повышением содержания углерода твердость и износостойкость закаленных поверхностей повышается, но одновременно снижается ударостойкость и ухудшается свариваемость стальных изделий.

Плохая свариваемость высокоуглеродистых сталей является одним из существенных препятствий совершенствованию формы таких часто сменяемых в полевых условиях, рабочих органов, как долото плуга, поскольку создаёт практически непре-

одолимые технологические проблемы для сварки плавлением, которая обычно применяется при изготовлении деталей сложной формы. Поэтому долота чизельных плугов из проката стали изготавливают в виде пластин, которые весьма неудобны при замене.

Из анализа литературных данных и производственного опыта хозяйств следует, что приемлемый уровень износостойкости долот, изготавливаемых в основном из стального проката, отечественными и зарубежными производителями так и не достигнут [4].

Намного эффективнее изготовление их литьем из чугуна, который позволяет получать отливки сложной формы. Кроме того, чугун имеет высокий потенциал повышения износостойкости за счёт формирования структур, содержащих, наряду с графитовыми, твердые включения ледебурита, бейнитную или мартенситную металлическую основу [12, 10, 7].

Износостойкие структуры чугуна можно получить в процессе литья и термической обработки [5, 6].

Лучшим качеством при сравнительно низкой себестоимости отличаются долота, производимые фирмой Джон Дир литьем из чугуна с шаровидным графитом и бейнитной металлической основой.

Целью работы было проведение сравнительного исследования влияния микроструктуры на абразивную износостойкость чугуна и стали и выбор оптимального материала для изготовления долота чизеля.

Материалы и методы. Исследования проводили на образцах, вырезанных из отливок долота, изготовленных по технологии ЛГМ из чугуна ВЧ 50 опытной плавки. Для сравнительной оценки в эксперимент включены стали 45 и 55С2, широко применяемые для производства рабочих органов почвообрабатывающих орудий.

Содержание основных компонентов в составе чугуна и сталей, а также механические свойства в исходном состоянии приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав и механические свойства исследованных материалов

Материал	Содержание химических элементов, %					Механические свойства				
	C	Mn	Si	S	Mg	σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
Чугун ВЧ50	3,39	0,51	2,71	0,041	0,04	613	446	6,0	-	268
Сталь 45	0,43	0,64	0,27	0,035		470	245	17	34	161
Сталь 55С2	0,52	1,56	0,70	0,030		690	370	-	35	197

Образцы чугуна и стали подвергали термической обработке по режимам, основные характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы термической обработки образцов

№ образца	Наименование материала	Режимы термообработки
1	Чугун ВЧ50	Изотермическая закалка: нагрев в соляной ванне до $t=950\text{ }^{\circ}\text{C}$ 2 ч, затем перенос в ванну с $t=400\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 2 ч, далее охлаждение на воздухе.
2	Чугун ВЧ50	Дискретно-циклическая закалка [11]: 3 цикла охлаждения носовой части опусканием в воду на 1, 3 и 8 сек с саморазогревом на воздухе, далее охлаждение в воде
3	Чугун ВЧ50	Лазерное термоупрочнение: мощность $P = 2000\text{ Вт}$, скорость движения луча $V = 480\text{ мм/мин}$, диаметр луча 9 мм, перекрытие дорожек 30 %.
4	Сталь 45	Нормализация при $880\text{ }^{\circ}\text{C}$
5	Сталь 55С2	закалка от $t=860\text{ }^{\circ}\text{C}$ в масле с последующим отпуском при $t=300\text{ }^{\circ}\text{C}$

Исследования образцов на абразивное изнашивание проводились на торцевой машине трения (рисунок 1) по методике [2]. В качестве абразивного контртела использовалась универсальная шлифовальная шкурка на тканевой основе с размером зерна 200...250 мкм. Данный опыт позволил определить относительную износостойкость образцов.

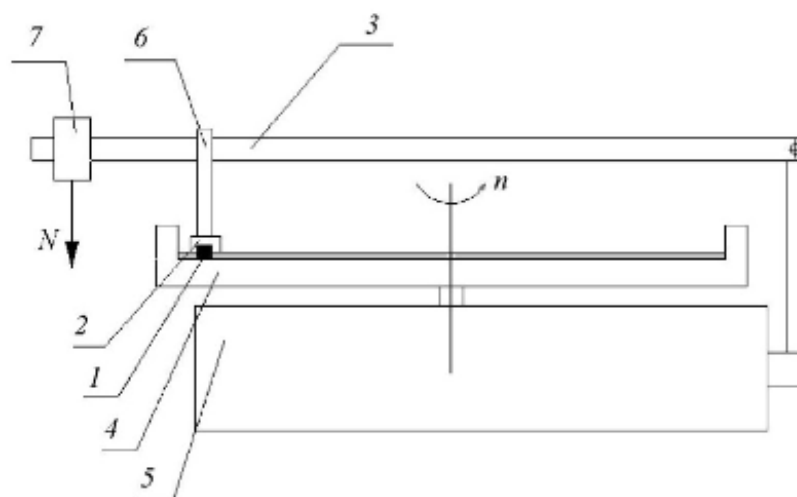


Рисунок 1 – Схема установки трения: 1 – абразив; 2 – образец; 3 – кронштейн; 4 – поддон; 5 – корпус машины; 6 – держатель; 7 – груз

Принцип испытания заключался в том, что образец 2, закрепленный в держателе 6, прижимался к абразивному контртелу, закрепленному на поддоне 4, с усилием, которое обеспечивал груз 7, подвешенный к краю кронштейна 3. Поддон приводился во вращение электродвигателем, размещенным в корпусе 5.

В качестве критерия определения триботехнических свойств был выбран массовый метод изнашивания. Образцы взвешивали до испытаний, в процессе проведения с интервалом в 1 мин и после их завершения. По потере массы $\Delta G_{i,обр}$ отслеживали динамику износа каждого из исследуемых образцов, а их относительную износостойкость при данных условиях проведения эксперимента оценивали, используя отношение $I = \frac{\sum \Delta G_{i,обр}}{\sum \Delta G_{i,эт}}$, где $\Delta G_{i,эт}$ потеря массы эталона – образца из стали 45.

В ходе предварительного подбора режимов для проведения экспериментов были выбраны следующие основные параметры: нормальная нагрузка на образец 49,03 Н, скорость истирания 0,51 м/с, время проведения одного испытания – 5 мин.

Работу, затрачиваемую силой трения $F_{тр}$ на изменение массы испытуемого образца за время t , определяли из выражения: $A = F_{тр} \cdot S \cdot t$, где S – площадь образца. В результате преобразований выражение приняло вид:

$$A = N \cdot f_k \cdot \frac{\pi n}{30} \cdot R \cdot t,$$

где N – нормальное давление на образец, кг; f_k – коэффициент трения между конкретным образцом и абразивом; n – количество оборотов абразива, мин^{-1} ; R – расстояние от центра вращения абразива до образца, м.

Результаты и обсуждение. Образцы высокопрочного чугуна ВЧ 50 в результате изотермической закалки по режиму 1 (таблица) приобрели в металлической основе микроструктуру верхнего бейнита (рисунок 2), а твердость составила HRC 38±1,2.

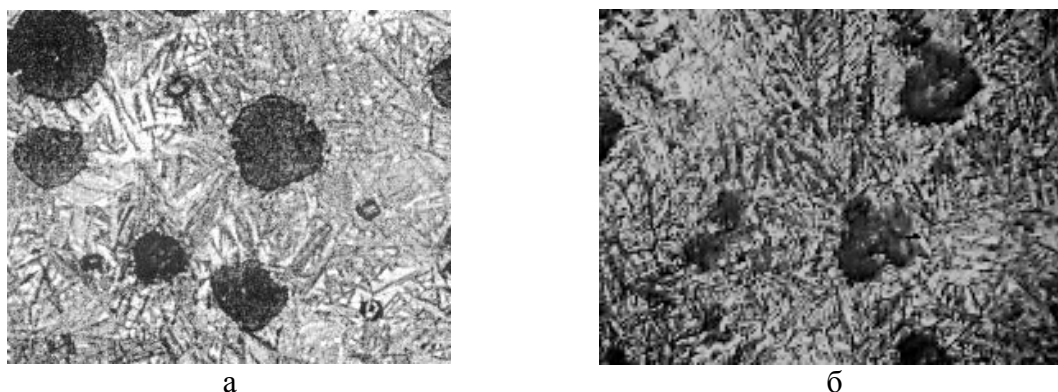


Рисунок 2 – Микроструктура образцов чугуна ВЧ50, после изотермической закалки по режиму 1 – верхний бейнит и шаровидный графит (а) и после дискретно-прерывистой закалки по режиму 2 – нижний бейнит (б) $\times 500$

Дискретно-циклической закалкой в металлической матрице носовой части отливки была получена структура нижнего бейнита с твердостью Носовая часть – HRC $44 \pm 1,5$, в центральной части – структура сорбита Основная часть – HRC $33 \pm 1,7$. Морфология, размеры и количество графитовых включений не изменились.

Высокопрочный чугун с бейнитной структурой металлической основы (рисунок 2а и б), сформированной в изотермических условиях при температурах пластического деформирования, не уступает чугунам с мартенситной матрицей в износостойкости, но не склонен к образованию трещин, которые возникают из-за высоких напряжений в результате резкого закалочного охлаждения в интервале температур упругого деформирования.

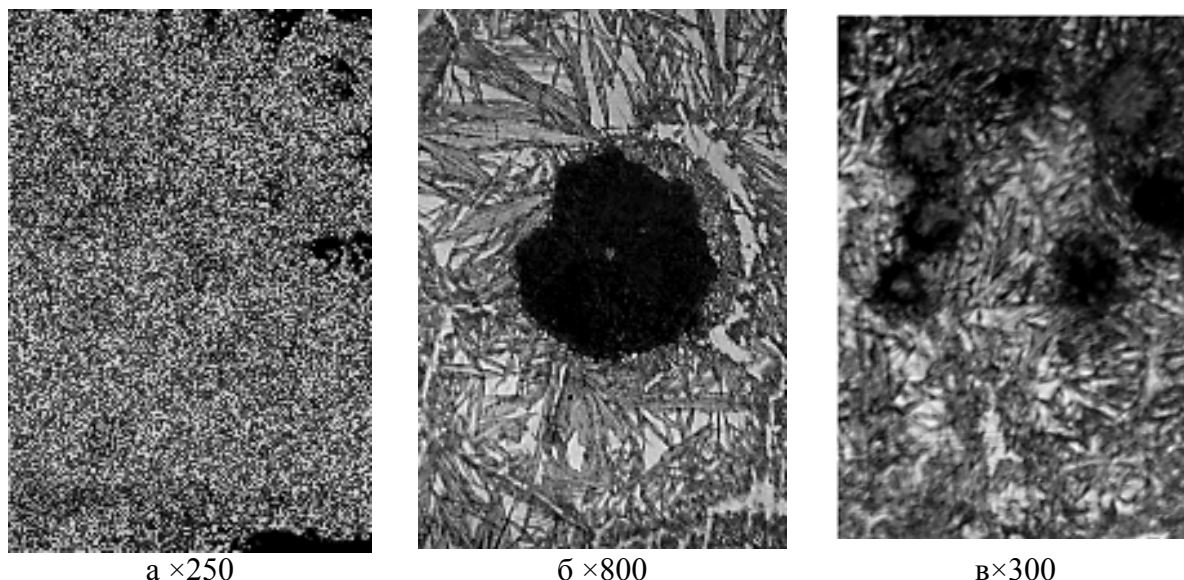


Рисунок 3 – Микроструктура упрочненного ЛТО слоя на поверхности на чугуне ВЧ50: а – отбеленная зона со структурой ледебурита; б – переходный, не подвергавшийся расплавлению слой со структурой мартенсита и графитом; в – продолжение переходного слоя со структурой матрицы переходящей от мартенсита в трооститу

Упрочнение образцов и отливок из чугуна ВЧ 50 созданием на их поверхности отбеленного слоя, состоящего из цементитной эвтектики – ледебурита, осуществлялось локальным быстрым нагревом до расплавления тонкого поверхностного слоя металла

при лазерной термической обработке ЛТО. При этом основная масса металла оставалась холодной. Поэтому после отключения источника тепла тонкий расплавленный поверхностный слой вследствие интенсивного теплоотвода на большую холодную массу затвердевал с сильным переохлаждением относительно эвтектического солидуса с образованием ледебурита [11, 1, 8, 3] (рисунок 3).

Толщина ледебуритного слоя, сформированного на чугунах при лазерной обработке по режиму 3, была 0,11 мм, микротвердость – $H_{50} = 10210 \pm 1403$ МПа.

За ледебуритом располагался слой, закаленный на мартенситно-аустенитную структуру металлической основы, в этом слое присутствовали включения шаровидного графита, поскольку металл не испытывал расплавления. По мере продвижения к центру закаленные структуры трансформировались в троостит, сорбит, и на расстоянии 0,7 мм от поверхности лазерная термообработка утратила свое воздействие на структуру чугуна, которая осталась, как и во всем остальном объеме отливки, перлитно-ферритной с твердостью HB 217±1,1.

Образец из стали 55C2 после закалки и отпуска по режиму 4 имел микроструктуру отпущенного мартенсита (рисунок 4а) и твердость HRC 48±1,8.

Микроструктура нормализованной стали 45 представляла собой относительно однородную смесь зерен феррита и перлита (рисунок 4б) твердость составляла HB 185±1,2. Образцы чугуна и стали с разной структурой подвергали сравнительным испытаниям на абразивную износостойкость, используя в качестве эталона сравнения сталь 45.

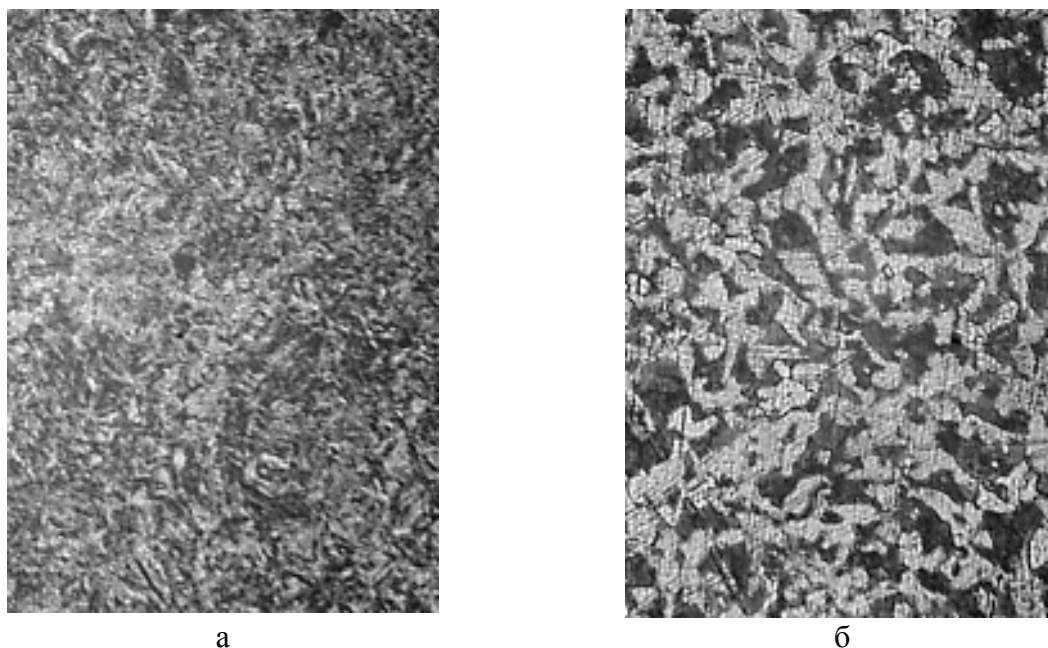


Рисунок 4 – Микроструктура стали 55C2 после закалки и отпуска по режиму 5 (а) и стали 45 после нормализации по режиму 4 ×200

Динамика износа образцов при испытаниях отражена на рисунке 5 графиками зависимостей потери массы от работы, совершенной силой трения за время t .

В процессе испытаний сталь 45 показала максимальную интенсивность износа (кривая 4), значительно большую, чем у стали 55C2 (кривая 5).

У чугунов ВЧ50, закаленных на бейнит, интенсивность износа (кривые 1 и 2) была меньше, чем у стали 55C2 с мартенситной структурой и более высокой твердостью.

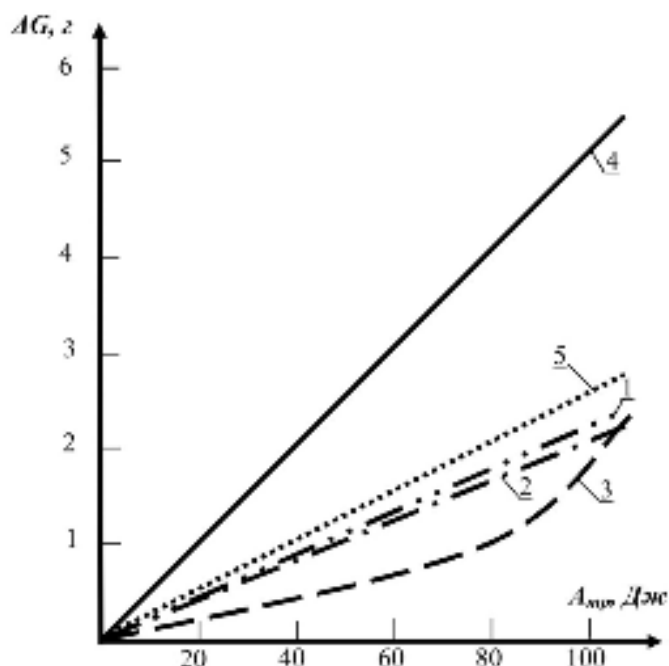


Рисунок 5 – Зависимость изменения массы образцов от приложенной работы:
1 – чугун ВЧ50, изотермическая закалка; 2 – чугун ВЧ50, дискретно-прерывистая закалка; 3 – чугун ВЧ50, ЛТО; 4 – сталь 45, нормализация; 5 – сталь 65Г, закалка и отпуск

Ледебуритный слой, полученный на поверхности образца из чугуна ВЧ50 лазерной обработкой с оплавлением металла, в начале испытания значительно повысил износостойкость, но по мере его истирания интенсивность износа стала прогрессивно увеличиваться.

Результаты исследования по влиянию структуры и свойств на относительную износостойкость чугуна и стали приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Микроструктура, твердость и относительная износостойкость образцов из чугуна ВЧ 50 и стали

№ образца	Материал	Микроструктура	Твердость	Относительная износостойкость $I = \frac{\sum \Delta G_{i,обр}}{\sum \Delta G_{i,эт}}$
1	Чугун ВЧ 50	Верхний бейнит и шаровидный графит	HRC 38±1,2	2,29
2		Нижний бейнит и шаровидный графит	HRC 44±1,5;	2,44
3		С поверхности слой ледебурита толщиной 0,11мм, далее переходный слой 0,14 мм: шаровидный графит, эвтектический цементит, мартенсит остаточный аустенит, затем постепенный переход к исходной структуре – шаровидный графит перлит и феррит	Отбеленного слоя – H ₅₀ =10210 ±1403 МПа переходный слой от 700 до 250 МПа	Отбеленного слоя – 4,32, далее постепенное снижение до 1,25
4	Сталь 45	Перлит и феррит, зерно мелкое и среднее	HB 185±1,2	1
5	Сталь 55C2	Отпущенный мартенсит	HRC 48±1,8	1,94

Сравнительные испытания показали, что износостойкость чугуна ВЧ50 с бейнитной структурой металлической основы на 18...26 % выше, чем у стали 55С2, закаленной на мартенсит и имеющей более высокую твердость.

Твердость и износостойкость чугуна ВЧ50, в котором бейнитная структура в рабочей части долота получена дискретно-циклической закалкой, несколько выше, чем после изотермической закалки. Результаты выполненного исследования позволяют рекомендовать для получения бейнитной структуры металлической основы в чугуне ВЧШГ применять не изотермическую закалку в расплаве солей, а экологически безопасную дискретно-циклическую закалку, использующую в качестве охлаждающей среды воду.

Самую высокую относительную износостойкость показал отбеленный слой, сформированный на поверхности чугуна ВЧ 50 лазерной обработкой с оплавлением. Возможности современных лазерных установок для ЛТО позволяют получить отбеленный слой толщиной 0,1-0,2 мм, что много меньше допустимого для долот износа. Вместе с тем оплавить поверхность чугуна на глубину до 4 мм можно, используя нагрев ТВЧ или электрической дуги.

Заключение. Для обеспечения износостойкости и технического ресурса на уровне, сопоставимом с лучшими зарубежными аналогами, долота чизельного плуга рекомендуется изготавливать литьём из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом ВЧШГ, бейнитной металлической основой и отбеленной поверхностью. Для получения бейнитной структуры металлической основы в отливках из чугуна ЧВШГ вместо изотермической закалки следует применять дискретно-циклическую закалку, для которой в качестве охлаждающей среды используется вода, а не экологически опасные расплавы солей.

Библиографический список

1. Арсенов, П.П. Металлические расплавы и их свойства [Текст]/ П.П. Арсеньев, Л.А. Коледов. – М.: Металлургия, 1976. – 376 с.
2. ГОСТ 17367-71 Металлы. Метод испытания на абразивное изнашивание при трении о закрепленные абразивные частицы [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1972.
3. Иванов, В.Н. Словарь-справочник по литейному производству [Текст]/ В.Н. Иванов. – М.: Машиностроение, 1990. – 384 с.
4. Комплексное влияние химического состава чугуна на структуру отбеленного слоя долота чизельного плуга [Текст]/ Л.В. Костылева, Д.С. Гапич, В.А. Моторин, Д.Б. Курбанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №2. – С. 221.
5. Макаренко, К.В. О получении из литого состояния половинчатых чугунов с аусферритной структурой [Текст]/ К.В. Макаренко// Литейное производство. – 2010. – №2. – С. 2-6.
6. Макаренко, К.В. Бейнитная закалка чугуна из литого состояния [Текст]/ К.В. Макаренко// Металловедение и термическая обработка металлов. – 2007. – №7. – С. 29-32.
7. Микрюков, В.М. Применение бейнитного высокопрочного чугуна [Текст]/ В.М. Микрюков, О.А. Сазонов// Чугуны с шаровидным и вермикулярным графитом и аустенитно-бейнитной матрицей. Современные материалы для литых деталей: ин-форм. сб. техн. материалов/ Под ред. Н. Н. Александрова [и др.]. – М.: Металлургия, 2004. – С. 260-262.
8. Мирошниченко, И.С. Закалка из жидкого состояния [Текст]/ И.С. Мирошниченко. – М.: Металлургия, 1982. – 168 с.
9. Новиков, В. С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст]: автореф. докт. техн. наук / В.С.Новиков. – М., 2008. – С. 38.
- 10.Brandenberg, K. Applications of Austempered Ductile Iron” K. Brandenburg and K. Hayrynen, Proceedings of the 2002 World Conference on ADI, Louisville, Kentucky USA, sponsored by the (US) Ductile Iron Society and the American Foundry Society.
- 11.Kostyleva, L.V. Gradient hardening chisel plow from nodular iron/ L.V. Kostyleva, A.S.Ovchinnikov, D.S.Gapich, S.D.Fomin// ARPN journal of engineering and applied sciences. 2017. 12(7), 2085-2091. Retrieved from www.scopus. Com.

12. Patil, S A Development and Wear Analysis of Carbide Austempered Ductile Iron (CADI)/ S A Patil, S U Pathak, Ajay Likhite// International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 3, Issue 2, February 2014.

Reference

1. Arsenev, P. P. Metallicheskie rasplavy i ih svoystva [Tekst]/ P. P. Arsen'ev, L. A. Koledov. - M.: Metallurgiya, 1976. - 376 p.
2. GOST 17367-71 Metally. Metod ispytaniya na abrazivnoe iznashivanie pri trenii o zakreplennye abrazivnye chasticy [Tekst]. - M.: Izdatel'stvo standartov, 1972.
3. Ivanov, V. N. Slovar'-spravochnik po litejnomu proizvodstvu [Tekst]/ V. N. Iva-nov. -- M.: Mashinostroenie, 1990. - 384 p.
4. Kompleksnoe vliyanie himicheskogo sostava chuguna na strukturu otbelennogo sloya dolota chizel'nogo pluga [Tekst]/ L. V. Kostyleva, D. S. Gapich, V. A. Motorin, D. B. Kurbanov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №2. - P. 221.
5. Makarenko, K. V. O poluchenii iz litogo sostoyaniya polovinchatykh chugunov s ausferritnoj strukturoj [Tekst]/ K. V. Makarenko// Litejnoe proizvodstvo. - 2010. - №2. - P. 2-6.
6. Makarenko, K. V. Bejnitnaya zakalka chuguna iz litogo sostoyaniya [Tekst]/ K.V. Makarenko// Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov. - 2007. - №7. - P. 29-32.
7. Mikryukov, V. M. Primenenie bejnitnogo vysokoprochnogo chuguna [Tekst]/ V.M. Mikryukov, O. A. Sazonov// Chuguny s sharovidnym i vermikulyarnym grafitom i austenitno-bejnitnoj matricej. Sovremennye materialy dlya litykh detalej: in-form. sb. tehn. materialov/ Pod red. N. N. Aleksandrova [i dr.]. - M.: Metallurgiya, 2004. - P. 260-262.
8. Miroshnichenko, I. S. Zakalka iz zhidkogo sostoyaniya [Tekst]/ I. S. Miroshnichenko. - M.: Metallurgiya, 1982. -168 p.
9. Novikov, V. S. Obespechenie dolgovechnosti rabochnih organov pochvoobrabatyvayuschih mashin [Tekst]: avtoref. dokt. tehn. nauk / V. S. Novikov. - M., 2008. - P. 38.
10. Brandenburg, K. Applications of Austempered Ductile Iron” K. Brandenburg and K. Hayrynen, Proceedings of the 2002 World Conference on ADI, Louisville, Kentucky USA, sponsored by the (US) Ductile Iron Society and the American Foundry Society.
11. Kostyleva, L.V. Gradient hardening chisel plow from nodular iron/ L.V. Kostyleva, A.S.Ovchinnikov, D.S.Gapich, S.D.Fomin// ARPN journal of engineering and applied sciences. 2017. 12(7), 2085-2091. Retrieved from www.scopus. Com.
12. Patil, S A Development and Wear Analysis of Carbide Austempered Ductile Iron (CADI)/ S A Patil, S U Pathak, Ajay Likhite// International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 3, Issue 2, February 2014.

E-mail: gds-08@mail.ru

УДК 633.511:677.026

ФОРМАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА FORMALIZATION AND ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF PRIMARY PROCESSING OF COTTON-RAW MATERIAL

**О.В. Кочеткова, доктор технических наук, профессор
И.Ю. Подковыров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

O.V. Kochetkova, I.Y. Podkovyrov

*Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd State Agrarian University*

Хлопок относится к стратегически важному сырью. В процессе его производства образуются несколько ценных продуктов (волокно, семена, линт). Их качество и товарный выход напрямую зависят от правильно организованного процесса переработки. На базе Волгоградского ГАУ форми-

руется хлопкопроизводящий кластер, включающий научно-исследовательскую работу по выведению новых сортов, разработке агротехники выращивания, сбора, первичной переработки и доведения продукции до потребительских качеств. Создан и включён в Государственный реестр селекционных достижений новый сорт хлопчатника ПГССХ 1 для южных регионов России. Разработана сортовая агротехника его возделывания на светло-каштановых почвах. Однако технологическая цепочка производства волокна и других продуктов хлопководства требует научного обоснования. Моделирование данного процесса позволило выявить сильные и слабые стороны и обосновать экономическую эффективность производства. Основой анализа и оптимизации любого вида деятельности является формализация и документирование бизнес-процессов. В статье разработана функциональная модель первичной переработки хлопка с использованием методологии IDEF0, которая позволяет представить изучаемые события или систему в виде набора взаимосвязанных блоков, отображающих процессы, подпроцессы и операции, происходящие в изучаемой системе. Представленные в работе диаграммы разработаны на основе иерархического принципа, обеспечивающего дальнейшую детализацию описания процесса верхнего уровня путем декомпозиции до тех пор, пока модель не будет описана с требуемой детализацией, необходимой для решения установленных задач. В статье разработаны функциональные диаграммы бизнес-процессов хранения хлопка после сбора урожая, его складирования, линтерования семян и их очистки, прессования в тюки хлопка и линта, упаковки семян, линта и хлопка, а также их складирования. Произведенная оценка количественных показателей подтвердила правильность разработанных моделей. Разработан бизнес-план проекта по выращиванию и первичной переработке хлопка, который доказал его экономическую целесообразность. Предлагается разработанную модель апробировать в учебно-научно-производственном центре «Горная поляна» Волгоградского ГАУ. Предложенные диаграммы обеспечат переход от научно-производственных посевов данной культуры к промышленным и первичной переработке продукта. Составлены рекомендации по анализу и применению модели и бизнес-плана с целью выявления затратных центров, узких мест, выполнения управления рисками, устранения избыточных операций.

Cotton refers to a strategically important raw material. In the process of its production, several valuable products are formed (fiber, seeds, lint). Their quality and product yield directly depend on the properly organized processing process. On the basis of the Volgograd GAU, a cotton-producing cluster is formed, which includes both research work on the development of new varieties, the development of farming machinery for the cultivation, harvesting, primary processing, and bringing the produce to consumer qualities. A new cotton variety PGSSK 1 for southern regions of Russia was created and included in the State Register of Selection Achievements. The varietal agro-technics of its cultivation on light chestnut soils has been developed. However, the technological chain of production of fiber and other cotton products requires scientific justification. Simulation of this process has made it possible to identify strengths and weaknesses and justify the economic efficiency of production. The basis for the analysis and optimization of any type of activity is the formalization and documentation of business processes. The article describes the functional model of primary cotton processing using the IDEF0 methodology, which allows to present the events or the system under study as a set of interrelated blocks that map the processes, sub-processes and operations occurring in the system under study. The diagrams presented in this paper are developed on the basis of a hierarchical principle that provides further detailed description of the top-level process by decomposition, until the model is described with the required detail required to solve the set tasks. In the article, functional diagrams of business processes for storing cotton after harvesting, storing, seeding and cleaning them, baling and lint baling, packing of seeds, lint and cotton, as well as their storage are developed. The made estimation of quantitative indicators has confirmed the correctness of the developed models. A business plan for a project for the cultivation and primary processing of cotton was developed, which proved its economic feasibility. It is proposed to test the developed model in the educational and research-and-production center "Gornaya Polyana" of the Volgograd State University. The proposed diagrams will ensure the transition from scientific and industrial crops of this crop to industrial and primary processing of the product. The recommendations on the analysis and application of the model and business plan were drawn up in order to identify cost centers, bottlenecks, perform risk management, and eliminate surplus operations.

Ключевые слова: хлопчатник, хлопок-сырец, IDEF0-диаграмма, моделирование процесса переработки.

Key words: cotton, raw cotton, IDEF0-diagram, simulation of the recycling process.

Введение. Одной из наиболее важных культур для импортозамещения является хлопок, поскольку получаемая из него продукция составляет основу различных отраслей промышленности. Совсем недавно в России хлопчатник выращивали на небольших площадях в виде экспериментальных посевов. Однако в настоящее время с созданием и успешной апробацией адаптированного к природным условиям Юга России нового ультраскороспелого сорта ПГССХ-1, волокно которого отличается высоким качеством и пригодно для переработки на предприятиях текстильной отрасли, уже успешно реализован проект создания промышленной технологии возделывания хлопчатника [15]. В настоящее время встает новая задача — создать эффективную технологию первичной переработки хлопка, чтобы поставлять текстильным предприятиям более качественное сырье и создать добавленную стоимость передаваемого на переработку продукта.

Реализацию нового проекта целесообразно осуществлять с применением научно обоснованного подхода, который предполагает выделение бизнес-процессов и взаимосвязей и управление ими [1]. Рассмотрение и анализ бизнес-процессов выполняется на основе их предварительной формализации в виде графических моделей. Такие модели наглядно представляют последовательность выполняемых процедур, механизмы контроля и управления, а также документацию, которая регламентирует выполнение процедуры в рамках рассматриваемого бизнес-процесса; исполнителей и ресурсы процедур; входящую и выходящую информацию, которая используется в этих процедурах [11].

Таким образом, исследование бизнес-процессов первичной переработки хлопка является своевременной и актуальной задачей, которая дает возможность идентифицировать, оценить и представить процессы как основу для их организации и улучшения.

Материалы и методы. Для исследования технологических процессов первичной переработки хлопка была применена методология бизнес-моделирования и метод процессного подхода [13].

Наиболее широко для применения процессного подхода используется стандарт IDEF0. Он предписывает каждый процесс на диаграмме представлять в виде отдельного функционального блока (изображается в виде прямоугольника), в котором определены: входы процесса (изображаются горизонтальными стрелками, входящими в прямоугольник слева направо); выходы процесса (изображаются горизонтальными стрелками, выходящими из прямоугольника слева направо), исполнители процесса (изображаются вертикальными стрелками, входящими в прямоугольник снизу вверх) и управляющие воздействия (изображаются в виде вертикальных стрелок, входящих в прямоугольник сверху вниз) [12]. В рассматриваемом случае управляющие воздействия представлены утвержденным документом «Технологическая схема первичной переработки хлопка-сырца» и государственными стандартами [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Моделирование позволяет получить как бы взгляд со стороны на процессы и определить необходимые их улучшения для достижения поставленных целей. Технологические процессы первичной переработки хлопка были представлены в виде IDEF0-диаграмм [12].

Результаты. Основные процессы хранения и первичной обработки хлопка (рисунки 1) включают: хранение хлопка-сырца после сбора урожая, его складирование, линтерование семян и их очистку, прессование в тюки хлопка и линта, упаковку семян, линта и хлопка, а также их складирование.

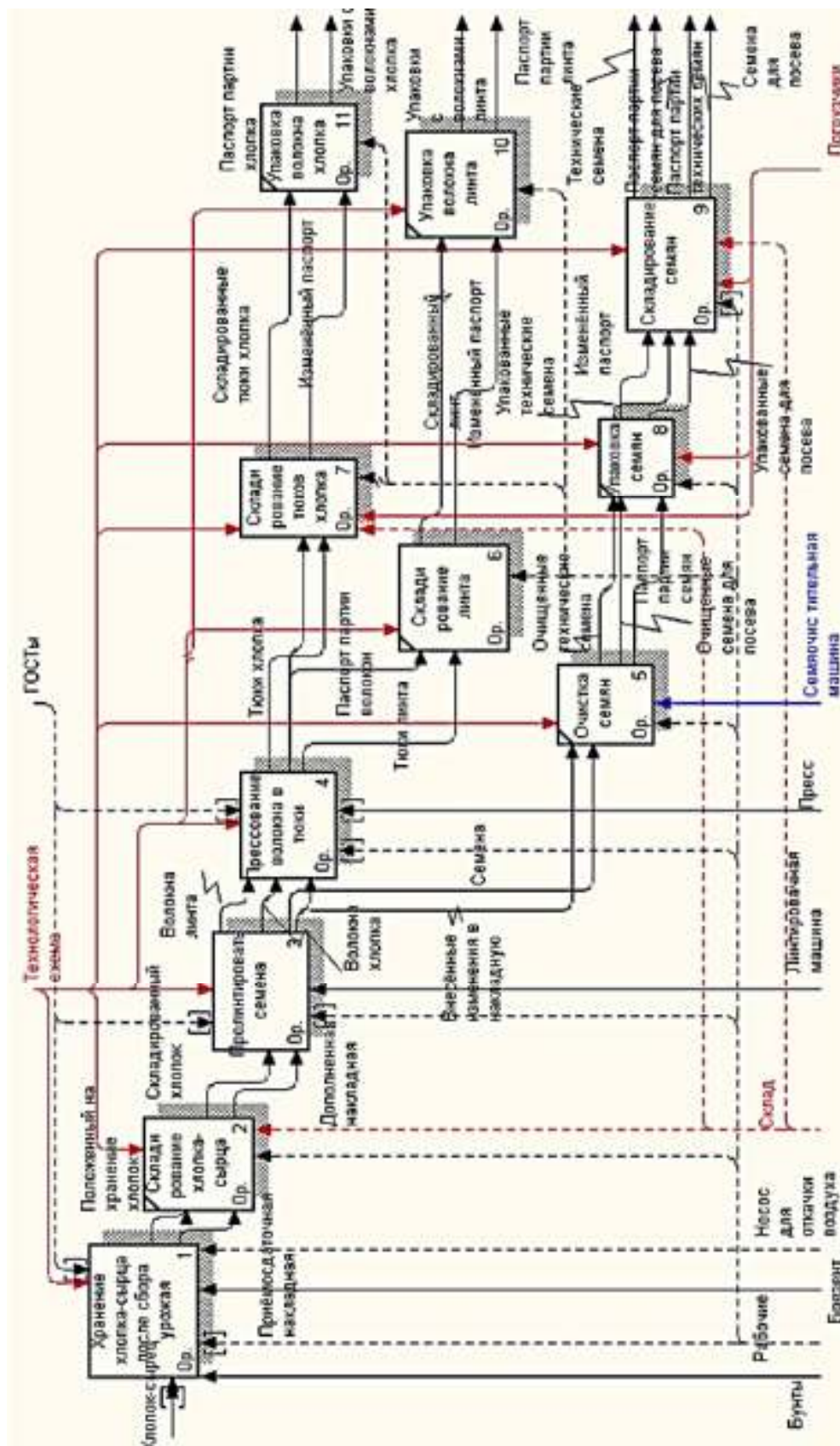


Рисунок 1 – IDEFO-диаграмма основных процессов хранения и первичной обработки хлопка

Для детализации процессов верхнего уровня выполним их декомпозицию, рассматривая работы процесса как подпроцессы и описывая в виде отдельной схемы процессов второго уровня.

Первым подпроцессом рассматриваемого процесса является хранение хлопка после сбора урожая (рисунок 2). Из рисунка видно, что его выполнение предполагает разные режимы и операции хранения хлопка в зависимости от его влажности и погодных условий. В случае необходимости для создания требуемой температуры и влажности при хранении возможно проведение принудительного охлаждения и отсоса воздуха из бунта хлопка.

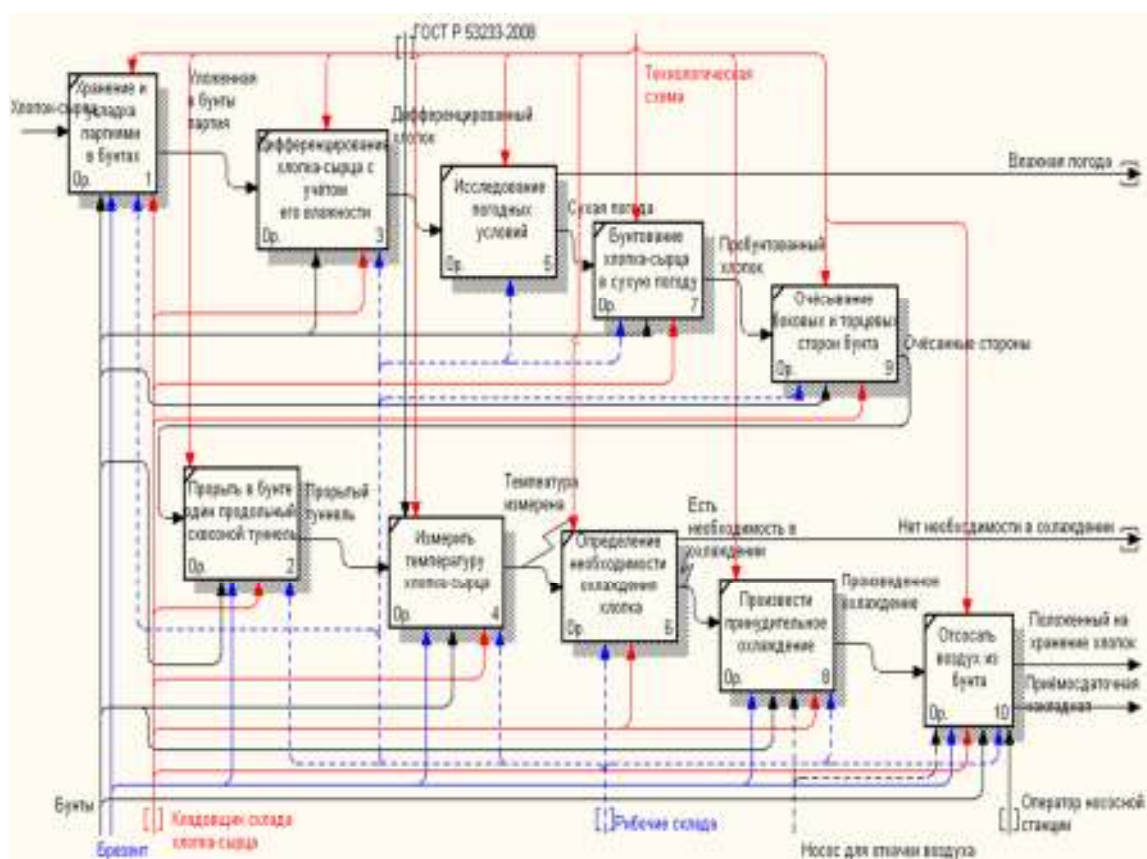


Рисунок 2 – IDEF0-диаграмма процессов процесса хранения хлопка после сбора урожая

Далее выполняется складирование и линтерование хлопка-сырца (рисунок 3). Линтерование выполняется на зерноотделительных машинах, последовательно отделяя от семян хлопковое волокно (длиной более 20 мм), лент — (волокна длиной менее 20 мм) и подпушек, он же делинт, представляющий собой короткий волокнистый покров длиной менее 5 мм. После выполнения процесса на выходе получают семена, волокна хлопка и лinta.

Качество процесса линтерования зависит не только от качества исходного сырья, но и от режима работы линтера, состояния его рабочих органов, физико-механических свойств семян. Поэтому этот процесс должен обязательно контролироваться технологом по линтерованию. Основным показателем качества процесса является сьем лinta, определяемый как разность между начальной и конечной опухенностью хлопковых волокон.

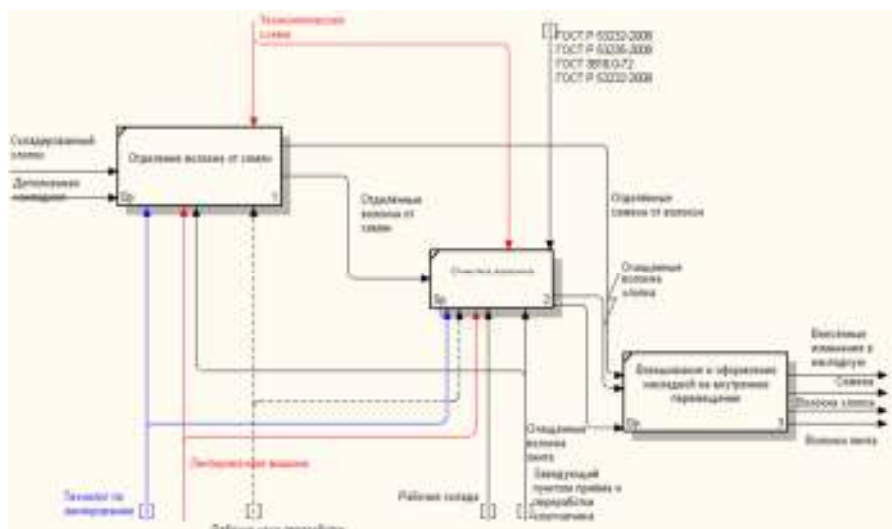


Рисунок 3 – IDEF0-диаграмма процесса линтерования хлопка

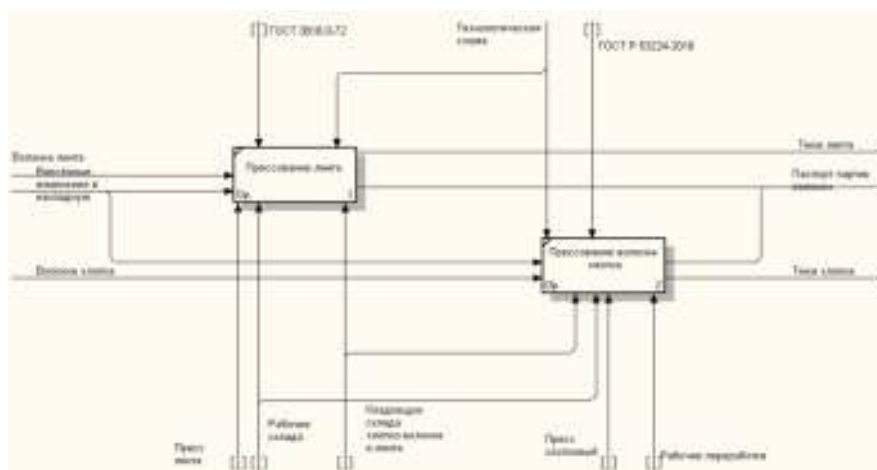


Рисунок 4 – IDEF0-диаграмма бизнес-процесса прессования волокна в тюки

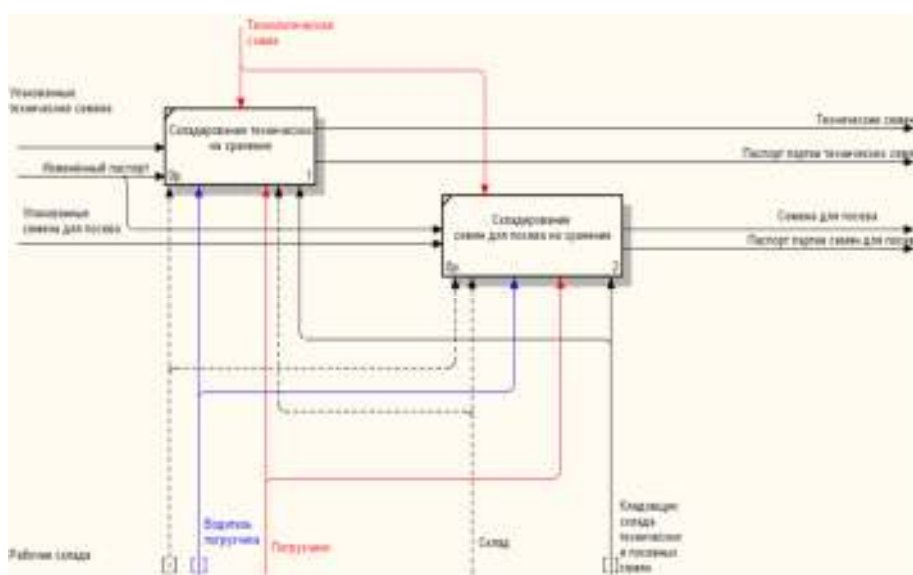


Рисунок 5 – IDEF0-диаграмма бизнес-процесса складирования технических и посевных семян

Затем выполняется процесс прессования хлопка в тюки (рисунок 4) и складирования семян (рисунок 5).

Обсуждение. Произведем оценку разработанных моделей путем расчета показателей бизнес-процесса первичной обработки хлопка-сырца по методике, предложенной [16]. В таблице 1 представлены исходные данные разработанной модели первичной переработки хлопка.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета показателей бизнес-процесса первичной переработки хлопка-сырца

Параметр бизнес-процесса	Количественное значение
Количество уровней бизнес-процессов	11
Количество экземпляров бизнес-процессов	28
Количество разрывов процессов в экземплярах бизнес-процессов	0
Количество классов бизнес-процессов	4
Число собственников бизнес-процессов	7
Количество использованных ресурсов в бизнес-процессе	10
Количество «выходов» в экземплярах бизнес-процессов	52
Количество регламентирующей нормативной документации	10

Расчет коэффициентов эффективности процесса первичной переработки хлопка-сырца представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики показателей бизнес-процесса первичной обработки хлопка-сырца

Показатель эффективности бизнес-процессов	Вид коэффициента	Формулы расчета коэффициентов	Нормативное значение коэффициента	Полученное значение коэффициента
Сложность	$k_{сл}$	$k_{сл} = \Sigma \Pi_{ур} / \Sigma \Pi_{экз}$	$k_{сл} \leq 0,66$	0,39
Процессность	$k_{пр}$	$k_{пр} = \Sigma \Pi_{раз} / \Sigma \Pi_{кп}$	$k_{пр} < 1$	0
Контролируемость	$k_{отв}$	$k_{отв} = \Sigma \Pi / \Sigma \Pi_{кп}$	$k_{отв} = 1$	0,57
Ресурсоемкость	k_p	$k_p = P / \Sigma \Pi_{вых}$	$k_p < 1$	0,19
Регулируемость	$k_{рег}$	$k_{рег} = \Sigma \Pi_{рег} / \Sigma \Pi_{кп}$	$k_{рег} \geq 1$	2,5
Итого				3,65

Из таблицы 2 видно, что все показатели эффективности, кроме контролируемости, соответствуют нормативным значениям. Для улучшения контролируемости бизнес-процесса необходимо назначить на все его операции владельцев, несущих ответственность за выполнение процесса.

Анализ разработанных моделей бизнес-процессов выращивания и первичной переработки хлопка-сырца целесообразно проводить на основе рассмотрения их качества и экономической целесообразности производства не как единичного показателя готового продукта, а как оперативно контролируемой многофакторной системы производства, которая учитывает не только качественные, но и количественные показатели материалов, сырья, готовой продукции, а также работы сотрудников и техники. Для решения этой задачи в системе ProjectExpert [15] был разработан бизнес-план проекта по выращиванию и первичной переработке хлопка-сырца. В расчете были учтены все 85 используемых ресурсов, включая людей, машины, химикаты, удобрения, воду и др. Учитывались также все издержки, включая закупку сырья, затраты на ГСМ, водоснабжение, электроэнергию, ремонт оборудования и помещений, маркетинг и др.

Основные показатели проекта, характеризующие его эффективность, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Эффективность инвестиций проекта
по выращиванию и первичной переработке хлопка-сырца

Показатель	Значение
Ставка дисконтирования, %	7,25
Период окупаемости - РВ, мес.	37
Дисконтированный период окупаемости - DPB, мес.	37,7
Средняя норма рентабельности - ARR, %	2,35
Чистый приведенный доход – NPV, руб.	47 344 436
Индекс прибыльности - PI	1,07
Внутренняя норма рентабельности - IRR, %	6,55

Анализ показателей бизнес-плана свидетельствует о приемлемом для инвестора сроке окупаемости 3,08 года, достаточной норме внутренней рентабельности и положительным значением чистого приведенного дохода более 47 млн руб. Данные показатели убедительно доказывают экономическую целесообразность выращивания и первичной переработки хлопка в УНПЦ «Горная поляна» Волгоградском ГАУ.

Разработанная бизнес-модель является унифицированной и может применяться для планирования и создания хлопкосеющего кластера в южном регионе России. Её основными достоинствами являются гибкость в управлении, лёгкая адаптация к условиям конкретного хозяйства и региона, аналитическое выявление слабых сторон бизнеса с целью разработки мероприятий по минимизации рисков.

Входные параметры модели необходимы для селекционеров и учёных-агрономов. Они позволяют обосновать требования к качеству волокна, семян и линта, срокам созревания и уборки урожая, валовому объёму продукции. Данные исследования ставят перспективные задачи для улучшения сортов хлопчатника и совершенствования его агротехники при выращивании в северных районах культивирования. Они объединили в единую систему имеющуюся технологию выращивания хлопчатника на светло-каштановых почвах с процессом глубокой переработки продукции, что позволяет значительно увеличить маржинальность производства и создать единую цепочку формирования добавленной стоимости сырья.

Заключение. В результате выполненного функционального моделирования разработана модель бизнес-процессов первичной переработки хлопка-сырца в Волгоградском ГАУ. Произведена оценка количественных показателей бизнес-процесса, доказавшая его соответствие требованиям качественного бизнес-процесса. Разработанный бизнес-план проекта по выращиванию и первичной переработке хлопка на базе УНПЦ «Горная поляна» доказал его экономическую целесообразность.

Выстраивание производства с учётом научного обоснования данной бизнес-модели позволит связать процесс выращивания хлопчатника с переработкой урожая и хранением продукции. Это обеспечит повышение маржинальности производства и его экономический рост, а также привлекательность для инвестирования. Предлагаемая модель бизнес-процессов может быть легко адаптирована к региональным условиям других хозяйств на юге России и отличается универсальностью. Её внедрение на других предприятиях позволит развивать отечественное хлопководство и текстильную промышленность в тесной связи и по кластерной системе.

Библиографический список

1. Бизнес-процессы [Текст]. – Режим доступа: <https://utmagazine.ru/posts/8668-biznes-process>
2. ГОСТ 53224-2016 «Волокно хлопковое. Технические условия» [Текст].
3. ГОСТ Р 53030-2008 «Волокно хлопковое. Методы определения клейкости и бактериально-грибкового заражения» [Текст].
4. ГОСТ Р 53031-2008 «Волокно хлопковое. Порядок измерения показателей на системе HVI» [Текст].

5. ГОСТ Р 53232-2008 «Волокно хлопковое. Методы определения длины» [Текст].
6. ГОСТ Р 53233-2008 «Волокно хлопковое. Методы определения влажности» [Текст].
7. ГОСТ Р 53235-2008 «Волокно хлопковое. Методы определения линейной плотности и показателя микронейр» [Текст].
8. ГОСТ Р 53236-2008 «Волокно хлопковое. Методы отбора проб» [Текст].
9. ГОСТ Р 53551-2009 «Волокно хлопковое. Методы определения зрелости» [Текст].
10. ГОСТ Р 53552-2009 «Волокно хлопковое. Методы определения удельной разрывной нагрузки» [Текст].
11. Кочеткова, О.В. Модернизация бизнес-процессов мясоперерабатывающего предприятия для управления безопасностью продукции [Текст]/ О.В. Кочеткова// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (28). – С. 287-295.
12. Методология функционального моделирования IDEF0: Руководящий документ [Текст]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 75 с.
13. Описание и анализ бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.plansys.ru/process/description-process>
14. Практикум по бизнес-планированию с использованием программы ProjectExpert [Текст]. : уч. пос. / В.С. Алиев и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2010. – 288 с.
15. Функциональное моделирование процессов выращивания хлопчатника [Текст] / А.С. Овчинников, О.В. Кочеткова, И.Ю. Подковыров, А.Е. Кривопустенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 258-266.
16. Экспресс-метод диагностики бизнес-процессов компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cfin.ru/management/controlling/fsa/express.shtml>

Reference

1. Biznes-processy [Tekst]. - Rezhim dostupa: <https://utmagazine.ru/posts/8668-biznes-process>
2. GOST 53224-2016 “Vолоkно hлoпkovoe. Tehnicheskie usloviya” [Tekst].
3. GOST R 53030-2008 “Vолоkно hлoпkovoe. Metody opredeleniya klejkosti i bakterial'no-gribkovogo zarazheniya” [Tekst].
4. GOST R 53031-2008 “Vолоkно hлoпkovoe. Poryadok izmereniya pokazatelej na sisteme HVI” [Tekst].
5. GOST R 53232-2008 “Vолоkно hлoпkovoe. Metody opredeleniya dliny” [Tekst].
6. GOST R 53233-2008 “Vолоkно hлoпkovoe. Metody opredeleniya vlazhnosti” [Tekst].
7. GOST R 53235-2008 “Vолоkно hлoпkovoe. Metody opredeleniya linejnoj plotnosti i pokazatelya mikronejr” [Tekst].
8. GOST R 53236-2008 “Vолоkно hлoпkovoe. Metody otbora prob” [Tekst].
9. GOST R 53551-2009 “Vолоkно hлoпkovoe. Metody opredeleniya zrelosti” [Tekst].
10. GOST R 53552-2009 “Vолоkно hлoпkovoe. Metody opredeleniya udel'noj razryvnoj nagruzki” [Tekst].
11. Kochetkova O. V. Modernizaciya biznes-processov myasopererabatyvayuschego predpriyatiya dlya upravleniya bezopasnost'yu produkcii [Tekst]/ O. V. Kochetkova// Izvestiya Nizhnevolzhskogoagrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. -2016. - № 3 (28). - S. 287-295.
12. Metodologiya funkcional'nogo modelirovaniya IDEF0: Rukovodyaschij dokument [Tekst]. - M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2000. - 75 s.
13. Opisanie i analiz biznes-processov [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.plansys.ru/process/description-process>
14. Praktikum po biznes-planirovaniyu s ispol'zovaniem programmy ProjectExpert [Tekst]. : uch. pos. / V. S. Aliev i dr. - 2-e izd., pererab. i dop. - M.: Forum: INFRA-M, 2010. - 288 s.

15. Funkcional'noe modelirovanie processov vyraschivaniya hlopchatnika [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, O. V. Kochetkova, I. Yu. Podkovyrov, A. E. Krivopustenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3 (47). - S. 258-266.

16. Ekspres-metod diagnostiki biznes-protsessov kompanii [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.cfin.ru/management/controllers/fsa/express.shtml>

E-mail: ovk555@bk.ru

УДК 631.879.3:66.066.7.022.63

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ ОСАДКА С УДОБРИТЕЛЬНО-МЕЛИОРИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ ИЗ РАССОЛА ХЛОРИДА НАТРИЯ В ЦЕНТРИФУГАХ

MODELING THE PROCESS OF PRODUCTION SEDIMENT WITH CONVENIENT-MELIORING PROPERTIES FROM SATURATION OF SODIUM CHLORIDE IN CENTRIFUGES

А.Е. Новиков^{1,2}, доктор технических наук, доцент

М.И. Филимонов², аспирант

М.И. Ламскова², кандидат технических наук

A.E. Novikov^{1,2}, M.I. Filimonov², M.I. Lamskova²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

²Волгоградский государственный технический университет

¹All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd

²Volgograd State Technical University

На сегодняшний день общая площадь почв в России с $pH < 5,5$ составляет около 50 млн га, а интенсивность их подкисления варьирует от 0,03 до 0,04 единицы pH в год. Процессы подкисления почв преимущественно обусловлены их декарбонизацией. В результате миграции воды во внутрипочвенных слоях в условиях промывного и периодически промывного водного режимов почвы растворимые соли кальция вымываются до грунтовых вод и уносятся в гидрографическую сеть. Трансформации в почвенном поглощающем комплексе приводят к потере органического вещества, ухудшению агрофизических свойств и микробиологической активности почвы, падению до 40 % эффективности вносимых удобрений и, как следствие, снижению качества и количества получаемой растениеводческой продукции, ежегодные потери которой в пересчете на зерно оценивают от 10 до 16 млн тонн в год. Для восполнения балансовой части оснований Ca^{2+} в гумусово-аккумулятивном горизонте кислые почвы нуждаются в проведении регулярных химических мелиораций путем их известкования, что обуславливает дополнительную потребность в производстве известковых удобрений-мелиорантов. В работе рассмотрена возможность совершенствования стадии очистки рассола хлорида натрия производства поваренной соли на Волгоградском предприятии АО «Каустик» с целью получения известьесодержащих удобрений-мелиорантов из отходов производства, образующихся на данной стадии. По результатам моделирования получено, что для обеспечения 100 % степени очистки рассола хлорида натрия от частиц твердой фазы, из которых более 50 % составляет $CaCO_3$, с учетом эффекта уноса дисперсной составляющей и энергоемкости машин необходима установка батареи из 2-х центрифуг типа ОМБ-803 мощностью 7,5 кВт с равным отбором рассола от заданной производительности.

To date, the total soil area in Russia with $pH < 5.5$ is about 50 million hectares, and the intensity of soil acidification varies from 0.03 to 0.04 pH units per year. The processes of soil acidification are mainly due to their decalcification. As a result of migration of water in the subsoil layers under conditions of washing and periodically washing the soil water regime, soluble calcium salts are washed out to groundwater and carried to the hydrographic network. Transformations in the soil absorbing complex lead to the loss of

organic matter, deterioration of agrophysical properties and microbiological activity of the soil, a drop of up to 40% in fertilizer application efficiency and, as a result, a decrease in the quality and quantity of crop production, the annual losses of which in terms of grain are estimated from 10 to 16 million tons per year. To replenish the balance part of the bases of Ca^{2+} in the humus-accumulative horizon, acid soils need regular chemical melioration by their liming, which causes an additional need for the production of calcareous fertilizers-ameliorants. The paper considers the possibility of improving the purification step of sodium chloride brine for salt production Volgograd plant AO "Kaustic" to obtain lime-containing fertilizer-ameliorants of waste products formed in this step. Based on the results of the simulation it was obtained that in order to ensure a 100% degree of purification of sodium chloride brine from solid phase particles, of which more than 50% is $CaCO_3$, taking into account the effect of entrainment of the dispersed component and power consumption of machines, it is necessary to install a battery of 2 OMB-803 centrifuges a power of 7.5 kW with an equal selection of brine from a given productivity.

Ключевые слова: кислые почвы, декальцирование, деградация, экологическая напряженность, химическая мелиорация почв, известкование, известьсодержащие отходы, центрифугирование, удобрение-мелиоранты.

Key words: acid soils, decalcification, degradation, environmental stress, chemical melioration of soils, liming, lime-containing waste, centrifugation, fertilizer-meliorants.

Введение. Стабильность функционирования агроландшафтов как антропогенезированных природных экосистем определяется внутренними связями между образующими их компонентами и биосферой. Однако превышение норм воздействия на агроландшафты из-за их длительного и интенсивного сельскохозяйственного использования привело к разгармонизации энергомассообмена между ее компонентами, прогрессирующему развитию деградационных явлений, снижению почвенного плодородия и, соответственно, экологической напряженности.

Состояние плодородия почв зависит от многих факторов, из которых следует выделить содержание гумусовых веществ в пахотном слое, подвижных форм фосфора и калия, а также кислотность почвы. При этом на фоне резкого снижения объемов известкования избыточно кислых почв по сравнению с периодом 30-40 летней давности именно реакция почвенной среды выступает лимитирующим показателем получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

На сегодняшний день общая площадь кислых почв ($pH < 5,5$) в России достигла около 50 млн га или 42 % обследованной пашни, при этом более половины из них (почти 54 %) расположено в Центральном Федеральном округе. Для сравнения: в 2000 году кислые почвы занимали 36,7 млн га, то есть менее чем за 20 лет прирост составил 13,3 млн га. Ежегодные потери сельскохозяйственной продукции от наличия кислых почв в масштабах страны в пересчете на зерно составляют, по разным данным, от 10 до 16 млн тонн в год, а интенсивность их подкисления варьирует в диапазоне 0,03-0,04 единицы pH в год [4, 10, 11].

Для решения проблемы закисления почв, обусловленной в большинстве случаев их декальцированием, необходимо проводить работы по химической мелиорации земель в требуемых масштабах. В связи с этим возникает дополнительная потребность в известковых удобрениях-мелиорантах. С позиции ресурсосбережения относительно дешевым источником восполнения почв кальцием являются известьсодержащие отходы промышленных предприятий, использование которых, с одной стороны, позволяет обеспечить сельхозтоваропроизводителей доступными известковыми удобрениями-мелиорантами, а с другой стороны, – решить проблему утилизации этих отходов и улучшения экологической обстановки территорий за счет ликвидации полигонов, используемых для их изоляции, складирования, и обезвреживания.

Цель исследования – совершенствование и моделирование процесса выделения частиц твердой фазы из рассола хлорида натрия производства поваренной соли с целью получения известковых удобрений-мелиорантов для химической мелиорации кислых почв.

Материалы и методы. Идентификацию показателей эффективности работы различных типов центрифуг, а также их конструктивных параметров проводили методом аналитического моделирования. Для формализации алгоритма математической модели, построенного на положениях и законах классической гидродинамики, использовали язык программирования *Fortran 77 V3.30*.

Концентрацию химических компонентов в шламовой суспензии, образующейся после очистки рассола хлорида натрия, определяли в лабораторных условиях методами химического анализа. В частности, метод измерения углекислого кальция и гидроксида магния основан на их взаимодействии с Трилоном Б, а хлористого натрия – на взаимодействии хлоридов с азотнокислой ртутью (II) в среде азотной кислоты.

Сушку шламовой суспензии проводили при температуре 90 °С под вакуумом в сушильном шкафу ВШ-0,035М при непрерывном определении массы образца осадка. Сушку прекращали, когда два последовательных взвешивания образца показывали одинаковые или близкие результаты. Для определения массы образца осадка использовали лабораторные весы ВК1500.1.

Поправочный состав (дисперсность) частиц твердой фазы в осадке определяли ситовым методом. Для этого образец массой 500 граммов пропускали через набор сит, установленных одно над другим в порядке убывания размеров отверстий сверху вниз на вибростол. Взвешивая каждую фракцию, полученную таким образом, определяли ее массу m_i (кг) и процентное содержание y (%) этой фракции по отношению к массе исходного образца осадка M (кг):

$$y = \frac{m_i}{M}.$$

Средний размер частиц твердой фазы, составляющих образец, рассчитывали по формуле:

$$d_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} d_i m_i}{M},$$

где d_i – средний размер частиц твердой фазы i -й фракции (полусумма размеров отверстий верхнего и нижнего сит), мм.

Однородность образца определяли по среднеквадратическому отклонению, при этом чем $\sigma \rightarrow 0$, тем однороднее образец осадка:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum y a^2}{100}};$$

$$a = d_i - d_{cp},$$

где a – отклонение размера частиц твердой фазы i -й фракции от среднего размера частиц твердой фазы.

Для получения достоверных результатов все опыты проводили в четырехкратной повторности.

Результаты и обсуждение. Декальцирование почв главным образом происходит в результате миграции воды во внутрисочвенных слоях. В условиях промывного и периодического промывного водного режимов почвы растворимые соли кальция вымываются до грунтовых вод и уносятся в гидрографическую сеть. Обеднение почв основа-

ниями, и, прежде всего, Ca^{2+} является одной из главных причин формирования процессов деградации почвы. Такого рода трансформации в почвенном поглощающем комплексе приводят к потере органического вещества, ухудшению агрофизических свойств и микробиологической активности почвы, падению до 40 % эффективности вносимых удобрений и, как следствие, снижению качества и количества получаемой растениеводческой продукции [3, 6, 7, 13, 14].

Потери оснований из гумусово-аккумулятивного горизонта почвы в результате естественных и техногенных воздействий можно компенсировать только путем их известкования [3, 6, 7, 11, 12].

Основными составляющими для приготовления известковых удобрений-мелиорантов являются доломитовая и известняковая мука, которые получают при измельчении известьсодержащих осадочных пород. Однако существующие технологии получения сырья требуют разработки карьеров, строительства подземных путей, измельчающих станций и прочего, что негативно сказывается на экологической обстановке природной среды и приводит к существенным экономическим затратам.

Одним из лидеров отечественной и мировой химической промышленности является Волгоградское предприятие АО «Каустик», которое, используя в качестве сырья рассол хлорида натрия, выпускает широкий спектр бытовой химии и средств гигиены. Рассматриваемое производство многостадийное и, в том числе, включает на начальном этапе технологической линии стадию очистки рассола от примесей. Данный процесс осуществляется в осветлителе (рисунок 1).

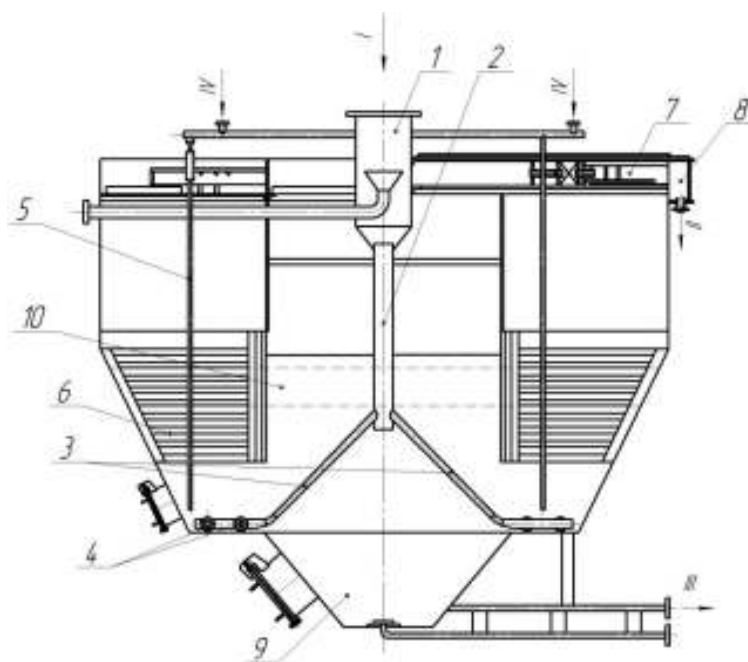


Рисунок 1 – Осветлитель для очистки рассола хлорида натрия:

- I – подача суспензии рассола; II – отвод очищенного рассола; III – отвод шлама;
IV – подача реагентов; 1 – воздухоотделитель; 2 – распределительный стояк; 3 – радиальные трубы; 4 – сопла; 5 – коллектор; 6 – шламозаборные окна; 7 – сборный желоб;
8 – карман; 9 – осадкоуплотнитель; 10 – зона динамического равновесия

Рассол хлорида натрия подается в коаксиально расположенный воздухоотделитель, где происходит отделение дисперсии из пузырьков воздуха и углекислого газа. В процессе деаэрации из жидкой фазы в атмосферу выделяются растворенные инертные газы, а сепа-

рированная часть по распределительному стояку направляется в нижнюю часть осветлителя через шесть наклонных, симметрично расположенных радиальных труб, на концах которых установлены горизонтальные сопла, необходимые для придания рассолу вращательного движения. Одновременно по коллектору осуществляется подача поверхностно активных веществ (полиакриламид + кальцинированная сода) в зону выхода рассола из форсунок, которые способствуют всплыванию и дальнейшему укрупнению твердых частиц.

Частицы твердой фазы, находящиеся в реакционной массе, поднимаются вместе с жидкой фазой в верхнюю часть осветлителя в шламоуплотнитель, по периметру которого в три ряда расположены шламосборные окна. На уровне шламосборных окон в движении рассола преобладает одно направление – вертикально вверх. В этой зоне создаются условия для равновесия двух сил: силы тяжести частиц твердой фазы и подъемной силы рассола. Частицы твердой фазы, находясь в зоне динамического равновесия, постепенно скапливаются, укрупняются и образуют шламовый фильтр. Рассол, проходя через шламовый фильтр, освобождается от взвесей и через дренажную решетку поступает в сборный желоб, затем через карманы осветлителя отводится в емкость осветленного рассола.

По мере работы осветлителя происходит постепенное осаждение частиц твердой фазы в его нижней части – в осадкоуплотнителе. Осевшая взвесь в виде шламовой суспензии отводится в емкость и далее как сточные воды в пруды-накопители.

Лабораторные исследования компонентного состава осадка, полученного после сушки шламовой суспензии, показали, что он может использоваться в качестве удобрения-мелиоранта для известкования кислых почв (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание химических компонентов в осадке

Химический компонент	Концентрация компонента, %
CaCO_3	58,0
Mg(OH)_2	17,0
H_2O	20,0
Fe_2O_3	0,05
NaCl	4,50

Однако существующее на сегодняшний день аппаратное оформление стадии очистки рассола хлорида натрия не позволяет организовать стабильное производство известковых удобрений-мелиорантов. Решением данного вопроса может стать замена осветлителя на современный высокотехнологичный аппарат для разделения низкоконцентрированных жидкостей. С целью выбора типа и конструкции такого аппарата был изучен фракционный состав частиц твердой фазы осадка (рисунок 2).

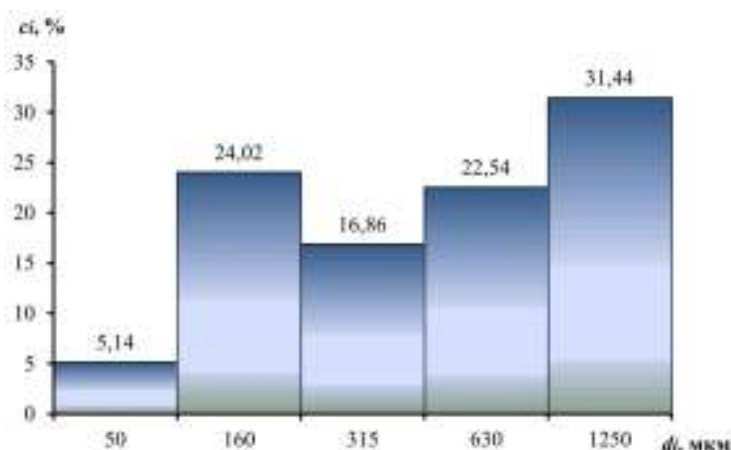


Рисунок 2 – Гистограмма пофракционного распределения частиц твердой фазы в осадке

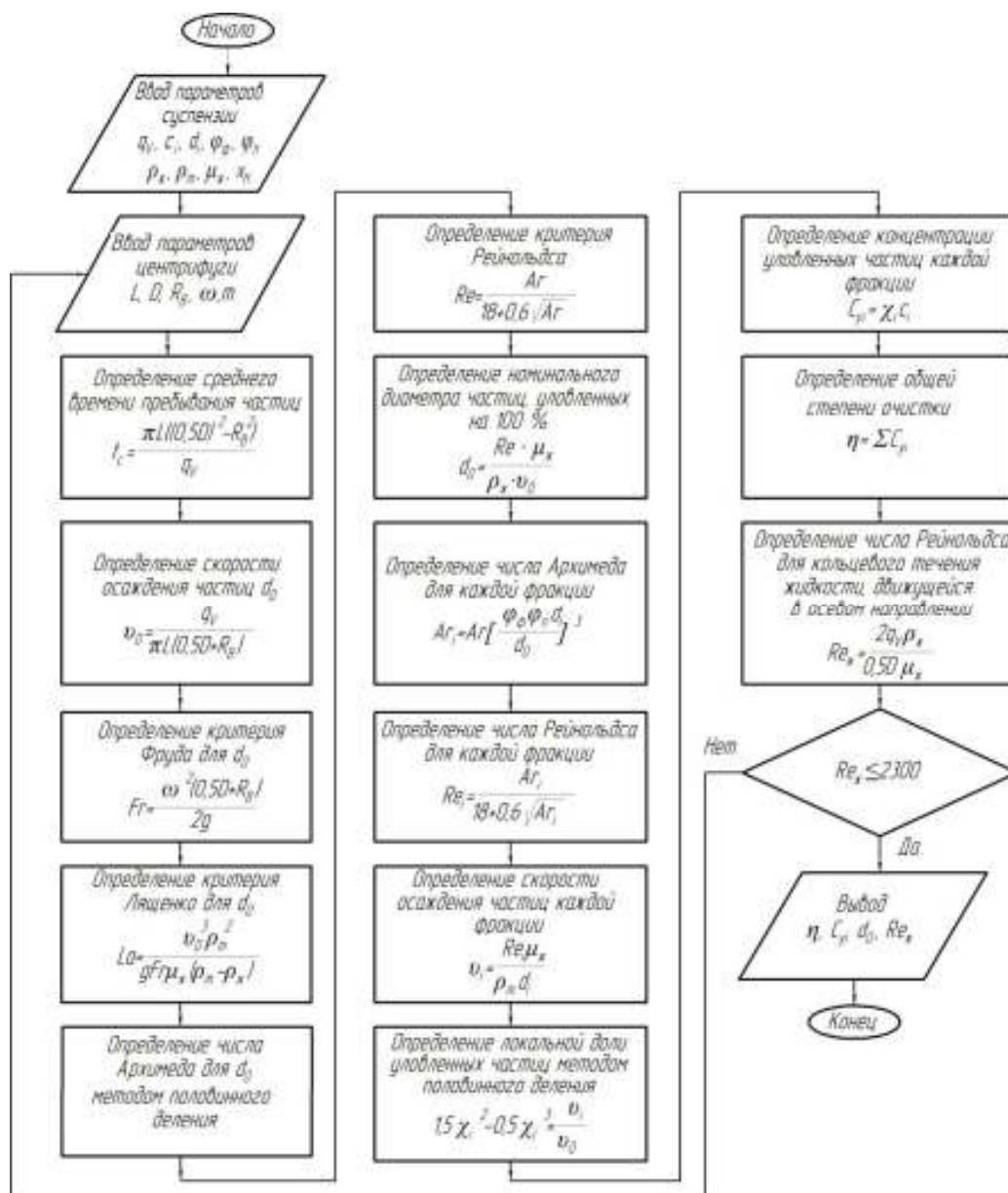


Рисунок 3 – Блок-схема математической модели идентификации параметров центрифуги

Учитывая фракционный состав дисперсной составляющей и производственную необходимость организации непрерывного процесса очистки рассола, целесообразно, на наш взгляд, принять осадительную центрифугу непрерывного действия с принудительной выгрузкой осадка.

Для выбора типа и оптимальных параметров центрифуги была разработана математическая модель (рисунок 3) с выходом на локальные и интегральные степени очистки рассола, номинальный диаметр уловленных частиц твердой фазы, а также фактор разделения и критерий Рейнольдса [1, 2, 5]. Исходные и справочные значения параметров осадительных центрифуг непрерывного действия с принудительной выгрузкой осадка, необходимые для аналитического решения математической модели, а также полученные расчетные значения параметров приведены в таблице 2.

Наименование параметра	Размерность	Обозначение	Величина			
Исходные данные						
Удельная теплоемкость при постоянном давлении	м ³ /с	q _v	0,0042			
Плотность вещества	кг/м ³	ρ _в	2220			
Плотность воздуха	кг/м ³	ρ _а	1200			
Вязкость, динамическая	Па·с	μ _а	0,0025			
Коэффициент теплопроводности воздуха в расчете на удельную поверхность топлива	%	α _а	0,2			
	%	q _а	1,45			
	%	ρ _а	1,33			
	%	c _а	рис. 3			
Плотность расчетной смеси топлива по формуле	мкг	d _а	рис. 3			
Справочные данные						
Теплота сгорания топлива		ОГН-202К-03	ОГН-1001К-01	ОГН-903К-01	ОМБ-803	
Плотность топлива	м	D	0,2	1,0	0,9	0,8
Плотность топлива	м	R _а	0,05	0,45	0,4	0,35
Плотность топлива	м	L	0,8	3,8	1,5	0,4
Плотность топлива	кВт	ρ	5,5	110	30	7,5
Плотность топлива	об/мин	φ	1000	1000	1000	1000
Плотность топлива	л/т	m	4	2	2	2
Расчетные данные						
Плотность топлива	%	η	100	100	100	100
Плотность топлива	мкг	d _а	18,4	1,3	2,3	5,1
Плотность топлива	—	φ	76,5	484	433	382
Плотность топлива	—	R _а	8790	3516	3906	4394
Плотность топлива	—	R _а	2197	1758	1953	2197

Из полученных по результатам аналитического моделирования данных следует, что все выбранные типы центрифуг при заданной производительности по рассолу хлорида натрия теоретически обеспечивают 100 % степень очистки. Такой эффект достигается за счет того, что в центрифугах номинальный диаметр частиц, улавливаемых на 100 % (от 1,3 до 18,4 мкм), значительно меньше наименьшей фракции частиц твердой фазы в осадке (50 мкм). Стоит отметить, что во время центрифугирования возможен унос частиц твердой фазы, который вызван турбулизацией жидкостного потока с образованием завихрений. Для предотвращения данного явления необходимо поддерживать ламинарный режим в направлении осевого течения фугата (осветленного рассола) в роторе центрифуги, при этом критерий Рейнольдса рассматриваемого потока не должен превышать 2300 [8].

Как видно из расчетных данных (таблица 2), ни одна центрифуга в одиночном исполнении не обеспечивает указанного режима работы. Для достижения оптимальных значений Re , при которых унос частиц минимален либо отсутствует полностью, были рассмотрены варианты из батарей однотипных машин. Результаты моделирования показывают, что для достижения ламинарного режима в направлении осевого течения фугата в роторе центрифуги типа ОГШ-202К-03 необходима установка четырех параллельных машин, для остальных типов – по две машины с равным отбором рассола от заданной производительности.

При выборе типа центрифуги также следует учитывать ее энергоемкость. С точки зрения энергоэффективности более целесообразным для модернизации стадии очистки рассола хлорида натрия для получения известьсодержащих удобрений-мелиорантов будет применение центрифуги типа ОМБ-803 ($p = 7,5$ кВт), при этом общее потребление электроэнергии составит всего 15 кВт/час.

Заключение. Регулирование почвенной реакции относится к важнейшим мероприятиям по химической мелиорации земель, так как восстанавливает положительный баланс кальция в гумусово-аккумулятивном горизонте. Однако отсутствие государственного финансирования работ по поддержанию плодородия привело к резкому снижению объемов проведения мелиоративных мероприятий по раскислению почв – площади производственных земель уменьшились с 6 млн га до 266 тыс. га, в том числе из-за разрушения системы производства, хранения, транспортировки и внесения известковых удобрений-мелиорантов, обновления материально-технической базы.

Создание безотходных технологических линий на действующих предприятиях химической промышленности позволяет не только снизить экологическую напряженность, но и использовать вторичные ресурсы для производства химмелиорантов, необходимых для сельского хозяйства. Предложенная в работе модернизация стадии очистки хлорида натрия на Волгоградском предприятии АО «Каустик» отвечает современным технологиям безотходного производства и не требует высоких капиталовложений, обеспечивает получение известьсодержащих удобрений-мелиорантов для раскисления почв.

Библиографический список

1. Голованчиков, А.Б. Моделирование обратноосмотического процесса в фильтрующих сверхцентрифугах с учетом продольной диффузии [Текст] / А.Б. Голованчиков, М.И. Филимонов, М.К. Доан // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. – 2018. – № 1(22). – С. 7-12.
2. Голованчиков, А.Б. Вероятность улавливания частиц при двухслойном течении в центрифуге с рециклом [Текст] / А.Б. Голованчиков, М.И. Филимонов, М.И. Ламскова // Известия ВолгГТУ. – 2015. – Т. 8. – № 1 (154). – С. 59-63.
3. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси [Текст] / Н.В. Клебанович, Г.В. Васильюк. – Минск: БГУ, 2003. – 322 с.

4. Литвинович, А.В. История известкования почв [Текст] / А.В. Литвинович // *Агрофизика*. – 2014. – № 2. – С. 45-51.
5. Моделирование гидродинамических процессов в центробежном поле гидроциклонов [Текст]: монография / А.Б. Голованчиков, А.Е. Новиков, М.И. Ламскова, М.И. Филимонов; ВолгГТУ. – Волгоград, 2017. – 200 с.
6. Надежкин, С.М. Экологические аспекты известкования почв [Текст]: монография / С.М. Надежкин, Т.Б. Лебедева, Е.В. Надежкина. – М.: Агроконсалт, 2005 – 276 с.
7. Небольсин, А.Н. Теоретические основы известкования почв [Текст] : монография: / А.Н. Небольсин, З.П. Небольсина. – СПб., 2005. – 252 с.
8. Процессы и аппараты химической промышленности [Текст]: учебник для техникумов / П.Г. Романков, М.И. Курочкина, Ю.Я. Мозжерин, Н.Н. Смирнов. – Л.: Химия, 1989. – 560 с.
9. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник [Текст] / А.С. Тимонин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2002. – Т. 2. – 511 с.
10. Чекмарев, П.А. Мониторинг плодородия пахотных почв центрально-черноземных областей России [Текст] / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин // *Агрохимия*. – 2013. – № 4. – С. 11-22.
11. Чекмарев, П.А. Воспроизводство плодородия – залог стабильного развития агропромышленного комплекса России [Текст] / П.А. Чекмарев // *Плодородие*. – 2018. – № 1. – С. 4-7.
12. Zav'yalova, N.E. The impact of mineral fertilizers and lime on the transformation of humic acids in a soddy-podzolic heavy loamy soil of the Cis-Ural region / N.E. Zav'yalova // *Eurasian Soil Science*. – 2015. – Vol. 48. – No. 6. P. 627-633.
13. Mechanisms of soil acidification reducing bacterial diversity / X. Zhang, W. Liu, G. Zhang, L. Jiang, X. Han // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2015 – Vol. 81. – P. 275-281.
14. Soil acid cations induced reduction in soil respiration under nitrogen enrichment and soil acidification / Y. Li, J. Sun, D. Tian, J. Wang, D. Ha, Y. Qu, G. Jing, S. Niu // *Science of the Total Environment*. – 2018. – Vol. 615. – P. 1535-1546.

Reference

1. Golovanchikov, A. B. Modelirovanie obratnoosmoticheskogo processa v fil'truyuschih sverhcentrifugah s uchetom prodol'noj diffuzii [Текст] / A. B. Golovanchikov, M. I. Filimonov, M. K. Doan // *}nergo- i resursosberezhenie: promyshlennost' i transport*. - 2018. - № 1(22). - P. 7-12.
2. Golovanchikov, A. B. Veroyatnost' ulavlivaniya chastic pri dvuhslojnom techenii v centri-fuge s reciklom [Текст] / A. B. Golovanchikov, M. I. Filimonov, M. I. Lamskova // *Izvestiya VolgG-TU*. - 2015. - T. 8. - № 1 (154). - P. 59-63.
3. Klebanovich, N. V. Izvestkovanie pochv Belarusi [Текст] / N. V. Klebanovich, G. V. Vasil'yuk. - Minsk: BGU, 2003. - 322 p.
4. Litvinovich, A. V. Istoriya izvestkovaniya pochv [Текст] / A. V. Litvinovich // *Agrofizika*. - 2014. - № 2. - P. 45-51.
5. Modelirovanie gidrodinamicheskikh processov v centrobezhnom pole gidrociklonov [Текст]: monografiya / A. B. Golovanchikov, A. E. Novikov, M. I. Lamskova, M. I. Filimonov; VolgGTU. - Volgograd, 2017. - 200 p.
6. Nadezhkin, S. M. Jekologicheskie aspekty izvestkovaniya pochv [Текст]: monografiya / S.M. Nadezhkin, T. B. Lebedeva, E. V. Nadezhkina. - M.: Agrokonsalt, 2005 - 276 p.
7. Nebol'sin, A. N. Teoreticheskie osnovy izvestkovaniya pochv [Текст] : monografiya / A.N. Nebol'sin, Z. P. Nebol'sina. - SPb., 2005. - 252 p.
8. Processy i apparaty himicheskoy promyshlennosti [Текст]: uchebnik dlya tehnikumov / P.G. Romankov, M. I. Kurochkina, Yu. Ya. Mozzherin, N. N. Smirnov. - L.: Himiya, 1989. - 560 p.
9. Timonin, A. S. Osnovy konstruirovaniya i rascheta himiko-tehnologicheskogo i prirodoohrannogo oborudovaniya. Spravochnik [Текст] / A. S. Timonin. - Izd. 2-e, pererab. i dop. - Kaluga: Izd. N. Bochkarevoj, 2002. - T. 2. – 511 p.
10. Chekmarev, P. A. Monitoring plodorodiya pahotnyh pochv central'no-chernozemnyh oblastej Rossii [Текст] / P. A. Chekmarev, S. V. Lukin // *Agrohimiya*. - 2013. - № 4. - P. 11-22.
11. Chekmarev, P.A. Vosproizvodstvo plodorodiya - zalog stabil'nogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Текст] / P.A. Chekmarev // *Plodorodie*. - 2018. - № 1. - P. 4-7.

12. Zav'yalova, N.E. The impact of mineral fertilizers and lime on the transformation of humic acids in a soddy-podzolic heavy loamy soil of the Cis-Ural region / N.E. Zav'yalova // Eurasian Soil Science. – 2015. – Vol. 48. – No. 6. P. 627-633.

13. Mechanisms of soil acidification reducing bacterial diversity / X. Zhang, W. Liu, G. Zhang, L. Jiang, X. Han // Soil Biology and Biochemistry. – 2015 – Vol. 81. – P. 275-281.

14. Soil acid cations induced reduction in soil respiration under nitrogen enrichment and soil acidification / Y. Li, J. Sun, D. Tian, J. Wang, D. Ha, Y. Qu, G. Jing, S. Niu // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 615. – P. 1535-1546.

E-mail: novikov-ae@mail.ru

УДК 004.82; 004.832.23

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ УРОЖАЙНОСТИ НА ОСНОВЕ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

SYSTEM ANALYSIS AND FORECASTING OF TIME SERIES OF CROP PRODUCTION BASED ON AUTOCORRELLATION FUNCTIONS AND NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES

А.Ф. Рогачев^{1,2}, доктор технических наук, профессор

A.F. Rogachev^{1,2}

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Волгоградский государственный технический университет

¹Volgograd State Agrarian University

²Volgograd State Technical University

Особенности аграрного производства требуют совершенствования методов адекватного учета их особенностей, реализация которых возможна на основе системного анализа массивов многолетних природно-климатологических статистических данных, связанных с урожайностью сельскохозяйственных культур. Рассмотрены вопросы выбора конфигураций и обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) для прогнозирования урожайности на примере зерновых культур на основе системного анализа. Проведенный с применением автокорреляционных функций и частных автокорреляционных функций (ЧАКФ) анализ позволил выявить внутренние закономерности анализируемых ВР и обосновать алгоритмы их предобработки. Проведено сравнение вариантов предварительного преобразования исходных временных рядов (ВР) урожайности, подаваемых на вход ИНС, а также обоснование их структуры с учетом количества слоев. Применение автоматизированно генерируемых совокупностей нейронных систем обеспечивает эффективное решение задачи прогнозирования урожайности зерновых культур на основе системного анализа массивов климатологических и организационно-экономических данных. На основе полученных оптимальных вариантов конфигурации нейросетей разрабатывается программный комплекс, обеспечивающий учет автокорреляционных характеристик при обучении ИНС для прогнозирования урожайности.

The peculiarities of agrarian production require the improvement of methods for adequately taking into account their specific features, the realization of which is possible on the basis of a systematic analysis of arrays of long-term natural climatological statistics related to crop yields. The problems of the choice of configurations and the training of artificial neural networks (ANN) for forecasting yields on the example of grain crops are considered. The analysis with the use of autocorrelation functions and private autocorrelation functions (PACF) made it possible to reveal the internal regularities of the BPs analyzed and to justify the algorithms for their pre-processing. Comparison of the variants of preliminary transformation of the initial time series (TS) of yields applied to the input of the INS, as well as the justification of their structure, taking into account the number of layers, are compared. The application of automatically generated sets of neural systems provides an effective solution to the problem of forecasting

the yield of grain crops, based on a systematic analysis of the arrays of climatological and organizational-economic data. On the basis of the obtained optimal variants of the configuration of the neural networks, a software package is developed to ensure that autocorrelation characteristics are taken into account when training the ANN for forecasting yields.

Ключевые слова: прогнозирование урожайности, системный анализ, математическое моделирование, автокорреляционные функции, искусственные нейронные сети (ИНС), предобработка, обучение ИНС.

Key words: yield forecasting, mathematical modeling, autocorrelation functions, artificial neural networks (ANN), preprocessing, ANN training.

Введение. Проблема математического моделирования урожайности сельскохозяйственных культур в условиях влияния различных природных, климатических, биологических, а также организационно-технологических факторов, оказывающих разнонаправленное влияние на прогнозирование, обусловлена значительной погрешностью, достигающей 17...20 % [1, 6, 10, 11].

Применение классических подходов математического моделирования, базирующихся на системах регрессионных эконометрических уравнений, адаптивных моделях экспоненциального сглаживания, а также алгоритмах нелинейного сглаживания [5, 7], также не обеспечивает требуемой надежности результатов в условиях засушливых зон Нижнего Поволжья. В связи с этими сложностями необходимы адаптация и совершенствование математических моделей на основе системного анализа и искусственных нейросетевых структур различной архитектуры, используемых в четкой либо нечеткой постановке [8].

Математическое моделирование на основе искусственных нейронных сетей (ИНС), по мнению ряда отечественных и зарубежных исследователей (А. Гагарин, И. Егорова, А. Ильченко, Ю. Качановский, Е. Коротков, О. Солдатов, П. Терелянский, Э. Тихонов, О. Черный и др.), позволяет решать такие трудно формализуемые задачи, как техническое зрение и распознавание образов, многофакторная классификация, диагностика технического состояния, прогнозирование динамики временных рядов (ВР), характерные для моделирования, в том числе урожайности сельскохозяйственных культур [1, 9, 10, 12, 15].

Материалы и методы. В качестве информационного источника для моделирования использовались многолетние данные Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области (Волгоградстат). Предварительный анализ исследуемых ВР урожайности сельскохозяйственных культур по Волгоградской области на примере зерновых (рисунок 1) выполнен в среде STATISTICA v.10 с использованием встроенных модулей, реализующих процедуры описательной статистики. Оценивались статистические характеристики ВР урожайности с использованием процедур описательной статистики.

Сложность структуры ИНС требует использования программной оболочки, в качестве которого можно применять модули математической среды MathLab, DEDUCTOR различных версий, а также специализированные ПС NeuroSolutions, NeuralWorks Professional, NeuroShell 2, ряд авторских разработок [4, 6, 10]. Для выбора ПС была разработана многофакторная электронная таблица с весами альтернативных показателей, интегрирующая экспертные оценки специалистов. По функциональным возможностям и удобству интерфейса из упомянутых ПС можно рекомендовать среду STATISTICA v.10 с модулем SNN v. 4.0.

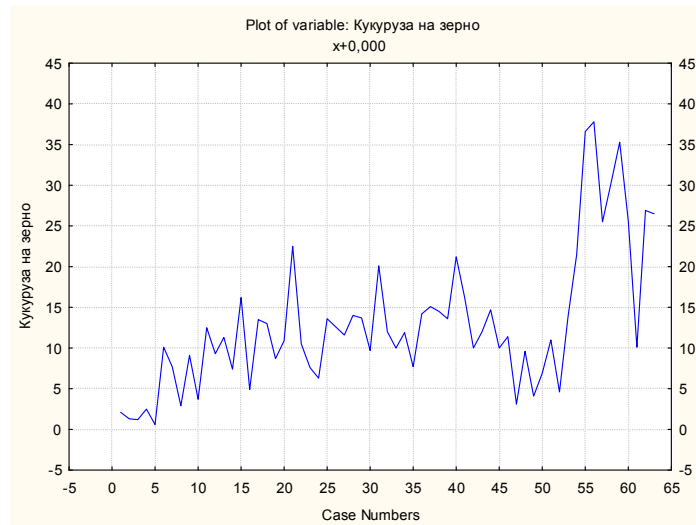


Рисунок 1 – Типичный ВР уровней урожайности «Кукуруза на зерно»

Возможность моделирования ВР с использованием искусственных нейронных сетей базируется на известной теореме Колмогорова, согласно которой определенная на n -мерном единичном кубе непрерывная функция f произвольного вида может быть представлена в виде суммы $(2n+1)$ суперпозиций отображений единичных отрезков:

$$f(x_1, \dots, x_n) = \sum_{q=1}^{2n+1} b_q \left(\sum_{p=1}^n \xi_{pq}(x_p) \right), \quad x = (x_1, \dots, x_n), 0 \leq x_i \leq 1. \quad (1)$$

Численная характеристика каждого из отображающих нейронов ИНС в каждый момент определяется зависимостью:

$$u_i = \sum_{j=1}^N w(i, j)x(j) + w(i, 0), \quad (2)$$

где $x(j)$, $j = 1, 2, \dots, N$ – входные сигналы, $w(i, j)$ – веса синоптических связей, $w(i, 0)$ – пороговые значения.

Получаемый нейроном входной сигнал преобразуется согласно передаточной функции активации в выходной

$$y_i = f(u_i). \quad (3)$$

Следовательно, любая нейросетевая модель в общем случае обеспечивает нелинейное преобразование n -мерного входного вектора $(x_1, \dots, x_n)$ в выходной сигнал y_i .

Возможность обучения нейронной сети основывается на модификации параметров передаточных функций с использованием наборов данных для требуемого отображения входного вектора. В процессе обучения нейронной сети рассчитывают величину функционала некоторого Φ , определяющего качество обучения нейросети на каждом шаге обучения [1]:

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{q=1}^Q \sum_{\beta=1}^{S^{hl}} (\Psi_{\beta}^{qopt} - \Psi_{\beta}^{qS^m})^2, \quad (4)$$

где Q – совокупная выборка; M – количество слоев ИНС; q – номер выборки; S^m – количество нейронов выходного слоя ИНС; Ψ^q – вектор входов ИНС; Ψ^{qopt} – вектор целевых значений для выборки с номером q на выходе ИНС.

Алгоритм применения семейства сгенерированных в автоматизированном режиме структур ИНС для прогнозирования ВР урожайности, различающихся по числу и виду промежуточных слоев, включает предпрогнозный анализ ВР, обоснование структуры сетей, автоматизированную генерацию ансамбля ИНС, их обучение на специальных выборках, а также оценку погрешности и качества прогноза на тестовых выборках. После этого возможно проведение непосредственно прогнозирования для различных условий и глубины временных горизонтов.

Результаты и обсуждение. Для многолетних ВР урожайности зерновых рассчитанная величина χ^2 Пирсона составила 51,6 (рисунок 3), что превышает величину 9,48, определенную на уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Для анализа использовалось уточнённое (по Лилиефорсу) значение Δ' , позволяющее элиминировать завышаемый уровень согласия по показателю Колмогорова–Смирнова, в случае выборочных дисперсии и средней

$$\Delta' = 1,16\Delta^2 + 1,36\Delta. \quad (5)$$

Выявленные в результате анализа статистические закономерности многолетних ВР урожайности (рисунок 2) характеризуются мультимодальностью и наличием «жирных» хвостов.

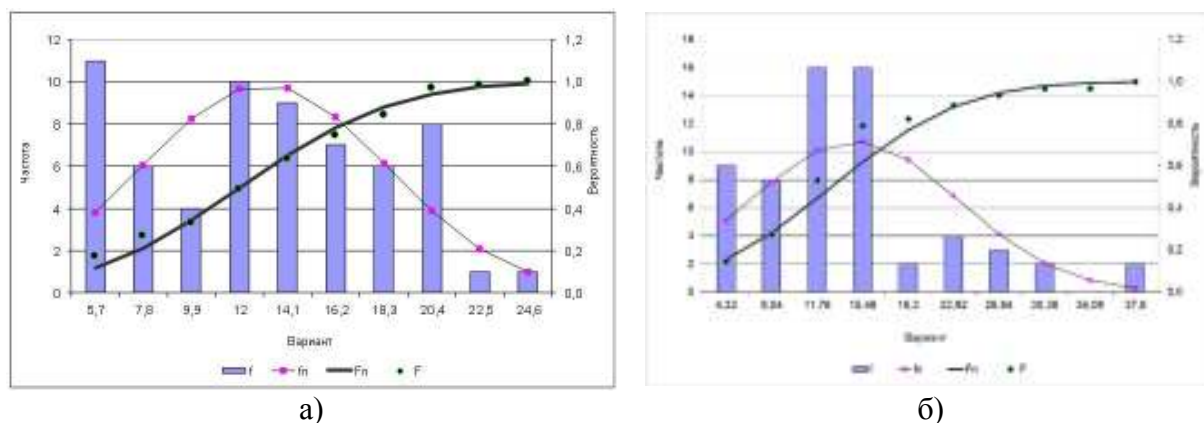


Рисунок 2 – Эмпирические распределения многолетних уровней урожайностей:
а) зерновые в целом; б) кукуруза

Накопитель	f	F	Fn	ABS(F-Fn)	fn	f'	fn'	(f-fn')^2/fn'
5,7	11	0,1746	0,116504	0,058099	3,798533			
7,8	6	0,2698	0,21247	0,057371	6,045819	17	3,798533	45,88054
9,9	4	0,3333	0,343431	0,010097	8,250541	4	6,045819	0,692276
12	10	0,4921	0,496667	0,004603	9,653881	10	17,90442	3,489634
14,1	9	0,6349	0,650403	0,015482	9,685361	9	9,685361	0,048498
16,2	7	0,7460	0,782649	0,036617	8,331517	7	8,331517	0,212799
18,3	6	0,8413	0,880189	0,03892	6,14504	6	6,14504	0,003423
20,4	8	0,9683	0,941874	0,02638	3,886097	10	6,97275	1,314294
22,5	1	0,9841	0,97532	0,008807	2,107097			
24,6	1	1,0000	0,990868	0,009132	0,979556			
сумма	63		Δ_{max}	0,058099		63	$\chi^2=$	51,64146
			$\lambda =$	0,422965			Табл. $\chi^2=$	9,48

Рисунок 3 – Статистическая оценка закономерностей распределения ВР урожайности зерновых

Следовательно, эмпирическое распределение ВР урожайности для зерновых культур в целом по статистическим критериям отличается от нормального, что обуславливает применение методов нелинейной динамики для адекватного моделирования.

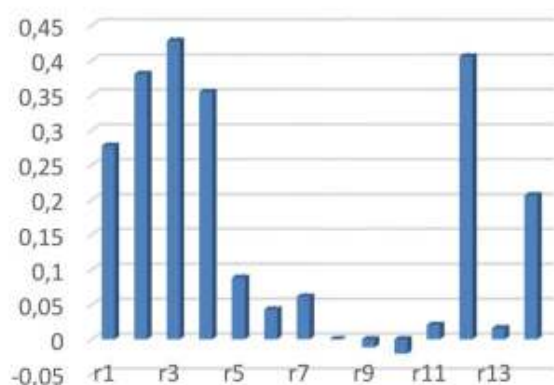
Для обоснования архитектуры построения ИНС моделирования ВР урожайности в условиях Волгоградской области с целью повышения качества прогноза был проведен автокорреляционный анализ многолетних уровней различных сельскохозяйственных культур.

Оценки коэффициентов автокорреляции ВР вычислялись по отобранным выборкам согласно зависимостям (6), (7).

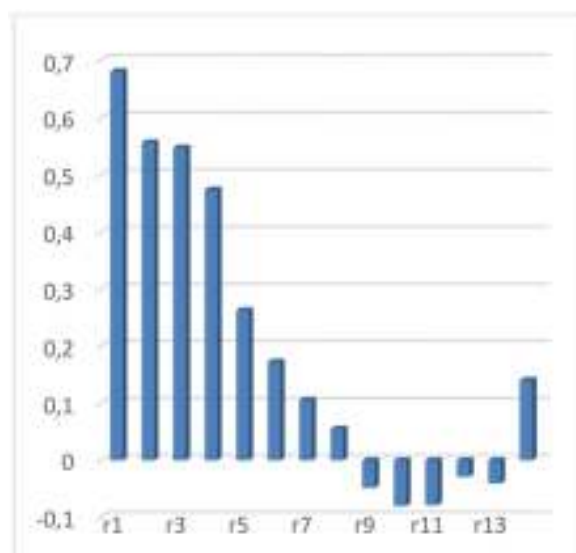
$$r_2 = \frac{\sum_{t=3}^n (y_t - \bar{y}_3) \cdot (y_{t-2} - \bar{y}_4)}{\sqrt{\sum_{t=3}^n (y_t - \bar{y}_3)^2 \cdot \sum_{t=3}^n (y_{t-2} - \bar{y}_4)^2}} \quad (6)$$

$$\bar{y}_3 = \frac{\sum_{t=3}^n y_t}{n-2}; \quad \bar{y}_4 = \frac{\sum_{t=3}^n y_{t-2}}{n-2}. \quad (7)$$

Исследование автокорреляционных функций (АКФ) урожайности «зерновые в целом» и «кукуруза на зерно» позволил выявить их выраженную цикличность. Пики на графиках АКФ наблюдаются при 2-х, 3-х, 4-х и 12-летнем значениям временных лагов (рисунки 4, 5).



а)



б)

Рисунок 4 – Корреллограммы ВР урожайности в условиях Волгоградской области:
а) зерновые в целом; б) кукуруза на зерно

Следовательно, в рамках системного подхода при нейросетевом анализе и прогнозировании необходимо учитывать циклические свойства ВР урожайности сельскохозяйственных культур.

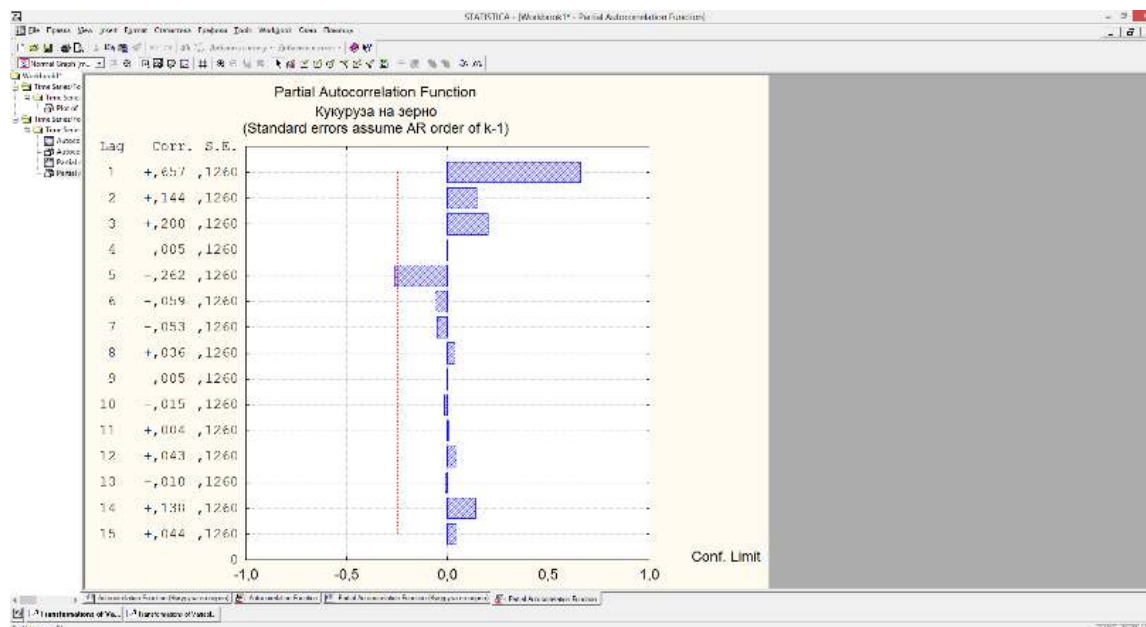


Рисунок 5 – Графическое представление ЧАКФ ВР «кукуруза на зерно»

В качестве базовой конфигурации для отладки процедуры генерации семейства альтернативных ИНС принимался персептрон трехслойной структуры [10], реализация и верификация проводились в среде SNN v4.0 (рисунок 6).

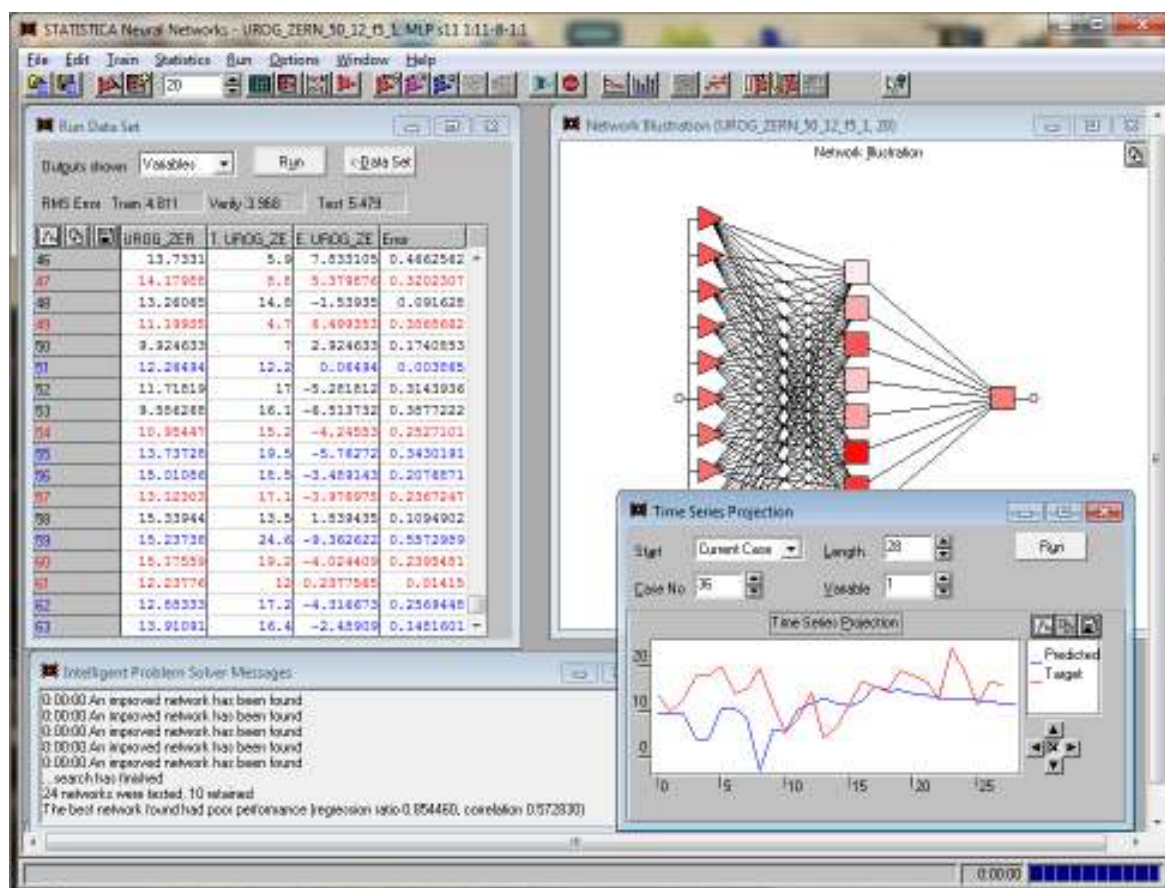


Рисунок 6 – Интерфейс ИНС для прогнозирования ВР урожайности

Анализ качества полученных нейросетевых моделей ВР урожайности зерновых по характеристикам остатков подтверждает возможность их использования, поскольку на уровне значимости $\alpha = 0,05$ они являются гомоскедастичными, некоррелированными и нормально распределенными.

Заключение. Для создания интеллектуальной информационной технологии прогнозирования урожайности на основе ИНС, генерируемых в автоматизированном режиме, необходимы предпрогнозные исследования и анализ статистических характеристик ВР исследуемых сельскохозяйственных культур для обоснования структуры генерируемых ИНС и выполнения ее «обучения» с обеспечением приемлемого уровня погрешности ниже 15 %. Разработка программного комплекса для автоматизации процедуры формирования (генерации), обучения и применения ИНС, обеспечивающих прогнозирование межгодовой изменчивости урожайности и учитывающих особенности сельскохозяйственных культур в засушливых условиях, также требуется обоснование алгоритма предобработки данных, передаваемых в ИНС.

Библиографический список

1. Гагарин, А.Г. Прогнозирование урожайности зерновых на основе нейросетевых технологий: оценка влияния некоторых способов предобработки входных данных [Текст]/ А.Г. Гагарин, И.Е. Егорова // Актуальные направления научных исследований в АПК: от теории к практике: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград, 10 ноября 2017 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – Ч. 2. – С. 162-168.
2. Гагарин А.Г. Прогнозирование урожайности на основе анализа кросс-региональных данных [Текст]/ А.Г. Гагарин, А.Ф. Рогачев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4. – С. 339-346.
3. Гузик, В.Ф. Реализация методик системного анализа при моделировании сложных объектов [Текст]/ В.Ф. Гузик, А.В. Дагаев, А.В. Тарасенко // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 4 (81). – С. 163-167.
4. Геловани, В.А. Системное моделирование сценариев динамики региональных экономических процессов на основе технологии интеллектуального анализа данных [Текст]/ В.А. Геловани, В.Б. Бритков, А.В. Булычев // Параллельные вычисления и задачи управления РАСО'2012: труды шестой Международной конференции: в 3 томах. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2012. – С. 206-215.
5. Использование системного анализа для определения свойств, связей и метода моделирования технических систем [Текст]/ В.В. Овчинников, С.П. Чумак, Е.А. Вдовиченко, А.В. Якутов // Технологии гражданской безопасности. – 2012. – Т. 9. – № 3 (33). – С. 58-65.
6. Качановский, Ю.П. Предобработка данных для обучения нейронной сети [Текст]/ Ю.П. Качановский, Е.А. Коротков // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12 -1. – С. 117-120; Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=28860> (дата обращения: 05.11.2017).
7. Мелихова, Е.В. Математическое моделирование и программная реализация уровня продуктивности сельскохозяйственных земель методом нечеткого вывода [Текст]/ Е.В. Мелихова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 2-8.
8. Рогачев, А.Ф. Оценка прогнозного уровня урожайности на основе нейросетевых моделей динамики [Текст]/ А.Ф. Рогачев, М.Г. Шубнов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4. – С. 226-231.
9. Рогачев, А.Ф. Построение нейросетевых моделей прогнозирования временных рядов урожайности на основе автокорреляционных функций [Текст]/ А.Ф. Рогачев, М.Г. Шубнов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 450-457.
10. Черный, О. Нейронные сети на Javascript [Электронный ресурс] / О. Черный. – 2016. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/304414/> (дата обращения: 25.10.2017).
11. Papa Parse - Powerful CSV Parser for JavaScript [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://papaparse.com> (дата обращения: 25.10.2017).
12. Rogachev, A.F. Economic and Mathematical Modeling of Food Security Level in View of Import Substitution // Asian Social Science – 2015. – Vol. 11, No. 20/ – P. 178-185.

13. Rogachev, A.F. Manufacturing and Consumption of Agricultural Products as a Tool of Food Security Management in Russia / Rogachev, A.F., Shokhnekh, A.V., Mazaeva, T.I. // REVISTA GALEGA DE ECONOMÍA (RGE) – Vol. 25-2. July-December 2016.

14. Simple feed-forward neural network in JavaScript [Электронный ресурс]. 2014. Дата обновления: 20.10.2017. – Режим доступа: <https://github.com/BrainJS/brain.js> (дата обращения: 25.10.2017).

Reference

1. Gagarin, A. G. Prognozirovanie urozhajnosti zernovyh na osnove nejrosetevykh tehnologij: oценка vliyaniya nekotorykh sposobov predobrabotki vhodnykh dannyh [Tekst]/ A. G. Gagarin, I. E. Egorova // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy v APK: ot teorii k praktike: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, Volgograd, 10 noyabrya 2017 g. - Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2017. - Ch. 2. - P. 162-168.

2. Gagarin A. G. Prognozirovanie urozhajnosti na osnove analiza kross-regional'nyh dannyh [Tekst]/ A. G. Gagarin, A. F. Rogachev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 4. - P. 339-346.

3. Guzik, V. F. Realizaciya metodik sistemnogo analiza pri modelirovanii slozhnyh ob'ektov [Tekst]/ V. F. Guzik, A. V. Dagaev, A. V. Tarasenko // Izvestiya YuFU. Tehnicheskie nauki. - 2008. - № 4 (81). - P. 163-167.

4. Gelovani, V. A. Sistemnoe modelirovanie scenariyev dinamiki regional'nyh]konomi-cheskih processov na osnove tehnologii intellektual'nogo analiza dannyh [Tekst]/ V. A. Gelovani, V. B. Britkov, A. V. Bulychyev // Parallel'nye vychisleniya i zadachi upravleniya PACO'2012: trudy shestoj Mezhdunarodnoj koferencii: v 3 tomah. - M.: Institut problem upravleniya im. V. A. Trapeznikova RAN, 2012. - P. 206-215.

5. Ispol'zovanie sistemnogo analiza dlya opredeleniya svojstv, svyazej i metoda modelirovaniya tehniceskikh sistem [Tekst]/ V. V. Ovchinnikov, S. P. Chumak, E. A. Vdovichenko, A. V. Yakutov // Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti. - 2012. - T. 9. - № 3 (33). - P. 58-65.

6. Kachanovskij, Yu.P. Predobrabotka dannyh dlya obucheniya nejronnoj seti [Tekst]/ Yu.P. Kachanovskij, E.A. Korotkov // Fundamental'nye issledovaniya. - 2011. - № 12 -1. - P. 117-120; Rezhim dostupa: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=28860> (data obrascheniya: 05.11.2017).

7. Melihova, E.V. Matematicheskoe modelirovanie i programmaya realizaciya urovnya produktivnosti sel'skohozyajstvennyh zemel' metodom nechetkogo vyvoda [Tekst]/ E.V. Melihova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. - 2015. - № 2-2. - P. 2-8.

8. Rogachev, A. F. Ocenka prognoznogo urovnya urozhajnosti na osnove nejrosetevykh modelej dinamiki [Tekst]/ A. F. Rogachev, M. G. Shubnov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 4. - P. 226-231.

9. Rogachev, A. F. Postroenie nejrosetevykh modelej prognozirovaniya vremennyh ryadov urozhajnosti na osnove avtokorrelyacionnyh funkcij [Tekst]/ A. F. Rogachev, M. G. Shubnov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. - 2013. - № 5. - P. 450-457.

10. Chernij O. Nejronnye seti na Javascript [Jelektronnyj resurs] / O. Chernij. - 2016. - Rezhim dostupa: <https://habrahabr.ru/post/304414/> (data obrascheniya: 25.10.2017).

11. Papa Parse - Powerful CSV Parser for JavaScript [Jelektronnyj resurs]. Режим доступа: <http://papaparse.com> (дата обращения: 25.10.2017).

12. Rogachev, A.F. Economic and Mathematical Modeling of Food Security Level in View of Import Substitution // Asian Social Science – 2015. – Vol. 11, No. 20/ – P. 178-185.

13. Rogachev, A.F. Manufacturing and Consumption of Agricultural Products as a Tool of Food Security Management in Russia / Rogachev, A.F., Shokhnekh, A.V., Mazaeva, T.I. // REVISTA GALEGA DE ECONOMÍA (RGE) – Vol. 25-2. July-December 2016.

14. Simple feed-forward neural network in JavaScript [Электронный ресурс]. 2014. Дата обновления: 20.10.2017. – Режим доступа: <https://github.com/BrainJS/brain.js> (дата обращения: 25.10.2017).

E-mail: rafr@mail.ru

УДК 626.8:631.67

**ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ С МОДУЛЕМ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ****CONSTRUCTION SPECIFIC FEATURES OF THE TRICKLE IRRIGATION
SYSTEM HYDRAULIC MODEL WITH A MODULE
OF ELECTROCHEMICAL WATER TREATMENT****С.Я. Семененко**, доктор сельскохозяйственных наук**А.Н. Чушкин**, кандидат технических наук**М.Н. Лытов**, кандидат сельскохозяйственных наук**Е.И. Чушкина**, кандидат сельскохозяйственных наук**S.Y. Semenenko, A.N. Chushkin, M.N. Lytov, E.I. Chushkina***ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград**Federal scientific center for Agroecology, land reclamation and protective afforestation
RAS (PNIIMT - FRPC branch of Agroecology Russian Academy of Sciences), Volgograd*

Материалы статьи посвящены результатам исследований, проводимых в развитие теории и методов проектирования систем капельного орошения с расширенным функционалом полива электрохимически обработанной природной водой и приготовленными на ее основе растворами. Настоящий этап исследований посвящен разработке гидравлической модели системы капельного орошения, реализованной на основе использования таких же общих принципов и подходов, как и при построении прогнозной модели параметров состояния электрохимически обработанной воды в системе напорных водоводов капельного орошения. Особенностью построения указанной гидравлической модели является общая направленность на решение задачи синхронизации компьютерных расчетов в рамках предложенного ранее алгоритма за счет использования единых координат расчетной схемы. Расчетная схема пошагового определения гидравлических потерь напора базируется на использовании линейной системы параметризованных координат. При определении потерь напора в системах капельного орошения учитывается, что потери напора по длине прямо пропорциональны скорости движения воды, а следовательно, расходу воды по сечению, а также что расход воды в системе капельного орошения изменяется по длине трубопровода из-за дифференцированного отбора воды капельными водовыпусками, ответвлениями поливных, участковых, распределительных водоводов. Использование предложенной расчетной схемы позволяет выделить участки с одинаковыми массово-расходными характеристиками, для которых и проводится классический расчет гидравлических потерь напора. Показано, что использование классических законов гидравлики в применении к расчету напорных трубопроводов и оригинального компьютерного алгоритма пошагового определения гидравлических потерь напора позволяет синхронизировать процедуру определения компромиссных конструктивных параметров системы капельного орошения с модулем электрохимической обработки воды.

Materials of the article are devoted to the results of research carried out in the development of the theory and methods of designing systems of drip irrigation with advanced irrigation functionality of electrochemically treated natural water and solutions prepared on its basis. The present stage of research is devoted to the development of a hydraulic model of drip irrigation system, implemented using the same General principles and approaches as in the construction of a predictive model of parameters of electrochemically treated water in the system of pressure water lines of drip irrigation. A feature of the construction of this hydraulic model is the General focus on solving the problem of synchronization of computer calculations within the previously proposed algorithm through the use of single coordinates of the design scheme. The design scheme of step-by-step determination of hydrau-

lic pressure losses is based on the use of a linear system of parametrized coordinates. In determining the head losses along the length of the tubing in drip irrigation systems is taken into account that the pressure loss along the length is directly proportional to the rate of water movement and thus water flow over the cross section and the water discharge in the drip irrigation system varies according to the length of a pipeline due to differential selection of water drip outlets, branches irrigation, district, distribution of water pipelines. The use of the proposed calculation scheme allows to identify areas with the same mass-flow characteristics, for which the classical calculation of hydraulic head losses is carried out. It is shown that the use of classical laws of hydraulics in application to the calculation of pressure pipelines and the original computer algorithm for step-by-step determination of hydraulic pressure losses allows to synchronize the procedure for determining the compromise design parameters of the drip irrigation system with the module of electrochemical water treatment.

Ключевые слова: модель, капельное орошение, система, гидравлические потери, модуль электрохимической обработки.

Keywords: model, drip irrigation, system, hydraulic losses, electrochemical processing module.

Введение. Применение современных технологий орошения, реализующих стратегию комплексного регулирования факторов жизни растений и развития агроценоза, включая использование новых биофизических эффектов для активизации ростовых процессов и снижения агроэкологической нагрузки на мелиорированные агроландшафты, является объективно обусловленным трендом развития высокопроизводительных сельскохозяйственных систем. Капельное орошение с модулем электрохимической обработки воды позволяет использовать биофизические эффекты применения растворов с электрохимически инициированными редокс-процессами для комплексного фитооздоровления посевов, стимуляции роста и продукционного процесса [5, 6, 12, 9]. Проектирование таких систем сопряжено с объективными трудностями, связанными с необходимостью учета динамики редокс-процессов наряду с классическими критериями расчета, такими как совокупные потери напора в системе [1]. Ранее нами были предложены модели для учета компенсации редокс-потенциала растворов в системе капельного орошения и алгоритм расчета конструктивных параметров, основанный на применении этих моделей. Важным условием эффективного применения предложенного алгоритма является синхронизация модели, используемой для прогнозирования состояния параметров электрохимически обработанной вод, и гидравлической модели оросительной сети. С этой целью гидравлическую модель сети трубопроводов системы капельного орошения целесообразно представить в тех же координатах, в которых представлена модель состояния параметров электрохимически обработанной воды.

Материалы и методы. Цель исследований заключается в разработке гидравлической модели системы капельного орошения на основе использования таких же общих принципов и подходов, как и при построении прогнозной модели параметров состояния электрохимически обработанной воды в системе напорных водоводов капельного орошения. Для синхронизации компьютерных расчетов в рамках предложенного ранее алгоритма в первую очередь предполагается использование единых координат расчетной схемы.

Любая произвольная система напорных водоводов представляет собой протяженный линейный объект с установленными правилами ветвления. Для описания линейных объектов целесообразно использовать систему линейных координат как эффективный способ организации географически определенных данных на основе относительного позиционирования вдоль линейного объекта. С другой стороны, важно учи-

тивать пространственное ветвление напорных водоводов в системе капельного орошения. Учитывая вышесказанное, в качестве геопозиционной основы для разрабатываемой модели будет целесообразно использовать систему линейных координат с параметрами, определяемыми уровнем напорных водоводов системы капельного орошения. Тогда любую линейную координату X можно будет определить параметрами i, j, n , - (X_{ijn}), где:

- параметр i определяет местоположение координаты на участковом трубопроводе (распределительном трубопроводе 1 порядка);
- параметр j определяет местоположение координаты на распределительном трубопроводе (распределительном трубопроводе 2 порядка);
- параметр n определяет положение координаты на поливном трубопроводе.

В общем случае оросительная система может иметь любое определенное число распределительных трубопроводов, которое и будет определять степень параметризации линейных координат.

За начало системы линейных координат целесообразно принять точку подключения установки для электрохимической обработки оросительной воды к системе капельного орошения. Тогда $i=0$ определится как точка подключения установки для электрохимической обработки оросительной воды, $i=1, i=2$ и т.д. – точки подключения распределительных трубопроводов к участковому, соответственно – первого, второго и т.д.; $j=0$ – определится как точка подключения распределительного трубопровода к участковому, $j=1, j=2$ и т.д. – точки подключения поливных трубопроводов к распределительному, соответственно – первого, второго и т.д.; $n=0$ – определится как точка подключения поливного трубопровода к распределительному, $n=1, n=2$ и т.д. – капельные водовыпуски – первый, второй и т.д. Пределы изменения параметра i – определяются диапазоном от 0 до I с шагом в 1, j – диапазоном от 0 до J с шагом в 1, а n – диапазоном от 0 до N с шагом в 1. Параметры I, J и N – определяются компоновкой, техническими характеристиками и общими геометрическими размерами системы капельного орошения.

Материалами исследований является опубликованная техническая информация по проблеме исследований, анализ агротехнологических требований применения электрохимически обработанной воды в сельском хозяйстве, классические законы гидравлики в применении к расчету напорных трубопроводов [10, 3]. Методология исследований базируется на основе известных методов гидравлического расчета систем капельного орошения [2, 8].

Результаты и обсуждение. При определении потерь напора по длине трубопровода в системах, предназначенных для реализации функции капельного полива необходимо учитывать:

- что потери напора по длине прямо пропорциональны скорости движения воды, а следовательно, расходу воды по сечению;
- что расход воды в системе капельного орошения изменяется по длине трубопровода из-за дифференцированного отбора воды капельными водовыпусками, ответвлениями поливных, участковых, распределительных водоводов.

Поскольку параметры координаты X (i, j и n) соответствуют узлам отбора воды и, следовательно, на каждом из этих узлов изменяется расход воды по сечению, то расчет будет целесообразно проводить дифференцированно, для участков трубопровода с соседними параметрами координаты.

Обозначим падение напора на одном из указанных выше участков трубопровода с координатой конечной точки X_{ijn} как ΔH_r и примем, что H_{ijn} – это напор воды в точке с координатой X_{ijn} .

Тогда:

- если $n > 0$, то $H_{ijn} = H_{ij(n-1)} - \Delta H_r$;
- если $n = 0$, а $j > 0$, то $H_{ij0} = H_{i(j-1)0} - \Delta H_r$;
- если $n = 0$, $j = 0$, а $i > 0$ то $H_{i00} = H_{(i-1)00} - \Delta H_r$
- если $n = 0$, $j = 0$, а $i = 1$ то $H_{100} = H_{000} - \Delta H_r$,

где H_{000} – давление воды на выходе установки для электрохимической активации оросительной воды.

Реализация подобного алгоритма на ЭВМ не вызывает затруднений, а производительность современных вычислительных машин позволяет выполнить расчет для сколь угодно сложной системы капельного орошения в считанные секунды. Результатом расчета являются значения напоров H_{ijn} для всей сетки координат, определяющей параметры системы капельного орошения.

Ядром модели является известная расчетная формула для расчета потерь напора по длине трубопровода:

$$\Delta H = \lambda \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}, \quad (1)$$

где ΔH – потери напора по длине трубопровода, м, λ – безразмерный коэффициент гидравлического трения, L – длина трубопровода, м, D – диаметр потока жидкости (внутренний диаметр трубы), м, V – скорость потока жидкости, м/с, g – ускорение свободного падения, м/с² (9,81).

Применительно к расчетному участку трубопровода системы капельного орошения в соответствии с предложенным алгоритмом формула запишется следующим образом:

$$\Delta H_r = \lambda \cdot \frac{l_r \cdot V_r^2}{d_r \cdot 2g}.$$

Расчетная скорость потока в системе определяется исходя из общего расхода воды для данного расчетного сечения:

$$V_r = \frac{4Q_{ijn}}{\pi d_r^2}. \quad (2)$$

Алгоритмы определения l_r , d_r и Q_{ijn} для каждого расчетного участка подробно рассмотрены в ранее опубликованных работах и синхронизированы с алгоритмом определения этих же показателей в модели состояния электрохимически обработанной воды и водных растворов минеральных удобрений в системе капельного орошения.

Неизвестной в рассматриваемом выражении остается величина коэффициента гидравлического трения λ . Значение коэффициента гидравлического трения зависит от режима течения жидкости и определяется с учетом известного числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{V d_r}{\nu}, \quad (3)$$

где Re – число Рейнольдса, ν – кинематическая вязкость жидкости, м²/с.

Кинематическая вязкость воды зависит от температуры: снижается с ее увеличением. Выбор расчетной температуры воды напрямую связан с водисточником и должен осуществляться с учетом его физических параметров. Например, темпера-

тура воды из открытого водоисточника имеет выраженную годовую амплитуду изменения, подземные воды имеют более стабильную температуру, которая, впрочем, может изменяться при длительной транспортировке. Свой вклад, хотя и сравнительно небольшой, в изменение температуры оросительной воды вносит и процесс электрохимической обработки.

Определив значение числа Рейнольдса, можно судить о режиме течения воды в трубопроводах, что, в свою очередь, позволяет выбрать расчетную зависимость для определения коэффициента гидравлического трения. Если $Re < 2320$, то режим течения оросительной воды – ламинарный, для которого коэффициент трения определяется по уравнению Пуазейля:

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (4)$$

При больших значениях числа Рейнольдса:

$$4000 < Re < 10 \cdot \frac{d_r}{k_3},$$

где k_3 – гидравлический эквивалент шероховатости труб, м, адекватную оценку коэффициента гидравлического трения дает формула Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}. \quad (5)$$

Следует признать, что шероховатость стенки трубы влияет на гидравлическое сопротивление только при турбулентном потоке, но и в этом случае, из-за наличия ламинарного пограничного слоя, существенно сказывается только при числах Рейнольдса, превышающих некоторое значение, зависящее от относительной шероховатости $\frac{k_3}{d_r}$. Если

$$10 \cdot \frac{d_r}{k_3} < Re < 560 \cdot \frac{d_r}{k_3},$$

то при расчете коэффициента гидравлического трения лишь частично учитывается влияние гидравлического эквивалента шероховатости труб:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_3}{d_r} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}. \quad (6)$$

Если же и это условие не выполняется, то есть :

$$Re > 560 \cdot \frac{d_r}{k_3},$$

то коэффициент гидравлического трения определяется уже, преимущественно, шероховатостью труб. При этом значения коэффициента гидравлического трения можно считать величиной, зависящей только от относительной шероховатости труб:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_3}{d_r} \right)^{0,25} \quad (7)$$

Определив значение коэффициента гидравлического трения, мы имеем все данные для определения потери напора воды по длине трубопровода на расчетном участке.

Методика учета местных сопротивлений в общей модели определения потерь напора сегодня имеет мощное теоретическое и экспериментальное обоснование [4]. В то же время указывается на необходимость учета индивидуальных особенностей конструкций при количественной оценке величины потерь напора на местные сопротивле-

ния. В литературе [7, 11] на основании обобщения различных типов местных сопротивлений в системе капельного орошения предлагается для учета потерь напора на местных сопротивлениях использовать экспериментально определенные коэффициенты:

$$\sum \Delta H_r = k_{\text{м.с.}} \cdot \Delta H_{r,l}, \quad (8)$$

где $\sum \Delta H_r$ – суммарные потери напора по длине трубопровода и на местные сопротивления для расчетного участка, м, $\Delta H_{r,l}$ – потери напора по длине трубопровода для расчетного участка, м, $k_{\text{м.с.}}$ – эмпирический коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления, равный для магистральных и распределительных трубопроводов значительной протяженности подводящего пути 1,1, для участковых трубопроводов 1,2, для поливных трубопроводов с капельницами 1,3.

Вычисленные значения суммарных потерь напора для расчетных участков напорных трубопроводов, входящих в состав системы капельного орошения, можно использовать для определения фактических напоров воды для всех значений координаты X с параметрами i, j и n. Использование единых координат обеспечивает естественную синхронизацию гидравлической модели системы капельного орошения и модели параметров состояния электрохимически обработанной воды в системе капельного орошения.

Заключение. Использование классических законов гидравлики в применении к расчету напорных трубопроводов и оригинального компьютерного алгоритма пошагового определения гидравлических потерь напора позволяет синхронизировать процедуру определения компромиссных конструктивных параметров системы капельного орошения с модулем электрохимической обработки воды. Расчетная схема пошагового определения гидравлических потерь напора базируется на использовании линейной системы параметризованных координат. Параметры координаты позволяют описать любую, сколь угодно сложную, систему ветвления напорных водоводов капельного орошения. При этом собственно, координатами являются узловые точки системы, расположенные в местах ветвления потока, отвода в распределительный трубопровод высшего порядка, в поливной трубопровод или в капельный водовыпуск. Использование такой расчетной схемы позволяет выделить участки с одинаковыми массово-расходными характеристиками. Результатом расчета является сумма шаговых значений гидравлических потерь напора в векторе потока с учетом выбранной траектории ветвления.

Библиографический список

1. Алгоритм расчета систем капельного орошения с модулем электрохимической активации оросительной воды [Текст] / С.Я. Семененко, М.Н. Лытов, А.Н. Чушкин, Е.И. Чушкина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2017. – № 4 (28). – С. 20-36.
2. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур [Текст]: научное издание / В.В. Бородычев – Волгоград: Радуга, 2010. – 241 с.
3. Голованов, А.И. Основы капельного орошения (теория и примеры расчётов) [Текст] / А.И. Голованов, Е.В. Кузнецов. – Краснодар, 1996. – 96 с.
4. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст] / И.Е. Идельчик. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
5. Пасько, О.А. Рост и развитие растений, стимулированных электрохимически активированной водой [Текст] / О.А. Пасько // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2010. – № 3. – С. 54-59
6. Продуктивность томатов при капельном орошении с использованием электрохимически активированной воды [Текст] / С.Я. Семененко, М.Н. Лытов, Е.И. Чушкина, А.Н. Чушкин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 2 (14). – С. 1-14.
7. Режим капельного орошения плодового сада на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья [Текст] / А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.В. Сергиенко // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2011. – № 1 (73). – С. 75-78.

8. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения и фертигации [Текст]/ Л.С. Гиль, В.И. Дьяченко, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима. – Ж.: ЧП «Рута», 2007. – 390 с.

9. Харченко, О.В. Применение электрохимически активированных водных растворов в качестве стимуляторов роста семян для ярового ячменя [Текст]/ О.В. Харченко, А.В. Куприянов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 3. – С. 40-43.

10. Швабауэр, В.В. Расчет гидравлических потерь давления в трубопроводе из пластмасс [Текст]/ В.В. Швабауэр, И.В. Гвоздев, М.И. Горюловский // Полимерные трубы. – 2005. – №1 (6) – С. 36-40.

11. Шурыгин, В. Обоснование научного подхода к расчету параметров гидротранспорта в пластмассовых трубопроводах [Текст]/ В. Шурыгин, Е. Семененко // Полимерные трубы. – 2007 – №1. – С. 50-56.

12. Semenenko S., Lytov M., Borodychev V., Ivantsova E. Yielding capacity and quality of tomato fruits at drip irrigation with water with modified oxidation-reduction potential / S. Semenenko, M. Lytov, V. Borodychev, E. Ivantsova // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. – 2015. – С. 1055-1062.

Reference

1. Algoritm rascheta sistem kapel'nogo orosheniya s modulem jelektrohimicheskoy aktivacii orositel'noj vody [Tekst]/ S. Ya. Semenenko, M. N. Lytov, A. N. Chushkin, E. I. Chushkina // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. - 2017. - № 4 (28). - P. 20-36.

2. Borodychev, V. V. Sovremennye tehnologii kapel'nogo orosheniya ovoschnyh kul'tur [Tekst]: nauchnoe izdanie / V. V. Borodychev - Volgograd: Raduga, 2010. - 241 p.

3. Golovanov, A. I. Osnovy kapel'nogo orosheniya (teoriya i primery raschjotov) [Tekst]/ A. I. Golovanov, E. V. Kuznecov. - Krasnodar, 1996. - 96 p.

4. Idel'chik, I. E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam [Tekst]/ I. E. Idel'chik. - M.: Mashinostroenie, 1992. - 672 p.

5. Pas'ko, O. A. Rost i razvitie rastenij, stimulirovannyh jelektrohimicheskimi aktivirovannymi vodami [Tekst]/ O. A. Pas'ko // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova. - 2010. - № 3. - P. 54-59.

6. Produktivnost' tomatov pri kapel'nom oroshenii s ispol'zovaniem jelektrohimicheskimi aktivirovannymi vodami [Tekst] / S. Ya. Semenenko, M. N. Lytov, E. I. Chushkina, A. N. Chushkin // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. - 2014. - № 2 (14). - P. 1-14.

7. Rezhim kapel'nogo orosheniya plodovogo sada na svetlo-kashtanovyh pochvah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]/ A. V. Shuravilin, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, A. V. Sergienko // Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'. - 2011. - № 1 (73). - P. 75-78.

8. Sovremennoe promyshlennoe proizvodstvo ovoschej i kartofelya s ispol'zovaniem sistem kapel'nogo orosheniya i fertigacii [Tekst]/ L. S. Gil', V. I. D'yachenko, A. I. Pashkovskij, L. T. Sulima. - Zh.: ChP "Ruta", 2007. - 390 p.

9. Harchenko, O.V. Primenenie jelektrohimicheskimi aktivirovannyh vodnyh rastvorov v kachestve stimulyatorov rosta semyan dlya yarovogo yachmenya [Tekst]/ O.V. Harchenko, A.V. Kupriyanov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2009. - № 3. - P. 40-43.

10. Shvabaujr, V. V. Raschet gidravlicheskih poter' davleniya v truboprovode iz plastmass [Tekst]/ V. V. Shvabaujer, I. V. Gvozdev, M. I. Gorilovskij // Polimernye truby. - 2005. - №1 (6) - P. 36-40.

11. Shurygin, V. Obosnovanie nauchnogo podhoda k raschetu parametrov gidrotransporta v plastmassovyh truboprovodah [Tekst]/ V. Shurygin, E. Semenenko // Polimernye truby. - 2007 - №1. - P. 50-56.

12. Semenenko S., Lytov M., Borodychev V., Ivantsova E. Yielding capacity and quality of tomato fruits at drip irrigation with water with modified oxidation-reduction potential / S. Semenenko, M. Lytov, V. Borodychev, E. Ivantsova // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. - 2015. - S. 1055-1062.

E-mail: pniiemt@yandex.ru

УДК 631.363

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РОТАЦИОННОГО
НАСОСА-ДОЗАТОРА ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ****OPTIMIZATION OF APPLICATION ROTARY DOSING PUMP
PERISTALTIC ACTION PERFORMANCE****И.В. Юдаев, доктор технических наук, профессор****А.Н. Глобин, кандидат технических наук, доцент****Н.В. Плотнокова, магистрант****I.V. Yudaev, A.N. Globin, N.W. Plotnikova***Азово-Черноморский инженерный институт –
филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград**Azov-Black Sea Engineering Institute –
branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University», Zernograd*

В статье рассмотрен ротационный насос-дозатор в составе линии приготовления кормовых смесей, имеющий взаимосвязанные узлы, агрегаты и детали. Оптимизация подобных систем является технико-экономической задачей. Это обусловлено тем, что при эксплуатации оборудования между параметрами системы существуют не только физико-технические, но и экономические связи. Поэтому предлагается использовать метод обобщенных переменных. Этот метод позволяет объединить в некоторое число безразмерных комплексов исходные экономические и технические данные. При постоянной заданной подаче насоса-дозатора его размеры и мощность электродвигателя зависят от частоты вращения ротора, поэтому за свободный параметр системы принята частота вращения ротора насоса-дозатора. Затраты на насос-дозатор представляют собой сумму затрат на амортизацию и ремонт его, а также технологические затраты, связанные с затратами на износ. При форсировании насоса-дозатора эти затраты зависят от частоты вращения ротора насоса и их можно представить в виде эмпирической зависимости и целевой функции. Для её решения использован графоаналитический метод. Построив график изменения функции и определив направление, получим точка минимума кривой. По этим данным, оптимальной частотой вращения ротора насоса-дозатора является $n_{\text{опт}} = 470 \text{ мин}^{-1}$. Эксперименты по определению эффективности работы такого дозатора подтвердили полученные данные по оптимизации частоты вращения ротора насоса-дозатора жидких материалов.

The article describes the rotary metering pump as part of the feed mixture preparation line, which has a number of interconnected units and units. The optimization of such systems is caused by the fact that they belong to the technical and economic problems, as in the process of their implementation and use act as physical and technical links between the system parameters, and economic, accounting of which complicates their solution. For this purpose, the method of generalized variables is used, combining the initial economic and technical data in a small number of dimensionless complexes. With a constant supply of the metering pump, its dimensions and the mass of the electric motor depend on the rotor speed. Therefore, as the source of the free parameter of the object is adopted, the frequency of rotation of the rotor of the dosing pump. The cost of the metering pump is the amount of depreciation and repair costs, as well as part of the process costs, which are classified as wear costs. The costs associated with the wear of the metering pump during its forcing depend on the rotor speed and can be presented in the form of empirical dependence and objective function. To solve the objective function, a graph-analytical method is used. By plotting the change of function and determining the direction, the minimum point of the curve is obtained. According to this optimum rotation frequency of the rotor of the dosing pump is $n_{\text{opt}} = 470 \text{ min}^{-1}$. Experiments to determine the efficiency of such a dispenser confirmed the obtained data on the optimization of the rotor speed of the liquid materials dosing pump.

Ключевые слова: насос-дозатор, оптимизация, эффективность, функция, график изменения функции, частота вращения, затраты.

Keywords: dosing pump, optimization, efficiency; function, graph the function changes, frequency of rotation, costs.

Введение. Ротационный насос-дозатор в составе линии приготовления кормовых смесей имеет взаимосвязанные узлы, агрегаты и детали. Оптимизация подобных систем является технико-экономической задачей. Это обусловлено тем, что при эксплуатации оборудования между параметрами системы существуют не только физико-технические, но и экономические связи.

Цель исследования – рассмотрение вопроса о возможности оптимизации работы дозирующих систем при работе в линиях приготовления кормов на основе анализа технических и экономических показателей на примере ротационного насоса-дозатора перистальтического действия, используемого для дозирования и перекачки жидкостей при производстве кормовых смесей.

Материалы и методы. Для проведения исследования может быть использован метод обобщенных переменных. Этот метод позволяет объединить физические, технические и экономические данные в небольшое число безразмерных комплексов [1]. Для дозирования жидких компонентов кормовых смесей применяемые дозирующие устройства с одним и тем же целевым назначением при неизменной подаче, могут быть исполнены в различных вариантах за счёт изменения свободных параметров в процессе проектирования. Конечный выбор вариантов проектируемого объекта принимается на основе расчетов по оптимизации. Эти расчёты сводятся к определению минимума удельных затрат [2].

Схема насоса-дозатора перистальтического действия представлена на рисунке 1. Этот насос-дозатор работает следующим образом. На роторе насоса-дозатора закреплены две группы роликов или по одному с каждой стороны. Ролики закреплены симметрично относительно оси статора и контактируют с параллельно-уложенными резиновыми оболочками внутри статора насоса-дозатора. При вращении ротора насоса ролики, передавливая оболочку и перекачиваясь по ней, выдавливают дозируемый материал и создают разрежение на всасывающих концах оболочки, обеспечивая поступление дозируемого материала в насос-дозатор. На концах оболочек закреплены штуцеры крепления к технологическим трубопроводам. Для обеспечения устойчивой работы насоса-дозатора ролики подпружинены.

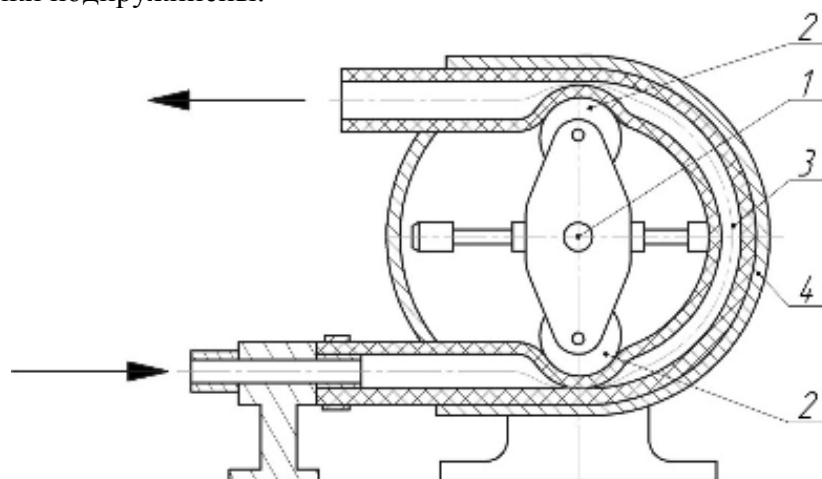


Рисунок 1 – Схема ротационного насоса-дозатора перистальтического действия:
1 – ротор; 2 – ролики; 3 – шланг; 4 – статор

Ротационные шланговые насосы-дозаторы могут работать без смазки основных рабочих органов, у них опосредованная зависимость производительности от износа комплектующих деталей и отсутствуют перетечки материала в полости шланга, они

имеют хорошие сравнительные шумовые характеристики. Применение перистальтических насосов-дозаторов в линиях производства кормовых смесей позволяет обеспечить не только точное и эффективное дозирование жидких компонентов смеси, но и их перекачку в пределах кормоприготовительных цехов [3, 6, 8].

При постоянной производительности насоса-дозатора его габаритные размеры, как и типоразмер электрического двигателя находятся в зависимости от частоты вращения ротора, и, в связи с тем что границы её варьирования всё ещё широки [2], исходным свободным параметром системы может быть частота вращения ротора насоса-дозатора. При этом практически одинаковыми остаются затраты на приборы контроля, смазочные материалы, арматуру и эксплуатационные затраты в оптимизируемом и базовом вариантах насоса-дозатора. Приведенные затраты на дозирующее устройство определяются выражением [4]:

$$Z_{\Pi} = Z_{\Pi} + Z_{\text{дв}} + Z_{\text{см}} + Z_{\text{кип}} + Z_{\text{арм}} + Z_{\text{экс}}, \quad (1)$$

где Z_{Π} – затраты на насос-дозатор; $Z_{\text{дв}}$ – затраты на двигатель; $Z_{\text{см}}$ – затраты на смазочные материалы; $Z_{\text{кип}}$ – затраты на приборы контроля и средства автоматизации дозирующего устройства; $Z_{\text{арм}}$ – затраты на арматуру и электрическую сеть; $Z_{\text{экс}}$ – эксплуатационные затраты.

Затраты на насос-дозатор представляют собой сумму затрат на амортизацию и ремонт его, а также технологические затраты, связанные с затратами на износ:

$$Z_{\Pi} = (Z_a + Z_p)_{\Pi} + Z_{\text{изн}}, \quad (2)$$

где $(Z_a + Z_p)_{\Pi}$ – затраты на амортизацию и ремонт насоса-дозатора; $Z_{\text{изн}}$ – стоимость дополнительного износа деталей насоса-дозатора.

Затраты на амортизацию и ремонт насоса-дозатора:

$$(Z_a + Z_p)_{\Pi} = (a + r)(1 + a_m)K_{\Pi}, \quad (3)$$

где a , r – коэффициенты амортизационных и ремонтных отчислений; a_m – коэффициент отчислений на монтаж насоса-дозатора; K_{Π} – капитальные вложения на насос-дозатор.

Проведённый анализ прейскурантных цен на насосы-дозаторы показывает, что капитальные вложения на него могут быть представлены в виде следующей эмпирической зависимости:

$$K_{\Pi} = a_0 V_{\Pi}, \quad (4)$$

где a_0 – стоимостной показатель; V_{Π} – вместимость рабочей полости эластичной оболочки насоса-дозатора (его шлангов).

Однако вместимость рабочей полости эластичной оболочки насоса находится в обратной зависимости от частоты вращения ротора:

$$V_{\Pi} = a_1 + b_1 n, \quad (5)$$

где a_1 , b_1 – стоимостные показатели; n – частота вращения ротора насоса-дозатора.

Тогда:

$$K_{\Pi} = a_0 (a_1 + b_1) n, \quad (6)$$

а технологические затраты на насос-дозатор:

$$(Z_a + Z_p)_{\Pi} = (a + r)(a_m + 1)a_0 (a_1 + b_1) n. \quad (7)$$

Относительные затраты на насос-дозатор, согласно [1], равны:

$$\delta(Z_a + Z_p)_n = \delta n_1 A'_n, \quad (8)$$

где δn_1 – относительное изменение частоты вращения ротора насоса-дозатора; $\delta n_1 = n/n' - 1$, A'_n – локальный коэффициент базовой точки; $A'_n = (1 + a_1/v_1 n')^{-1}$, здесь n и n' – частоты вращения в оптимизируемом и базовом дозаторе.

При форсировании насоса-дозатора связанные с износом его деталей затраты зависят от частоты вращения ротора и могут быть представлены эмпирической зависимостью:

$$Z_{\text{изн}} = v_2 n^{3/2}, \quad (9)$$

где v_2 – стоимостной коэффициент.

Относительное изменение затрат, связанное с износом деталей насоса-дозатора, будет:

$$\delta Z_{\text{изн}} = \delta n_1^{3/2} = \left(\frac{n}{n'} \right)^{3/2} - 1. \quad (10)$$

Затраты на электродвигатель и передаточный механизм:

$$Z_{\text{дв}} = (a + r)(1 + a_m) K_{\text{дв}}, \quad (11)$$

где $K_{\text{дв}}$ – капиталовложения на электродвигатель и передачу.

Из анализа прейскурантных цен на электрические двигатели и клиноременные передачи следует, что:

$$K_{\text{дв}} = a_3 + v_3 C n^{-3}, \quad (12)$$

где a_3 и v_3 – стоимостные коэффициенты; N – мощность электрического двигателя; C – ценовой показатель мощности.

Тогда относительное изменение затрат на двигатель с учётом изменения затрат на клиноременную передачу будет:

$$\delta Z_{\text{дв}} = \delta n_1^{-3} A'_{\text{дв}}, \quad (13)$$

где $\delta n_1^{-3} = (n/n')^{-3} - 1$; $A'_{\text{дв}}$ – базовый коэффициент:

$$A'_{\text{дв}} = \left[1 + \frac{a_3}{v_3 (n')^{-3}} \right]^{-1}. \quad (14)$$

Следовательно, относительное изменение затрат на дозирующее устройство будет складываться из суммы выражений (8), (10), (13):

$$\delta Z = \delta n_1 A'_n + \delta n_1 A'_n + \delta n_1^{3/2} + \delta n_1^{-3} A'_{\text{дв}}. \quad (15)$$

Разделив каждый член выражения (15) на базовый коэффициент A'_n , получим обобщенную целевую функцию:

$$y_1 = \delta n_1 + \delta n_1^{3/2} v'_2 + \delta n_1^{-3} v'_3, \quad (16)$$

где v'_2 и v'_3 – обобщенные базовые экономические коэффициенты,

$$v'_2 = \frac{1}{A'_n}; \quad v'_3 = \frac{A'_{\text{дв}}}{A'_n}. \quad (17)$$

Для решения целевой функции (17) использован графоаналитический метод. Обозначив $\delta n_1 = \delta f_1$; $\delta n_1^{3/2} = \delta f_2$; $\delta n_1^{-3} = \delta f_3$, построили графики изменения этих функций в зависимости от δn (рисунок 2).

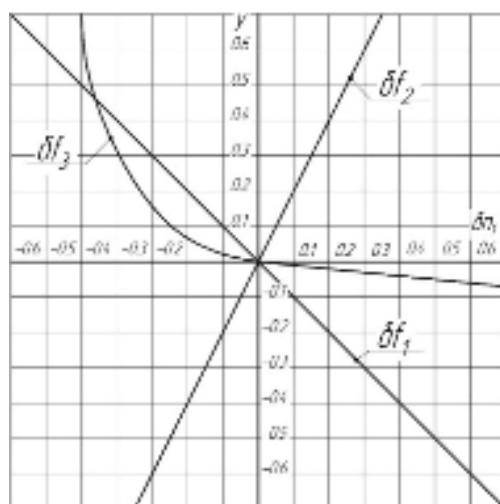


Рисунок 2 – Графики изменения функций от изменения частоты вращения ротора насоса-дозатора

Результаты и обсуждение. Обзором и анализом преysкурантных цен и данных изменения затрат на износ деталей насосов-дозаторов в связи с их форсированием предложены коэффициенты для базовой модели насоса с подачей 3 м³/ч и частотой вращения $n = 550 \text{ мин}^{-1}$: $A'_n = +0,72$; $A'_{дв} = -0,039$. Следовательно, $v'_1 = -1$; $v'_2 = 1,39$; $v'_3 = 0,054$.

Учитывая эти данные, представим целевую функцию в следующем виде

$$y = -\delta f_1 + 1,39\delta f_2 + 0,054\delta f_3. \quad (18)$$

Построим диаграмму изменения (y) функции δn_1 (рисунок 3) и, определив направление $n_{\text{лост}}$, получим точку минимума кривой $y = \delta n_1$ при $\delta n_{\text{лост}} = -0,15$. По этим данным оптимальной частотой вращения ротора насоса-дозатора является $n_{\text{опт}} = n' n_{\text{лост}} = 550 \times 0,85 = 470 \text{ мин}^{-1}$.

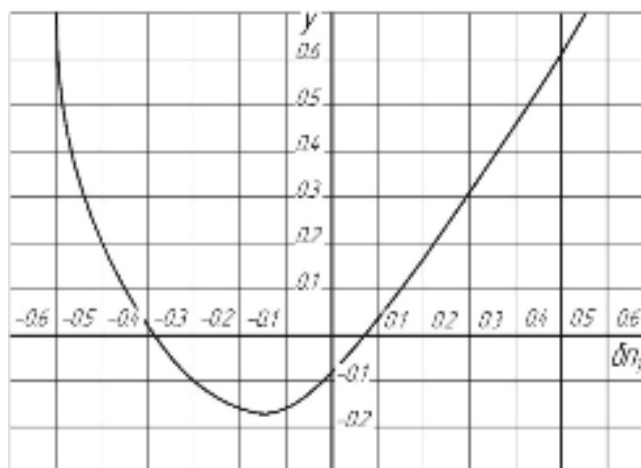


Рисунок 3 – График изменения целевой функции

Заключение. Последовавшие за этим эксперименты по определению эффективности работы такого дозатора подтвердили теоретически обоснованные данные по оптимизации частоты вращения ротора насоса-дозатора жидких материалов [5, 7].

Библиографический список

1. Арсентьев Ю.Д. Инженерно-экономические расчеты в обобщенных переменных [Текст] / Ю.Д. Арсентьев. – М.: Высшая школа, 1979. – 215 с.
2. Глобин, А.Н. Дозаторы [Текст]: монография / А.Н. Глобин, И.Н. Краснов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 384 с.
3. Глобин, А.Н. Дозаторы [Текст]: монография / А.Н. Глобин, И.Н. Краснов / ФГБОУ ВПО АЧГАА. – Зерноград, 2012. – 348 с.
4. Глобин, А.Н. Определение производительности и затрат мощности вакуумного насоса шлангового типа [Текст] / А.Н. Глобин, Р.В. Копица, И.Н. Шелковый // Вестник МичГАУ. – 2011. – №. – С. 170-172.
5. Глобин, А.Н. Пути совершенствования дозирующих устройств [Текст] / А.Н. Глобин // Совершенствование технологических процессов и технических средств в АПК: сб. научн. тр. АЧГАА. – Зерноград, 2009. – С. 5-6.
6. Объемный насос [Текст]: патент 2131539 Российская Федерация, МПК F04C5/00. / Глобин А.Н., Краснов И.Н.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия». – № 97115392; заявл. 22.08.97; опубл. 10.06.1999.
7. Производство комбикормов в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств [Текст] / И.Н. Краснов, В.М. Филин, А.Н. Глобин, Е.А. Ладыгин. – Саратов, 2017. – 226 с.
8. Ротационный вакуумный насос шлангового типа [Текст]: патент 88748 Российская Федерация, МПК F04C 5/00. / Глобин А.Н., Краснов И.Н., Удовкин А.И., Тюрин А.В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия». – № 2009124386/22; заявл. 25.06.2009; опубл. 20.11.2009.

Reference

1. Arsent'ev Yu. D. Inzhenerno-jekonomicheskie raschety v obobschennyh peremennyh [Tekst] / Yu. D. Arsent'ev. - M.: Vysshaya shkola, 1979. - 215 p.
2. Globin, A. N. Dozatory [Tekst]: monografiya/ A. N. Globin, I. N. Krasnov. - M.- Berlin: Direkt-Media, 2016. - 384 p.
3. Globin, A. N. Dozatory [Tekst]: monografiya / A. N. Globin, I. N. Krasnov / FGBOU VPO AChGAA. - Zernograd, 2012. - 348 p.
4. Globin, A. N. Opredelenie proizvoditel'nosti i zatrat moschnosti vakuumnogo nasosa shlangovogo tipa [Tekst] / A. N. Globin, R. V. Kopica, I. N. Shelkovyj // Vestnik MichGAU. - 2011. - №. - P. 170-172.
5. Globin, A. N. Puti sovershenstvovaniya doziruyuschih ustrojstv [Tekst] / A. N. Globin // Sovershenstvovanie tehnologicheskikh processov i tehniceskikh sredstv v APK: sb. nauchn. tr. AChGAA. - Zernograd, 2009. - P. 5-6.
6. Ob'emnyj nasos [Tekst]: patent 2131539 Rossijskaya Federaciya, MPK F04C5/00. / Globin A. N., Krasnov I. N.; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO "Azovo-Chernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya". - № 97115392; zayavl. 22.08.97; opubl. 10.06.1999.
7. Proizvodstvo kombikormov v usloviyah lichnyh podsobnyh i fermerskih hozyajstv [Tekst] / I. N. Krasnov, V. M. Filin, A. N. Globin, E. A. Ladygin. - Saratov, 2017. - 226 p.
8. Rotacionnyj vakuumnyj nasos shlangovogo tipa [Tekst]: patent 88748 Rossijskaya Federaciya, MPK F04C 5/00. / Globin A. N., Krasnov I. N., Udovkin A. I., Tyurin A. V.; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO "Azovo-Chernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya". - № 2009124386/22; zayavl. 25.06.2009; opubl. 20.11.2009.

УДК 631.6

**РАСЧЕТ РИСКА МЕРОПРИЯТИЙ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ОБЪЕКТОВ МЕЛИОРАТИВНОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
RISK ESTIMATION OF THE MEASURES FOR THE RECLAMATION FACILITIES
EFFICIENCY INCREASE OF THE WATER MANAGEMENT SYSTEM****И.Ф. Юрченко**, доктор технических наук**I.F. Yurchenko***Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
имени А. Н. Костякова, Москва**All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation
named after A. N. Kostyakov, Moscow*

Выполнен анализ теории и практики оценки действенности мелиоративных инвестиционных проектов (МИП). Представлены рекомендации совершенствования нормативно-методической базы обоснования целесообразности внедрения проектируемых мероприятий с учетом вероятности снижения планируемой эколого-экономической результативности. Приведен пример оценки рисков инвестирования в конкретный проект и правила его учета при расчетах действенности МИП методом имитационного моделирования (методом Монте Карло).

The analysis of the theory and practice on the efficiency estimation of the land reclamation investment projects (RIP) has been carried out. The recommendations on improving the normative and methodological base on the reasonability of the proposed measures application taking into account the likelihood the planned environmental and economic value reducing are given. An example of risks estimation at the particular project investment as well as the rules on RIP efficiency calculating by means of simulation (Monte Carlo) is shown.

Ключевые слова: *риск, инвестиции, проект, мелиорация, моделирование, метод Монте Карло.*

Key words: *risk, investment, project, land reclamation, simulation, Monte Carlo method.*

Введение. В настоящий период важнейшей задачей службы эксплуатации мелиоративного водохозяйственного комплекса становится организация надежной работоспособности гидротехнических сооружений (ГТС) на основе внедрения мероприятий ремонта и реконструкции, отвечающих современным требованиям трансформации и становления мелиоративного фонда. Это обусловлено высокой степенью изношенности ГТС, срок основного строительства которых приходится на 60-е годы прошлого столетия [2, 3, 15]. На первый план в системе мероприятий сохранения и воспроизводства мелиоративного фонда выходят инновационные технологии технической эксплуатации гидротехнических сооружений, обеспечивающие надежность и долговечность сооружений без вывода их из эксплуатации [5, 7, 9].

При планировании мероприятий ремонтных работ объектов и/или их реконструкции служба эксплуатации испытывает трудности с достоверностью оценки экологической и социально-экономической эффективности рассматриваемых технологических решений, методов, способов и материалов, часто имеющей решающее значение для выбора конкретного мероприятия [1, 6, 16]. Приходится отмечать недостаточную полноту и несовершенство теоретических подходов к расчетам действенности мелиоративных проектов имеющейся нормативно-методической базы, регулирующей методы, способы, процедуры и операции определения доходности планируемых мероприятий. В этой связи представляется правильным организовать масштабные работы по

формированию базы фактографических данных, характеризующих эффективность конкретных планируемых решений, полученных методами, наиболее распространенными в практике передовых секторов экономики страны и за рубежом, и максимально учитывающими отличительные особенности действенности мелиорации.

Систематизация, анализ и синтез такого материала, безусловно, повысит вероятность формирования обоснованных решений по применению практикующих нормативных документов и дальнейшему совершенствованию теории расчета действенности инвестиций в мелиоративные проекты (МИП).

Проведенные исследования установили потребность в приоритетном совершенствовании руководящего документа, регулирующего действенность сферы мелиорации (Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель, РД АПК 3.00.01.003-03), в части учета угрозы неполучения заявленной доходности, снижающего достоверность прогнозируемого результата и следующих из них выводов. В специальной экономической литературе представлено достаточно большое количество способов оценки достижения прогнозируемой эффективности проектов и управления рисками. Такая потребность в оценке риска действенности инвестиций в проектируемые мероприятия обусловлена не только высокими затратами на их реализацию, но и степенью изменчивости и неопределенности используемой в инвестиционных проектах информации. Практикующиеся способы оценки действенности проектируемых мероприятий базируются по большей мере на количественных (аналитических), качественных и вероятностных методах учета рисков [8, 10], и каждому присущи свои достоинства и недостатки, что не дает возможности однозначно выявить преимущество какого-то единственного подхода.

В публикации характеризуется способ учета вероятности недостижения заявленной проектной действенности методом имитационного моделирования или методом Монте – Карло, как он именуется в теории оценки рисков. Указанный метод – признанный лидер реализации в ведущих секторах российской и мировой экономики при расчете вероятности достижения прогнозируемой эффективности инвестиций в планируемые мероприятия [4]. Его сущность – в формировании модели, представленной случайными параметрами, позволяющей установить значимость входных данных для искомых результатов от них зависящих.

Моделирование действенности мероприятий проекта требует сведений об объемах внедрения, ценах, затратах и др. факторах, определяющих технико-экономический результат проектирования. Отличительная особенность имитационного моделирования (или метода Монте – Карло) заключается в возможности формирования произвольных сценариев для условий реализации проекта за счет генерации случайных значений всех факторов каждого конкретного сценария. При этом для моделирования используется не реальное значение фактора, а его статистическое распределение.

Основная проблема применения метода Монте-Карло – установление достоверного распределения и его параметров для каждого фактора моделирования, а также существенные затраты труда, технических ресурсов и времени на выполнение расчетов. Вместе с тем используемые гипотетические распределения вероятностей факторов модели, как правило, субъективны и, отвечая предпочтениям лица, принимающего решение, могут не соответствовать действительному распределению, достоверные данные о котором зачастую неизвестны или отсутствуют.

При выборе способа расчета рисков инвестиционных проектов немаловажную роль играет наличие удобного инструментария его реализации, отличающегося доступностью, информативностью при работе, прозрачностью, простотой и наглядностью

представления полученных результатов. В значительной мере становлению системы расчета вероятности не получения заявленной доходности методом имитационного моделирования (Монте – Карло) способствует появление коммерческого программного продукта Crystal Ball, разработанного и реализованного корпорацией Oracle в среде Excel, который максимально соответствует вышеуказанным требованиям [17].

Цель настоящего исследования – сравнительная оценка практикуемых приемов расчета действенности МИП, анализ возможности и целесообразности использования метода Монте – Карло для установления вероятности достижения заявленной действенности инвестиций в мелиоративные мероприятия и создание методических подходов к проведению указанных расчетов на примере конкретного проекта.

Материалы и методы. Объектом исследования является теория действенности инвестирования в проекты мелиоративных мероприятий, предметом – риски МИП в части достижения заявленных проектом результатов. Сравнительная оценка методов установления действенности МИП выполнялась по результатам расчетов, базирующихся на практикующем (традиционном) методе и методе, учитывающем риски достижения проектных значений результата. При определении действенности МИП использованы данные реального проекта, обеспечивающего работоспособность и снижение фильтрации каналов оросительных систем мелиоративного водохозяйственного комплекса применением геотекстильных покрытий. Проект разработан и реализован специалистами ОАО «Институт безопасности гидротехнических сооружений» [11, 13].

Продление сроков эксплуатации водопроводящих ГТС оросительных систем указанного МИП обеспечивается предложенными и запатентованными авторами способом и устройством противофильтрационного двухслойного покрытия оросительных каналов из геотекстильного материала с бетонным заполнителем [11, 13].

Внедрение результатов исследования осуществлялось на водопроводящих сооружениях мелиоративных систем юга России. Важным достоинством, определяющим социально-экономическую целесообразность применения разработанного способа защиты сооружений, является возможность оперативной ликвидации нарушений элементов сооружения без прекращения его эксплуатации в случаях чрезвычайных и нештатных ситуаций, вызвавших отказ водопроводящих сооружений в период вегетации, и сократить возможные ущербы. К ним относится ущерб, обусловленный потерей урожая от недополива (из-за разрушения элемента водопроводящего сооружения); перерасходом воды (от протечек в местах разрушения до выявления повреждения и перекрытия канала); затратами, связанными с полной заменой элемента при его разрушении.

Традиционное определение экономической целесообразности внедрения проектируемых мероприятий осуществлялось согласно нормативному документу сферы мелиорации (Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель, РД АПК 3.00.01.003-03). Критерием экономической действенности предлагаемых мероприятий установлено положительное значение дисконтированного приростного чистого дохода (ДПЧД > 0). ДПЧД определялся по накопленному за нормативный (30 летний) срок функционирования проектных мероприятий дисконтированному сальдо приростного чистого денежного потока. Последнее исчислялось с учетом имевшихся эффектов и издержек, понесенных до внедрения проектируемых новаций.

В качестве эффекта использовалась величина предотвращенного ущерба от применения противофильтрационных геотекстильных покрытий за счет сокращения непроизводительных потерь оросительной воды, в качестве затрат – стоимость ремонта и эксплуатации сооружения. Норма дисконта принята по рекомендациям РД АПК 3.00.01.003-03. Ис-

ходная информация представлена данными эксплуатационной службы мелиоративного водохозяйственного комплекса юга России: о потерях оросительной воды до проведения ремонта и после его выполнения, фактографическими материалами об удельных издержках на подачу воды, ремонт и эксплуатацию ГТС (таблица 1).

Таблица 1 – Исходные данные для расчета эффективности
противофильтрационного геотекстильного покрытия магистральных
и межхозяйственных каналов* оросительных систем

Наименование	Ед. измерения	Значения	
			после ремонта
Сокращение потерь воды *	тыс. м ³ /км		103,7
Удельные затраты на водоподачу*	руб./ м ³	0,18	0,18
Предотвращённый ущерб от потерь воды	тыс. руб./ год		18,7
Затраты на ремонт	тыс. руб./км		50
Эксплуатационные затраты:	тыс. руб./км		1,0*
Срок службы защитного геотекстильного покрытия	лет		30
Норма дисконта	%		8

*Приняты по данным эксплуатационной службы мелиоративного водохозяйственного комплекса юга России

Дисконтированное сальдо приростного потока за расчетный период функционирования отремонтированного сооружения положительно и составляет 210,6 тыс. руб. Срок окупаемости совокупных капитальных вложений по приросту дисконтированного чистого дохода - порядка полутора лет (рисунок 1).

Риск инвестирования в проекты мелиорации рассчитывался по вероятности достижения планируемого ДПЧД при отклонении от прогнозируемых значений следующих факторов: предотвращенного ущерба, финансовых издержек и нормы дисконта. Эти факторы определены в качестве приоритетных при формировании дохода от реализации МИП [14, 16]. Расчеты реализованы в среде Excel коммерческим программным продуктом компьютерной технологии Crystal Ball

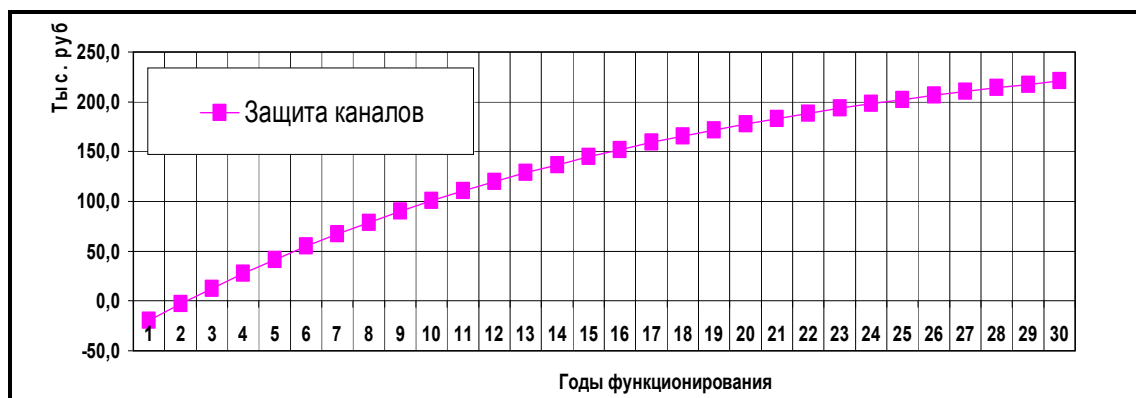


Рисунок 1 – Дисконтированное сальдо приростного денежного потока за период функционирования отремонтированного сооружения (ДПЧД)

Результаты и обсуждение. Оценка опасности инвестиций в проектируемые мероприятия противофильтрационной защиты водопроводящих сооружений оросительных систем выполнена в составе нижеследующих процедур и их последовательности:

- разработка аналитического выражения, характеризующего взаимосвязь искомого показателя доходности проекта и исходных данных, представленных факторами, влияющими на изменение результата;

- установление функции распределения для входных показателей модели;
- компьютерное моделирование, включающее генерирование случайных значений исходных факторов;
- формирование функции распределения модели и расчет параметров риска доходности проекта;
- анализ итоговых результатов.

На рисунке 2 приводится вид зависимости для вычисления доходности от внедрения комплекса противифльтрационной защиты, наименования изменяющихся показателей и их средние значения, используемые в расчетах.

ФАКТОРЫ	ЗНАЧЕНИЯ		
	Среднее	Минимум	Максимум
Досокращение потерь воды, тыс.куб.м/км	92,5	70	115
Удельные затраты на водоподачу, руб./м³	0,16	0,12	0,2
Затраты на ремонт, тыс. руб./км	55	45	65
Эксплуатационные затраты, тыс. руб./км	1,1	0,9	1,3
Коэффициент дисконтирования	0,298	0,293	0,295
Норма дисконта, %	8	12	4
ДПЧД, тыс. руб./км	141,69		

Рисунок 2 – Пример размещения в среде Crystal Ball модели доходности от реализации комплекса противифльтрационной защиты магистральных и межхозяйственных каналов

Вероятность возможных значений входных факторов модели доходности характеризуется функциями нормального распределения, для описания которых достаточно знания двух параметров: среднего значения показателей и стандартного отклонения от среднего значения. Эти параметры функции распределения при заданных границах 90 %-ного доверительного интервала ее значений определяются выражениями (1) и (2).

$$\text{Среднее значение} = (\text{Верхняя граница 90\%-ного дов. интерв.} + \text{Нижняя граница 90\%-ного дов. интерв.}) / 2 \quad (1)$$

$$\text{Стандартн. отклонен. от среднего значения} = (\text{Верхняя граница 90\%-ного дов. интерв.} - \text{Нижняя граница 90\%-ного дов. интерв.}) / 3,29 \quad (2)$$

В таблице 2 приводятся значения параметров функций распределения для значимых факторов модели доходности от внедрения комплекса противифльтрационной защиты магистральных и межхозяйственных каналов.

Выбор условий моделирования выполняется системой Crystal Ball по умолчанию. Для повышения надежности моделирования число итераций увеличено до 30 000. Итоговый результат оценки представляется в графической форме (рисунок 3). Вероятность действенности инвестиционного проекта (ДПЧД>0) достигает 100 %, что говорит о низкой степени риска действенности МИП [13]. Однако вероятность заявленной доходности МИП в сумме 210,6 тыс. руб. и выше не боле 10 % (рисунок 4).

Таблица 2 – Параметры функций распределения для значимых факторов модели доходности от внедрения комплекса противифльтрационной защиты магистральных и межхозяйственных каналов

Фактор	Границы 90%-ного доверительного интервала	Среднее значение	Стандартное отклонение от среднего значения
Сокращение потерь воды (ПВ), тыс. м ³ /км	от 70 до 115	92,5	13,68
Удельные затраты на водоподачу (ЗВ), руб./ м ³	от 0,12 до 0,20	0,16	0,024
Затраты на ремонт (ЗР), тыс. руб./км	от 65 до 45	55	6,069
Эксплуатационные затраты (ЭЗ), тыс. руб./км	от 1,3 до 0,9	1,1	0,122
Коэффициент дисконта (Д), %	от 0,29 до 0,59	0,398	0,092
ДПЧД, тыс. руб./км	ДПЧД=(ПВ*ЗВ*– (ЗР+ ЭЗ*Т))* Д		

Вероятность достижения экономии затрат в интервале, превышающем среднюю величину 141,75 тыс. руб., но ниже 210,6 тыс. руб., характеризующая риск недополучения планируемой доходности, достигает 40,34 %, что определяет его высокий уровень [12].

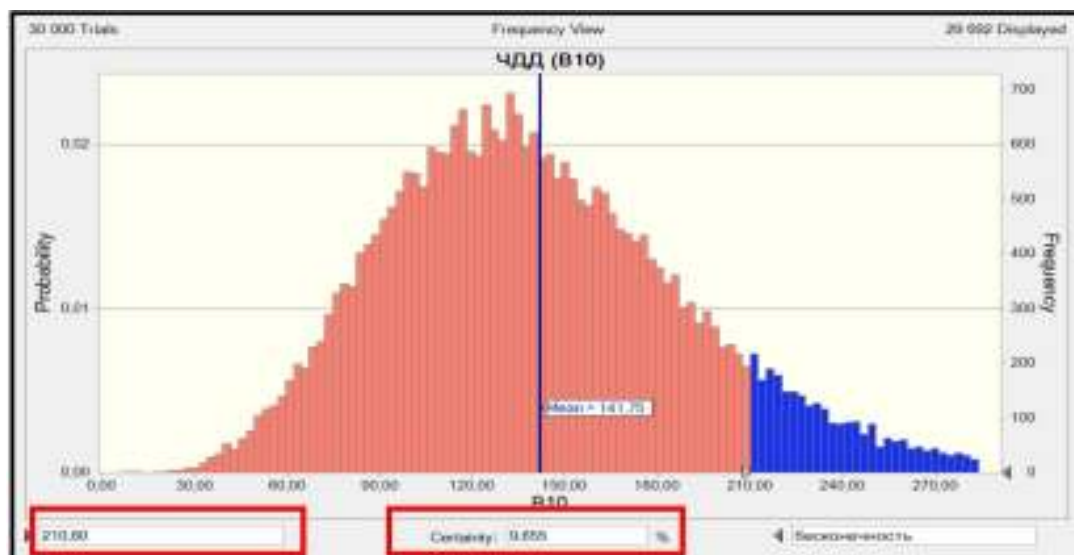


Рисунок 3 – Результаты моделирования: распределение доходности МИП противифльтрационной защиты водопроводящих сооружений оросительной системы

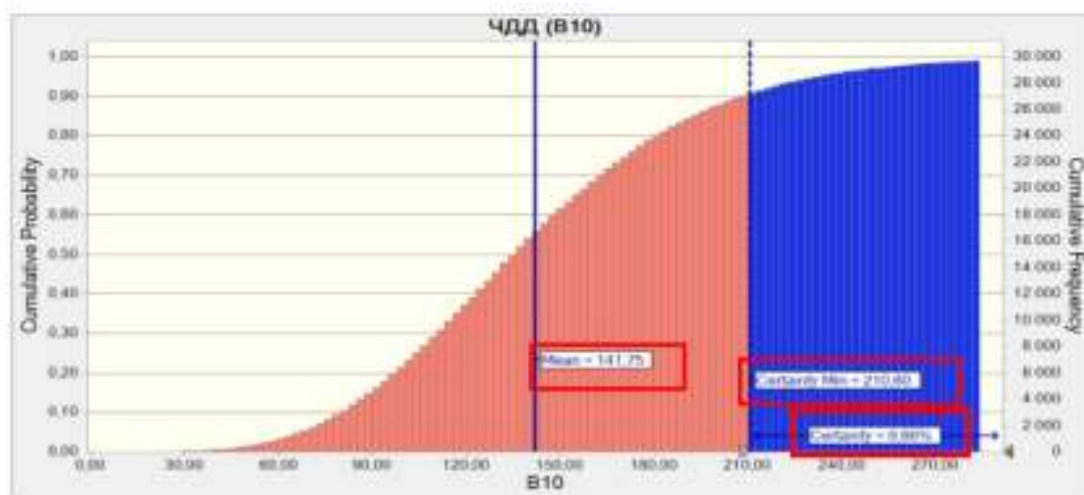


Рисунок 4 – Фрагмент отчета оценки рисков проекта противифльтрационной защиты

Это требует повышенного внимания службы эксплуатации к соблюдению регламентированных проектом правил реализации производственных процессов и технологий, а также и к рыночной конъюнктуре, определяющих изменчивость результата в первую очередь. Учет этих факторов необходим и для определения объемов внедрения предлагаемых технологических совершенствований.

Заключение. Выполненные исследования подтвердили необходимость трансформирования нормативно-правовой базы установления действенности мелиоративных мероприятий, гарантирующего повышение надежности прогнозируемой социально – эколого-экономической результативности предлагаемых мероприятий. Представленные в публикации расчет вероятности снижения заявленной доходности проектируемых мероприятий и описание процедур и алгоритмов решения технических и технологических задач реализации расчета методом имитационного моделирования (Монте –Карло), реализованного в среде программного продукта Crystal Ball, будут способствовать развитию действующей и становлению новой практики обоснования целесообразности внедрения проектируемых мероприятий. Высокое качество принимаемых стратегических решений – залог конкурентоспособности и жизнеспособности сферы мелиорации в условиях развивающихся в стране рыночных отношений.

Библиографический список

1. Безопасность бесхозяйных гидротехнических сооружений [Текст] / Г.Т. Балакай, И.Ф. Юрченко, Е.А. Лентяева, Г.Х. Ялалова. – Германия: LAP Lambert, 2016. – 85 с.
2. Волосухин, Я.В. Вопросы моделирования технического состояния водопроводящих каналов при проведении эксплуатационного мониторинга [Текст] / Я.В. Волосухин М.А., Бандурин // Наука и безопасность. – 2012. – № 1. – С. 70-74.
3. Волосухин, В. А. Программно-технический комплекс для проведения мониторинга и определения остаточного ресурса длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений [Текст]/ В. А. Волосухин, М. А. Бандурин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2013. – №1. – С. 57-68.
4. Мукаев, Р.Х. Оценка рисков инвестиционных проектов разработки нефтяных месторождений методом имитационного моделирования (Монте-Карло) [Текст]/ Р.Х. Мукаев //Тенденции и перспективы развития науки XXI века. – 2015. – №1. – С. 64.
5. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России [Текст] /Под редакцией Л. В. Кирейчевой. – М: «ФГБНУ ВНИИ агрохимии», 2017. – 296 с.
6. Никитин, И.Д. Учет фактора времени, неопределенности и рисков при расчетах эффективности в мелиорацию [Текст]/ И. Д. Никитин, З. Н. Артемьева, Е. Е. Григорашенко // Агрофизика. – 2014. – № 2(14). –С. 28-35.
7. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами [Текст] / Под редакцией доктора технических наук, профессора Л.В. Кирейчевой. – М., 2010. – 240 с.
8. Олейник, Е. С. Совершенствование процесса управления рисками в ходе внедрения новейших информационных технологий [Текст]/ Е. С. Олейник, Е. А. Коваленко, Д. А. Фадеева //Теория. Практика. Инновации. – 2018. – №.1. – С. 77-82.
9. Повышение ответственности сельхозтоваропроизводителей за воспроизводство почвенного плодородия мелиорируемых земель [Текст] / Г.Т. Балакай, И.Ф. Юрченко, Е.А. Лентяева, Г.Х. Ялалова//Агрохимический вестник. – 2015. – Том 2. №2. – С. 29-33.
10. Санникова, М. О. Теоретические основы процесса оценки рисков мелиоративных инвестиционных проектов [Текст]/ М. О. Санникова, В. А. Ярославский // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2012. – № 5 (44). – С. 136-140.
11. Способ проведения эксплуатационного мониторинга технического состояния лотковых каналов оросительных систем [Текст]: пат. 2368730 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 13/00/ Волосухин В. А., Бандурин М. А.; заявитель и патентообладатель Новочерк. гос. мелиор. акад. - № 2008100926/03, заявл. 09.01.08; опубл. 12.09.08, Бюл. № 28. – 7 с.

12. Турмачев, Е.С. Методические проблемы количественного определения рисков инвестиционных проектов [Текст] / Е. С. Турмачев // Анализ эффективности инвестиций. – 2006. – № 3. – С. 45-58.

13. Устройство для проведения эксплуатационного мониторинга водопроводящих сооружений [Текст] : пат. 2458204 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 13/00/ В.А. Волосухин, М.А. Бандурин; заявитель и патентообладатель ИБГТС. № 2010111995; заявл. 29.03.10; опубл. 10.08.12. Бюл. № 30. – 8 с.

14. Юрченко, И. Ф. Эффективность организационно-правовых форм использования мелиорируемых земель [Текст]/ И.Ф. Юрченко, А. К. Носов // Вестник РАСХН. – 2012. – № 6. – С.10-12.

15. Юрченко, И. Ф. Планово-предупредительные мероприятия повышения надежности мелиоративных объектов [Текст]/ И. Ф. Юрченко // Природообустройство. – 2017. – №1. – С. 73-79.

16. Юрченко, И.Ф. Методологические основы создания информационной системы управления водопользованием на орошении [Текст] /И.Ф. Юрченко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С. 13-17.

17. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.

References

1. Bezopasnost' besxozhajnyh gidrotehnicheskix sooruzhenij [Tekst] / G. T. Balakaj, I. F. Yurchenko, E. A. Lentyaeva, G. H. Yalalova. - Germaniya: LAP Lambert, 2016. - 85 p.

2. Volosuhin, Ya. V. Voprosy modelirovaniya tehničeskogo sostoyaniya vodoprovodyaschix kanalov pri provedenii jekspluatacionnogo monitoringa [Tekst] / Ya. V. Volosuhin M. A., Bandurin // Nauka i bezopasnost'. - 2012. - № 1. - P. 70-74.

3. Volosuhin, V. A. Programmno-tehničeskij kompleks dlya provedeniya monitoringa i opredeleniya ostatochnogo resursa dlitel'no jekspluatiruemyx vodoprovodyaschix soruzhenij [Tekst]/ V. A. Volosuhin, M. A. Bandurin // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2013. - №1. - P. 57-68.

4. Mukaev, R. H. Ocenka riskov investicionnyx proektov razrabotki neftnyx mestorozhdenij metodom imitacionnogo modelirovaniya (Monte-Karlo) [Tekst]/ R. H. Mukaev //Tendencii i perspektivy razvitiya nauki XXI veka. - 2015. - №1. - P. 64.

5. Nauchnye osnovy sozdaniya i upravleniya meliorativnymi sistemami v Rossii [Tekst] /Pod redakciej L. V. Kirejchevoj. - M: "FGBNU VNII agrohimii", 2017. - 296 p.

6. Nikitin, I. D. Uchet faktora vremeni, neopredelennosti i riskov pri raschetax jffektivnosti v melioraciyu [Tekst]/ I. D. Nikitin, Z. N. Artem'eva, E. E. Grigorashenko // Agrofizika. - 2014. - № 2(14). -P. 28-35.

7. Novye tehnologii proektirovaniya, obosnovaniya stroitel'stva, jekspluatacii i upravleniya meliorativnymi sistemami [Tekst] / Pod redakciej doktora tehničeskix nauk, professora L. V. Kirejchevoj. - M., 2010. - 240 p.

8. Olejnik, E. S. Sovershenstvovanie processa upravleniya riskami v hode vnedreniya novejshix informacionnyx tehnologij [Tekst]/ E. S. Olejnik, E. A. Kovalenko, D. A. Fadeeva //Teoriya. Praktika. Innovacii. - 2018. - №.1. - P. 77-82.

9. Povyshenie otvetstvennosti sel'hoztovaroizvoditelej za vosпроизvodstvo pochvennogo plodorodija melioriruemyx zemel' [Tekst] / G.T. Balakaj, I.F. Yurchenko, E.A. Lentyaeva, G. H. Yalalova//Agrohimicheskij vestnik. - 2015. - Tom 2. №2. - P. 29-33.

10. Sannikova, M. O. Teoreticheskie osnovy processa ocenki riskov meliorativnyx investicionnyx proektov [Tekst]/ M. O. Sannikova, V. A. Yaroslavskij // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo social'no-jekonomicheskogo universiteta. - 2012. - № 5 (44). - P. 136-140.

11. Sposob provedeniya jekspluatacionnogo monitoringa tehničeskogo sostoyaniya lotkovyx kanalov orositel'nyx sistem [Tekst]: pat. 2368730 Ros. Federaciya: MPK E 02 B 13/00/ Volosuhin V. A., Bandurin M. A.; zayavitel' i patentoobladatel' Novoherk. gos. melior. akad. -№ 2008100926/03, zayavl. 09.01.08; opubl. 12.09.08, Byul. № 28. - 7 p.

12. Turmachev, E. S. Metodicheskie problemy kolichestvennogo opredeleniya riskov investicionnyh proektov [Tekst] / E. S. Turmachev // Analiz jeffektivnosti investicij. - 2006. - № 3. - P. 45-58.
13. Ustrojstvo dlya provedeniya jekspluatacionnogo monitoringa vodoprovodyaschih sooruzhenij [Tekst] : pat. 2458204 Ros. Federaciya: MPK E 02 B 13/00/ V. A. Volosuhin, M. A. Bandurin; zayavitel' i patentoobladatel' IBGTS. № 2010111995; zayavl. 29.03.10; opubl. 10.08.12. Byul. № 30. - 8 p.
14. Yurchenko, I. F. Jeffektivnost' organizacionno-pravovyh form ispol'zovaniya melioriruemyh zemel' [Tekst] / I. F. Yurchenko, A. K. Nosov // Vestnik RASXN. - 2012. - № 6. -- P. 10-12.
15. Yurchenko, I. F. Planovo-predupreditel'nye meropriyatiya povysheniya nadezhnosti meliorativnyh ob'ektov [Tekst] / I. F. Yurchenko // Prirodoobustrojstvo. - 2017. - №1. - P. 73-79.
16. Yurchenko, I. F. Metodologicheskie osnovy sozdaniya informacionnoj sistemy upravleniya vodopol'zovaniem na oroshenii [Tekst] / I. F. Yurchenko // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2017. - № 1. - P. 13-17.
17. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.

E-mail: Irina.507@mail.ru

УДК 629.1.02

ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОДОЛЬНОГО ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА НА ТВЁРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ

PHYSICAL METHOD OF ESTIMATION OF COEFFICIENT A SLIPPAGE OF AUTOMOBILE WHEEL ON A SOLID SURFACE

В.М. Зотов¹, кандидат технических наук, доцент

В.Н. Хавронина¹, кандидат технических наук, доцент

Е.В. Балакина², доктор технических наук профессор

Н.М. Зотов², кандидат технических наук, доцент

V.M. Zotov¹, V. N. Khavronina¹, E.V. Balakina², N.M. Zotov²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Волгоградский государственный технический университет

¹Volgograd State Agrarian University

²Volgograd State Technical University

Эффективность процессов разгона и экстренного торможения колёсного транспортного средства (КТС) зависит от сцепления колеса с дорогой, количественной характеристикой которого является коэффициент продольного сцепления φ . В свою очередь, коэффициент продольного сцепления φ определяется, во-первых, деформациями опорной поверхности колеса и дороги и, во-вторых, типом покрытия дороги. Крутящий момент $M_{кр}$, действующий на колесо в процессе разгона КТС или тормозной момент $M_{тор}$ при его торможении, приводит к продольной деформации опорной поверхности колеса. В результате этой деформации в пятне контакта колеса с дорогой возникает дополнительная сила F_x , с которой опорная поверхность действует на колесо в продольном направлении, как будто колесо проскальзывает по поверхности дороги. Количественной характеристикой процесса такого скольжения колеса является коэффициент продольного проскальзывания S , величина которого, в свою очередь, зависит от соотношения угловой ω и линейной скорости V движения колеса. Математически зависимость $\varphi(S)$ представляется полуэмпирической функцией нелинейного вида с максимумом, при некотором значении коэффициента продольного проскальзывания S_m [6, 8]. Система дифференциальных уравнений, описывающая качение с проскальзыванием автомобильного колеса, решается численно с погрешностью порядка 10 % за время, превышающее длительность описываемого процесса [3, 4]. Для повышения эффективности расчёта скоростного режима движения КТС в ре-

альном времени важно установить аналитическую зависимость между крутящим моментом (или тормозным моментом) и коэффициентом продольного проскальзывания. Исследуя экспериментальные зависимости между крутящим моментом $M_{кр}$ и угловой деформацией $\alpha(t)$ в шине колеса [3, 9, 1], удалось получить зависимости $\alpha(t)$, $S(t)$, $\varphi(t)$ в явном виде от времени t . Условием их адекватности является не превышение коэффициента продольного проскальзывания S некоторого значения S_m , определяющим максимальное значение коэффициент продольного сцепления φ для данного типа поверхности дороги [6, 1].

The efficiency of the processes of acceleration and emergency braking of a car depends on the adhesion of the wheel to the road, the quantitative characteristic of which is the longitudinal coupling coefficient φ . The coefficient of longitudinal adhesion φ is determined by the deformation of the bearing surface of the wheel and the road. The torque $M_{кр}$ acting on the wheel during the acceleration of the car, or the braking torque $M_{тор}$ during its braking, lead to a longitudinal deformation of the wheel bearing surface. As a result, an additional force F_x , arises in the contact spot of the wheel with the road, with which the bearing surface acts on the wheel in the longitudinal direction, as if the wheel slides along the road surface. The quantitative characteristic of the process of such sliding of the wheel is the longitudinal slip coefficient S , the value of which depends on the ratio of the angular ω and the linear speed V of the wheel movement. Mathematically, the dependence $\varphi(S)$ is represented by a semi-empirical function of a nonlinear form with a maximum at a certain value of the longitudinal slip coefficient S_m . The problem of rolling with a slip for an automobile wheel is solved numerically by the method of successive approximations with an error of the order of 10%. To increase the efficiency of calculating the speed of the car in real time it is important to establish an analytical relationship between the torque (or the braking torque) and the coefficient of longitudinal slip S . The action of the torque $M_{кр}$ leads to an angular deformation $\alpha(t)$ in the tire wheel and longitudinal deformation in the support part. Wheels whose torque moment is opposite to the torque. Investigating the physics of the process, the dependence of $\alpha(t)$, $S(t)$, $\varphi(S)$, $\varphi(t)$ in explicit form was obtained under the condition of stable vehicle motion, that is, for $S < S_m$:

Ключевые слова: автомобильное колесо, угловая деформация, крутящий момент, крутильная жёсткость колеса, математическое моделирование, коэффициент продольного сцепления, коэффициент продольного скольжения.

Key words: automobile wheel, angular deformation, torque moment, torsional stiffness of the wheel, mathematical model, coefficient a slippage.

Введение. Эффективность процессов разгона и экстренного торможения колёсного транспортного средства зависит от сцепления колеса с дорогой, количественной характеристикой которого является коэффициент продольного сцепления φ :

$$\varphi = \frac{F_x}{P_z}, \quad (1)$$

где F_x – продольная сила в пятне контакта колеса с дорогой; P_z – нормальная нагрузка на ось колеса [2, 6].

Крутящий момент $M_{кр}$, действующий на колесо в процессе разгона, или тормозной момент $M_{тор}$, действующий на колесо в процессе торможения, приводят к продольной деформации опорной поверхности колеса. В результате в пятне контакта колеса с дорогой возникает продольная сила F_x , с которой опорная поверхность действует на колесо, как будто колесо проскальзывает по поверхности дороги. Количественной характеристикой процесса такого скольжения является или коэффициент буксования δ , характеризующий кинематические потери машинно-тракторного агрегата при действии на колесо крутящего момента $M_{кр}$, или коэффициент продольного проскальзывания S , характеризующий степень заторможенности ведущих колёс относительно

опорной поверхности при действии на колесо тормозного момента $M_{\text{тор}}$. Направления возникающих при этом деформаций противоположны друг другу: при буксовании агрегат снижает скорость перемещения за счёт снятия почвы против направления движения агрегата, а при торможении почва сдвигается по направлению движения агрегата за счёт его инерционных свойств. Поэтому $\delta = -S$ и могут описываться одной функцией с точностью до знака. В связи с этим будем использовать параметр S как общую количественную характеристику процесса скольжения колеса.

$$\text{По определению } S = \frac{V_{\text{ск}}}{V},$$

где V – линейная скорость оси колеса относительно дороги, $V_{\text{ск}}$ – линейная скорость точек поверхности колеса в пятне контакта относительно дороги, называемая *скоростью проскальзывания* колеса [2].

Скорость проскальзывания $V_{\text{ск}}$ равна разности линейной скорости оси колеса V относительно дороги и линейной скорости точек поверхности колеса $V_{\text{пов}} = R_{\text{д}} \cdot \omega$, где ω – угловая скорость вращения колеса относительно его оси; $R_{\text{д}}$ – динамический радиус колеса (расстояние от оси колеса до поверхности опоры): $V_{\text{ск}} = V - R_{\text{д}} \cdot \omega$. Следовательно, коэффициент продольного скольжения вычисляется по формуле:

$$S = 1 - \frac{\omega \cdot R_{\text{д}}}{V}. \quad (2)$$

Экспериментальная зависимость коэффициента продольного сцепления φ от коэффициента скольжения S представлена на рисунке 1, а математическая зависимость $\varphi(S)$ – на рисунке 2.

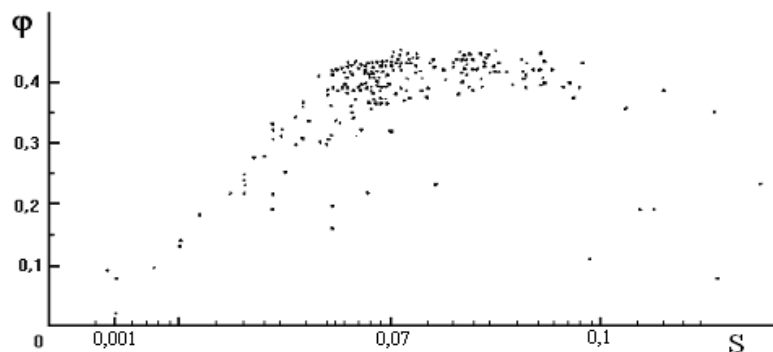


Рисунок 1 – Экспериментальные результаты измерений коэффициента продольного сцепления φ и относительного коэффициента продольного проскальзывания S при движении железнодорожного колеса по рельсу [10]

В работах [6, 3, 11] зависимость $\varphi(S)$ определена полуэмпирической функцией нелинейного вида с максимумом, при некотором значении коэффициента скольжения S_m :

$$\varphi = \frac{f_0 \cdot S}{a \cdot S^2 + b \cdot S + c}, \quad (3)$$

где f_0 , a , b , c – набор коэффициентов, определяющих сцепные свойства колеса с дорогой и характеризующих тип покрытия дороги; $\varphi(S_m) = \varphi_{\text{max}}$, при $S_m = \sqrt{\frac{c}{a}}$ (таблица).

Таблица – Коэффициенты, характеризующие сцепные свойства колеса с дорогой [10, 6]

Тип дорожного покрытия	f_0	a	b	c	S_m	φ_m
Сухой асфальтобетон	0,7	0,342	0,612	0,046	0,367	0,811
Мокрый асфальтобетон	0,4	0,400	0,584	0,016	0,200	0,538
Обледенелый асфальтобетон	0,1	0,570	0,398	0,032	0,237	0,150

На рисунке 2 представлена зависимость $\varphi(S)$, аппроксимированная функцией (3).

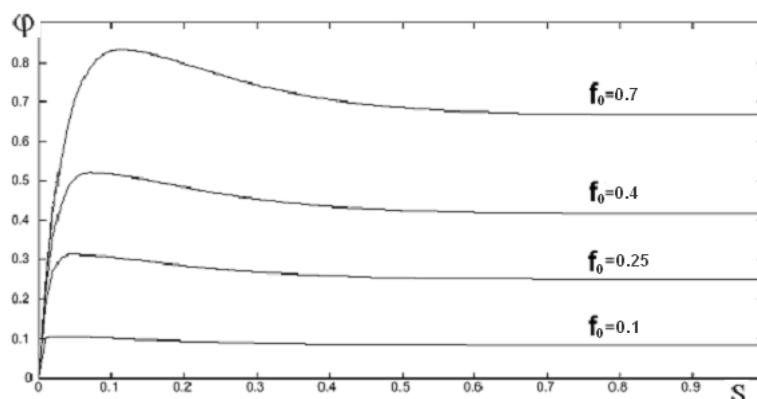


Рисунок 2 – $(\varphi - S)$ – Диаграмма для различных типов поверхности дороги (автомобильное колесо – дорога): $f_0=0,7$ – сухой асфальтобетон, $f_0=0,4$ – мокрый асфальтобетон, $f_0=0,25$ – плотный снег; $f_0=0,1$ – обледенелый асфальтобетон [11]

Таким образом, для описания скоростного режима движения $\omega(t)$ и $V(t)$ автомобильного колеса необходимо знать коэффициент продольного проскальзывания S , который, в свою очередь, определяется соотношением угловой ω и линейной V скоростями колеса. Данная нелинейная задача решается численным методом с погрешностью порядка 10 % за время, превосходящее время протекания рассматриваемого процесса при трёх и более числе колёс транспортного средства [10, 6, 3, 11, 7].

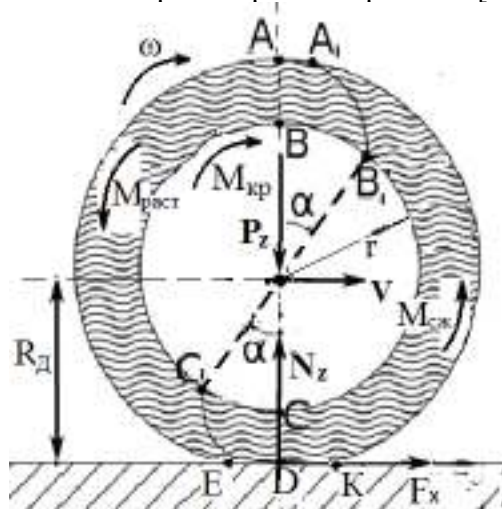


Рисунок 3 – Динамика вращения автомобильного колеса на недеформированной дорожной поверхности: P_z – нагрузка на ось колеса, нормальная к поверхности опоры; N_z – реакция опоры; $M_{кр}$ – крутящий момент, приложенный к колесу; α – угол поворота диска колеса; $M_{сж}$ – момент упругих сил в области сжатия эластичной части колеса; $M_{раст}$ – момент упругих сил в области растяжения эластичной части колеса; F_x – продольная сила в пятне контакта колеса с дорогой; R_d – динамический радиус колеса; r – радиус диска колеса; ω – угловая скорость диска колеса

Целью данной работы является рассмотрение физических процессов в системе «колесо-дорога», протекающих при действии на колесо крутящего момента и разработка на их основе математической модели, позволяющей оценивать коэффициенты продольного сцепления φ и проскальзывания S колеса в режиме реального времени с погрешностью не выше 10 %.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели авторы воспользовались законами физики и математики, результатами экспериментов, выполненных ими на установке по определению силовых факторов, действующих на колесо транспортного средства [9], а также результатами исследований других авторов [10, 6, 11, 7].

Рассмотрим автомобильное колесо на недеформированной поверхности дороги (рисунок 3).

В некоторый момент времени на ось колеса начинает действовать постоянный по величине и направлению крутящий момент $M_{кр}$. В результате диск колеса поворачивается на угол $\alpha(t)$. При этом относительно внешнего наблюдателя реперные точки A , B , C смещаются в положение A_1 , B_1 , C_1 и на участке A_1B_1CDK происходит деформация сжатия, на участке $A_1B_1BC_1CDEA$ – деформация растяжения, в опорной части колеса – продольная деформация. В эластичной части колеса возникают деформационные моменты упругих сил, противодействующие внешнему крутящему моменту $M_{кр}$. Так как угловая деформация в колесе зависит от угла поворота диска, будем её определять через угол поворота диска $\alpha(t)$. В соответствии с законами упругой деформации и принятой терминологией [2], момент упругих сил вследствие угловой деформации колеса $M_{угл}(t)$ можно описать формулой:

$$M_{угл} = C_{кр} \cdot \alpha(t),$$

где $C_{кр}$ – крутильная жёсткость эластичной части колеса.

Продольная сила F_x , возникающая вследствие продольной деформации эластичной части колеса в пятне контакта колеса с дорогой, также создаёт момент силы $M_x(t)$ относительно оси колеса, противодействующий внешнему крутящему моменту $M_{кр}$:

$$M_x = F_x \cdot R_d.$$

Таким образом, результирующий момент на колесе относительно его оси определится уравнением:

$$M(t) = M_{кр} - F_x \cdot R_d - C_{кр} \cdot \alpha(t). \quad (4)$$

Результирующий момент $M(t)$ можно представить в виде:

$$M(t) = I \cdot \frac{d\omega}{dt} = I \cdot \frac{d\omega}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = I \cdot \frac{d\omega}{d\alpha} \cdot \omega,$$

где I – момент инерции колеса относительно его оси.

Уравнение (4) примет вид:

$$\omega \cdot d\omega = \frac{1}{I} \cdot ((M_{кр} - F_x \cdot R_d) - C_{кр} \cdot \alpha(t)) \cdot d\alpha. \quad (5)$$

Мы получили дифференциальное уравнение первого порядка относительно переменной $\alpha(t)$. Найдём вид этой функции в явном виде.

Результаты исследований. Проинтегрировав левую и правую части дифференциального уравнения (5) по соответствующим переменным, получим:

$$\frac{\omega^2}{2} = \frac{1}{I} \cdot \left((M_{кр} - F_x \cdot R_d) \cdot \alpha(t) - C_{кр} \cdot \frac{\alpha^2(t)}{2} \right) + const1.$$

В начальный момент времени $t=0$ угловая скорость колеса $\omega=0$ и угол поворота диска колеса $\alpha=0$, поэтому для выполнения последнего равенства необходимо, чтобы $const1=0$. Следовательно, функция $\omega(t)$ имеет вид:

$$\omega(t) = \sqrt{\frac{1}{I} \cdot (2 \cdot (M_{кр} - F_x \cdot R_{д}) \cdot \alpha(t) - C_{кр} \cdot \alpha^2(t))}. \quad (6)$$

Так как $\omega = \frac{d\alpha}{dt}$, то, подставив в (6) и разделив переменные, получим:

$$\frac{d\alpha}{\sqrt{2 \cdot (M_{кр} - F_x \cdot R_{д}) \cdot \alpha(t) - C_{кр} \cdot \alpha^2(t)}} = \sqrt{\frac{1}{I}} \cdot dt.$$

Проинтегрируем левую и правую части полученного дифференциального уравнения по соответствующим переменным:

$$\alpha(t) = \frac{M_{кр} - F_x \cdot R_{д}}{C_{кр}} \cdot \left(1 - \cos \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{I}} \cdot t + const2 \right) \right).$$

В начальный момент времени $t=0$ угол поворота диска колеса $\alpha=0$, поэтому для выполнения равенства необходимо, чтобы $const2=0$. Тогда функция $\alpha(t)$ примет вид:

$$\alpha(t) = \frac{M_{кр} - F_x \cdot R_{д}}{C_{кр}} \cdot \left(1 - \cos \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{I}} \cdot t \right) \right),$$

или с учётом тригонометрических преобразований:

$$\alpha(t) = \frac{2 \cdot (M_{кр} - F_x \cdot R_{д})}{C_{кр}} \cdot \sin^2 \sqrt{\frac{C_{кр}}{4 \cdot I}} \cdot t. \quad (7)$$

Обсуждение. Подставив функцию (7) в уравнение (4), найдём зависимость результирующего момента на колесе от времени:

$$M(t) = (M_{кр} - F_x \cdot R_{д}) \cdot \left(1 - 2 \cdot \sin^2 \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{4 \cdot I}} \cdot t \right) \right),$$

или с учётом тригонометрических преобразований:

$$M(t) = (M_{кр} - F_x \cdot R_{д}) \cdot \cos \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{I}} \cdot t \right). \quad (8)$$

В некоторый момент времени t_0 упругие силы в эластичной части колеса и в пятне контакта колеса с дорогой скомпенсируют внешний крутящий момент $M_{кр}$, и результирующий момент на колесе станет равным нулю:

$$M(t_0) = (M_{кр} - F_x \cdot R_{д}) \cdot \cos \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{I}} \cdot t_0 \right) = 0. \quad (9)$$

Уравнение (9) имеет два решения:

$$\cos \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{I}} \cdot t_0 \right) = 0 \quad (10)$$

Или

$$M_{кр} - F_x \cdot R_{д} = 0. \quad (11)$$

Из равенства (10) определим момент времени t_0 , при котором упругие силы в эластичной части колеса и в пятне контакта колеса с дорогой скомпенсируют внешний крутящий момент $M_{кр}$:

$$t_0 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{I}{C_{кр}}}. \quad (12)$$

Подставив (12) в (7), получим соответствующий этому моменту времени угол упругой деформации α_0 в эластичной части колеса:

$$\alpha_0 = \frac{(M_{кр} - F_x \cdot R_{д})}{C_{кр}}. \quad (13)$$

Подставив (12) в (6), получим соответствующую этому моменту времени угловую скорость ω_0 :

$$\omega_0 = \frac{(M_{кр} - F_x \cdot R_{д})}{\sqrt{I \cdot C_{кр}}}. \quad (14)$$

Равенство (11) предполагает, что момент угловой деформация колеса мал по сравнению с моментом продольной силы в пятне контакта колеса с дорогой ($M_{угл} \ll M_x$) и крутящий момент компенсируется, в основном, деформационными процессами в опорной части колеса. Тогда сила продольной деформации в опорной части

колеса равна: $F_x = \frac{M_{кр}}{R_{д}}$.

Подставив значение F_x в формулу (1), найдём зависимость коэффициента продольного сцепления φ как функцию внешнего момента $M_{кр}$ при условии равенства нулю результирующего момента $M(t)$ ($\omega = const \neq 0$):

$$\varphi(t) = \frac{M_{кр}(t)}{R_{д} \cdot P_z}. \quad (15)$$

На рисунке 4 представлены графики зависимости $\varphi(t)$, полученные численно по модели (3) [3] (пунктирная линия) и аналитически по модели (15) (сплошная линия). Как видно рисунка, отклонение значений $\varphi(t)$ по модели (15) от значений $\varphi(t)$ по модели (3) менее 10 % при $t < 0,6$ с, что соответствует коэффициенту продольного скольжения $S < S_m$ (рисунок 6).

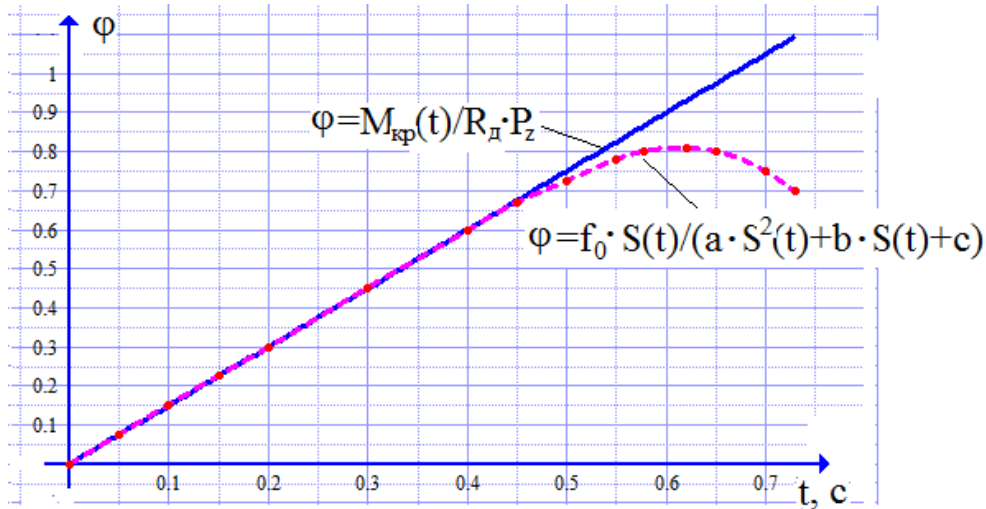


Рисунок 4 – Графики зависимости коэффициента продольного сцепления φ от времени t : пунктирная линия – математическая модель (3), численный расчёт [3]; сплошная линия – математическая модель (15), аналитический расчёт. На ось колеса действует крутящий момента $M_{kp}=1523 \cdot t$; тип поверхности дороги «сухой асфальтобетон»; динамический радиус колеса $R_d=0,28$ м; нагрузка на ось колеса $P_z=3626$ Н, нормальная к поверхности опоры. Коэффициенты f_0 , a , b , c приведены в таблице.

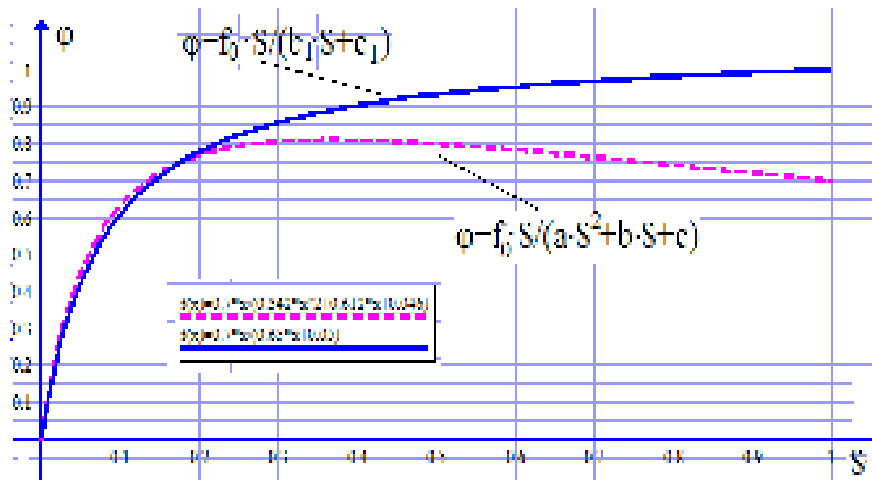


Рисунок 5 – $(\varphi-S)$ – Диаграмма качения автомобильного колеса по недеформированной поверхности дороги типа «сухой асфальтобетон»: пунктирная линия – математическая модель (3), численный расчёт [3]; сплошная линия – математическая модель (16), аналитический расчёт. Значения коэффициентов: $f_0=0,7$; $a=0,342$; $b=0,612$; $c=0,046$; $b_1=0,65$; $c_1=0,05$; $S_m=0,367$

Коэффициент продольного сцепления φ связан с коэффициентом продольного проскальзывания S соотношением (3). Исследования, проведённые различными авторами [10, 6, 3, 11], показывают, что при $S < S_m$ движение колёсного транспортного средства устойчиво управляемое. Поэтому антиблокировочные системы (abs) колёсного транспорта настроены, в соответствии с формулой (2), на соответствующее этому

ограничению соотношение: $\frac{\omega}{V} > \frac{1-S_m}{R_d}$. Из таблицы видно, что для большинства до-

рожных покрытий данное требование выполняется при $S < 0,4$. Поэтому в рамках 10 % погрешности соотношение (3) можно аппроксимировать новой функцией, изменив значения постоянных b и c :

$$\varphi = \frac{f_0 \cdot S}{b_1 \cdot S + c_1}. \quad (16)$$

На рисунке 5 представлены графики функции $\varphi(S)$ по математическим моделям (3) (пунктирная линия) и (16) (сплошная линия). Как видно из этого рисунка, отклонение графика функции (16) от графика функции (3) также менее 10 %, при $S < S_m$.

В области предложенных ограничений из выражений (16) и (15) выразим коэффициент продольного проскальзывания S как функцию крутящего момента $M_{кр}$ на колесе:

$$S = \frac{c_1 \cdot M_{кр}(t)}{R_d \cdot P_z \cdot f_0 - b_1 \cdot M_{кр}(t)}. \quad (17)$$

На рисунке 6 представлены графики зависимости коэффициента продольного проскальзывания S от времени t в соответствии с математической моделью (2) (пунктирная линия, численный расчёт [3]) и математической моделью (17) (сплошная линия, аналитический расчёт), при условии линейной зависимости от времени t величины крутящего момента $M_{кр}$ на колесе [6, 3]:

$$M_{кр}(t) = M_0 \cdot t. \quad (18)$$

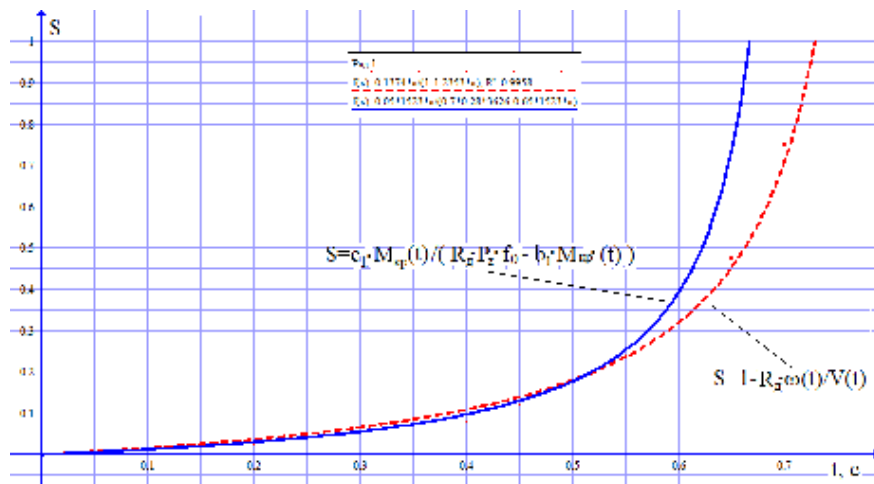


Рисунок 6 – Графики зависимости коэффициента продольного проскальзывания S от времени t : пунктирная линия – математическая модель (2), численный расчёт [3]; сплошная линия – математическая модель (17), аналитический расчёт. На ось колеса действует крутящий момента $M_{кр}=1523 \cdot t$; тип поверхности дороги «сухой асфальтобетон»; динамический радиус колеса $R_d=0,28$ м; нагрузка на ось колеса $P_z=3626$ Н, нормальная к поверхности опоры; $f_0=0,7$; $b_1=0,65$; $c_1=0,05$; $S_m=0,367$

Как видно из этого рисунка, отклонение графика функции (17) от графика функции (3) также менее 10 %, при $S < S_m$.

В то же время, как показано в работе Кузнецова Н.Г. [7], аппроксимация коэффициента продольного сцепления φ по модели (16) до $S=1$ не может быть отвергнута. Некоторые опорные поверхности (например, мокрый асфальтобетон, дорога с твёр-

дым покрытием) могут иметь такую характеристику. Также поверхности, которые приходится обрабатывать машинно-тракторным агрегатом, имеют характеристику, соответствующую математическим моделям (16) и (17) (рисунки 5 и 6). Аппроксимация таких кривых проскальзывания (буксования) на базе трёх реперных точек теоретически обоснованных (при $\delta=1$, $\delta_{\text{ср}}$ и $\delta_{\text{ср}/i}$ в пятне контакта шины) во всей области нагружения ($0 \leq \delta \leq 1$) аппроксимируется обобщённой дробно-рациональной функцией:

$$\delta = \frac{k_{\delta} \cdot p}{1 - (1 - k_{\delta}) \cdot p^3}, \quad (19)$$

где p – относительное тяговое усилие движителя; k_{δ} – коэффициент пропорциональности, численно равный производной от функции $\delta=f(p)$ [7].

Заключение. На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

- при действии на колесо крутящего момента $M_{\text{кр}}$ в эластичной части колеса возникает угловая деформация $\alpha(t)$, описываемая функцией (7);
- на момент времени t_0 (выражение (12)) упругие силы в эластичной части колеса и в пятне контакта колеса с дорогой компенсируют внешний крутящий момент $M_{\text{кр}}$. При этом величины установившейся угловой деформации α_0 эластичной части колеса (выражение (13)) и соответствующей угловой скорости ω_0 колеса (выражение (14)) зависят от динамических характеристик колеса (динамический радиус $R_{\text{д}}$, момент инерции I , крутильная жёсткость $C_{\text{кр}}$) и от величины крутящего момента $M_{\text{кр}}$;
- коэффициент продольного сцепления ϕ колеса с дорогой определяется величиной крутящего момента $M_{\text{кр}}$, действующего на колесо, и динамическими характеристиками колеса (динамический радиус $R_{\text{д}}$ колеса и нормальная нагрузка P_z на ось колеса) (выражение (15) и рисунок 4) при условии, что коэффициент продольного проскальзывания $S < S_{\text{м}}$ (выражение (3));
- связь между коэффициентом продольного сцепления ϕ и коэффициентом продольного проскальзывания S колеса можно описать функцией (16) при условии, что $S < S_{\text{м}}$ (рисунок 5 и таблица);
- коэффициент продольного проскальзывания S определяется величиной крутящего момента $M_{\text{кр}}$, динамическими характеристиками колеса (динамический радиус $R_{\text{д}}$ и нормальная нагрузка P_z на ось колеса) и типом поверхности дороги (выражение (17) и таблица) при условии $S < S_{\text{м}}$ (рисунок 6);
- качественное и количественное (с учётом погрешностей измерений и вычислений) совпадения коэффициента продольного проскальзывания S и коэффициента продольного сцепления ϕ колеса, полученных численно по формулам (2) и (3) и по формулам (17) и (16), при условии $S < S_{\text{м}}$ (рисунки 5 и 6) указывает на адекватность предложенных математических моделей реальному процессу [5].

Библиографический список

1. Балакина, Е.В. Устойчивость движения колёсных машин [Текст] / Е.В. Балакина, В.М. Зотов. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2011. – 464 с.
2. ГОСТ 17697-72 Автомобили. Качение колеса. Термины и определения [Текст]. – М.: Стандартинформ, 1973. – 23 с.
3. Зотов В.М. Анализ влияния коэффициентов эмпирического уравнения (ϕ - S) диаграммы на устойчивость, погрешность и время численного моделирования процессов торможения транспортных средств с использованием автоматизированных систем [Текст] / В.М. Зотов, И.А. Платонов, А.В. Федин // Наземные транспортные средства: межвуз. сб. науч. тр. / ВолГТУ. – Волгоград, 1999. – С. 152-155.

4. Зотов, В.М. Исследование решений дифференциальных уравнений движения колеса в тормозящем режиме [Текст] / В.М. Зотов, Н.М. Зотов, Т.В. Штельмах // 7-й Всероссийский симпозиум по прикладной и промышленной математике. Обзорение прикладной и промышленной математики. – М., 2006. – Т.13. Вып. 4. – С. 646-647.

5. Зотов, В.М. Общий метод построения математических моделей динамических процессов [Текст] / В.М. Зотов, П.В. Зотов, Н.М. Зотов // Прогресс транспортных средств и систем – 2009: матер. Междунар. н.-пр. конф., Волгоград, 13-15 окт. 2009 г.: в 2 ч. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2009. – Ч. 1. – С. 168-169.

6. Иларионов, В.А. Коэффициент сцепления шин с дорогой и безопасность движения: учебное пособие [Текст] / В.А. Иларионов, И.К. Пчелин, Е.И. Калинин / МАДИ. – М.: 1989. – 77 с.

7. Кузнецов Н.Г. Теория тягового баланса энергонасыщенных колёсных тракторов при работе на тяжёлых почвах засушливых зон. [Текст] / Н.Г. Кузнецов. – Волгоград, 2004. – 139 с.

7. Седов, Л.И. Методы подобия и размерности в механике [Текст] / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1981. – 448 с.

8. Ревин А.А. Теория эксплуатационных свойств автомобилей и автопоездов с АБС в режиме торможения: монография [Текст] / А.А. Ревин. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2002. – 372 с.

9. Способ определения силовых факторов, действующих на колесо транспортного средства [Текст] : патент 2539847 РФ, МПК G01M17/013, G01L5/16./ Е.В. Балакина, Н.М. Зотов, В.М. Зотов, А.П. Федин; ВолгГТУ. – 2015.

10. Barwell F.T. Automation and Control in transport. / Wh.Sch., B.Sc., Ph.D., F.I.Mech.E., F.I.C.E. Swansta, U.K. – 1983.

11. Petersen I., Johansen T.A., Kalkkuhl J. and Ludemann J. Wheel slip control in ABS brakes using gain scheduled constrained LQR. – http://www.itk.ntnu.no/ansatte/Johansen_Tor.Arne/ecc6037.pdf, 2001.

Reference

1. Balakina, E. V. Ustojchivost' dvizheniya koljosnyh mashin [Tekst] / E. V. Balakina, V. M. Zotov. - Volgograd: IUNL VolGTU, 2011. - 464 p.

2. GOST 17697-72 Avtomobili. Kachenie kolesa. Terminy i opredeleniya [Tekst]. - M.: Standartinform, 1973. - 23 p.

3. Zotov V. M. Analiz vliyaniya koefitsientov jempiricheskogo uravneniya (? -- S) diagrammy na ustojchivost', pogreshnost' i vremya chislennogo modelirovaniya processov tormozheniya transportnyh sredstv s ispol'zovaniem avtomatizirovannyh sistem [Tekst] / V. M. Zotov, I. A. Platonov, A. V. Fedin // Nazemnye transportnye sredstva: mezhvuz. sb. nauch. tr. / VolgGTU. - Volgograd, 1999. - P. 152-155.

4. Zotov, V. M. Issledovanie reshenij differencial'nyh uravnenij dvizheniya kolesa v tormozyaschem rezhime [Tekst] / V. M. Zotov, N. M. Zotov, T. V. Shtel'mah // 7-j Vserossijskij simpozium po prikladnoj i promyshlennoj matematike. Obozrenie prikladnoj i promyshlennoj matematiki. - M., 2006. - T.13. Vyp. 4. - P. 646-647.

5. Zotov, V. M. Obschij metod postroeniya matematicheskikh modelej dinamicheskikh processov [Tekst] / V. M. Zotov, P. V. Zotov, N. M. Zotov // Progress transportnyh sredstv i sistem - 2009: mater. Mezhdunar. n. -- pr. konf., Volgograd, 13-15 okt. 2009 g.: v 2 ch. / VolgGTU. - Volgograd, 2009. - Ch. 1. - P. 168-169.

6. Ilarionov, V. A. Koefitsient scephleniya shin s dorogoj i bezopasnost' dvizheniya: uchebnoe posobie [Tekst] / V. A. Ilarionov, I. K. Pchelin, E. I. Kalinin / MADI. - M.: 1989. - 77 p.

7. Kuznecov N. G. Teoriya tyagovogo balansa jenergonasyschennyh koljosnyh traktorov pri rabote na tyazhjolyh pochvah zasushlivykh zon. [Tekst] / N. G. Kuznecov. - Volgograd, 2004. - 139 s.

7. Sedov, L. I. Metody podobiya i razmernosti v mehanike [Tekst] / L. I. Sedov. - M.: Nauka, 1981. - 448 p.

8. Revin A. A. Teoriya jekspluatacionnyh svojstv avtomobilej i avtopoezdov s ABS v rezhime tormozheniya: monografiya [Tekst] / A. A. Revin. - Volgograd: IUNL VolGTU, 2002. - 372 p.

9. Sposob opredeleniya silovykh faktorov, dejstvuyuschih na koleso transportnogo sredstva [Tekst] : patent 2539847 RF, MPK G01M17/013, G01L5/16./ E. V. Balakina, N. M. Zotov, V. M. Zotov, A. P. Fedin; VolgGTU. - 2015.

10. Barwell F.T. Automation and Control in transport. / Wh.Sch., B.Sc., Ph.D., F.I.Mech.E., F.I.C.E. Swansta, U.K. - 1983.

11. Petersen I., Johansen T.A., Kalkkuhl J. and Ludemann J. Wheel slip control in ABS brakes using gain scheduled constrained LQR. - http://www.itk.ntnu.no/ansatte/Johansen_Tor.Arne/ecc6037.pdf, 2001.

E-mail: zvmittn@yandex.ru

УДК 631.358

СРАВНЕНИЕ РЕЖУЩИХ АППАРАТОВ СОРГООБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

COMPARISON OF THE SERIAL SEGMENT-FINGER CUTTING APPARATUS SORGHUM-HARVESTERS ACCORDING TO INDICATORS OF TECHNOLOGY

А.С. Фаронов, аспирант

А.И. Ряднов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О.А. Федорова, кандидат технических наук, доцент

A.S. Faronov, A.I. Ryadnov, O.A. Fedorova

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Проведено сравнение серийного сегментно-пальцевого режущего аппарата соргоуборочного комбайна и предлагаемого режущего аппарата с системой контроля отказов по показателям технологичности: контролепригодности, доступности, легкосъемности, блочности, взаимозаменяемости и восстанавливаемости. Для данных показателей технологичности определены соответствующие коэффициенты. Определено, что значение коэффициента контролепригодности для режущего аппарата с системой контроля отказов существенно выше, чем для сегментно-пальцевого. Экспериментальным путем определены значения затрат времени на выполнение операций при замене режущих элементов сегментно-пальцевого режущего аппарата и режущего аппарата с системой контроля отказов. Дана оценка коэффициента доступности для режущих аппаратов: сегментно-пальцевого $K_d = 0,297$ и с системой контроля отказов $K_d = 0,529$. Установлено, что для сравниваемых режущих аппаратов коэффициенты легкосъемности, блочности и взаимозаменяемости равны. Экспериментально определен показатель восстанавливаемости режущих аппаратов – средняя трудоемкость их восстановления, которая для режущего аппарата с системой контроля отказов в 2,17 раза меньше, чем сегментно-пальцевого. Установлено, что режущий аппарат с системой контроля отказов превосходит по показателям технологичности сегментно-пальцевый режущий аппарат. Режущий аппарат с системой контроля отказов рекомендуется для использования в конструкции соргоуборочного комбайна.

A comparison of the serial segment-finger cutting apparatus sorghum-harvesters and proposed a cutting machine with control system failures on the technological parameters: the testability, accessibility, legacyslect, blocking, interchangeability and reproducibility. Appropriate coefficients are determined for these performance indicators. It is determined that the value of the coefficient of controllability for the cutting machine with a failure control system is significantly higher than for the segment-finger. Experimentally determined values of time spent on operations when replacing the cutting elements of the segment-finger cutting machine and cutting machine with failure control system. The estimation of availability coefficient for cutting machines, segment-digital $K_D = 0,297$ and control system failures $K_D = 0,529$. It is established that for a matched cutting machines odds of legacyslect, blocking and interchangeability are equal. The recovery rate of cutting machines is determined experimentally-the average labor intensity of their recovery, which is 2.17 times less for a cutting machine with a failure control system than a segment-finger one. It is established that the cutting machine with failure control system exceeds the segment-finger cutting machine in terms of performance. Cutting machine with failure control system is recommended for use in the construction of the harvester.

Ключевые слова: *соргоуборочный комбайн, показатели технологичности, сегментно-пальцевый режущий аппарат, режущий аппарат с системой контроля отказов.*

Key words: *combine harvester, technological parameters, segment-finger cutting machine, cutting machine with failure control system.*

Введение. Исследования надежности соргоуборочного комбайна [3] показали, что большая часть отказов приходится на жатвенную часть. Чаще всего из строя выходят детали режущего аппарата, к основным поломкам которого можно отнести следующие: поломки сегментов, противорежущих пластин и пальцев; деформации, поломки, ослабления крепления ножа, а также износ и выкрашивание режущей кромки лезвия сегментов. Восстановление работоспособности комбайна приходится выполнять в полевых условиях, что затрудняется его конструктивными особенностями. Поэтому актуальным вопросом является замена сегментно-пальцевого режущего аппарата на режущий аппарат с системой контроля отказов. Ввиду новизны последнего необходимы дополнительные исследования касательно его технологичности и сравнительной оценки по ее основным показателям с сегментно-пальцевым режущим аппаратом.

Материалы и методы. Методической базой для оценки показателей технологичности режущих аппаратов соргоуборочного комбайна послужили положения теории надежности технических средств [4, 2], а также нормативных документов [7, 8]. Используются статистические методы обработки полученных экспериментальных результатов [9].

Результаты и обсуждение. При поломке сегментов режущего аппарата соргоуборочного комбайна [1] наблюдаются потери урожая, которые могут существенно колебаться в зависимости от расположения растений в рядке. Решить проблему снижения потерь урожая возможно путем применения в комбайне режущего аппарата с системой контроля отказов [5], разработанного в Волгоградском ГАУ. При работе режущего аппарата предложенной конструкции допускается поломка одного или даже нескольких режущих элементов без потерь урожая, а система контроля отказов своевременно сигнализирует о количестве поломок и необходимости проведения ремонта. Кроме того, конструкция режущего аппарата позволяет устранять отказы и неисправности в полевых условиях.

Режущий аппарат с системой контроля отказов, как показали наши экспериментальные исследования, превосходит сегментно-пальцевый режущий аппарат по качеству среза растений и некоторым показателям технологичности. Однако его установка на соргоуборочный комбайн без сравнения с предшественником не является рациональной. Поэтому нами проведено сравнение показателей технологичности режущих аппаратов соргоуборочного комбайна серийного сегментно-пальцевого и новой конструкции с системой контроля отказов режущих элементов.

Сравнение режущих аппаратов осуществлялось по показателям технологичности: контролепригодности, доступности, легкосъемности, блочности, взаимозаменяемости и восстанавливаемости [6].

Контролепригодность оценивают коэффициентом контролепригодности [2]:

$$K_k = \frac{N_{6c}}{N_c + N_{6c}}, \quad (1)$$

где N_{6c} и N_c – число агрегатов, контролируемых без снятия и со снятием с машины.

Ввиду конструктивных особенностей режущих аппаратов в большинстве случаев контроль поломок режущих элементов производится визуально, при этом необходимость снятия для последующего контроля теряет смысл. Большое значение в этом слу-

чае приобретает возможность контроля поломок режущих элементов не покидая рабочего места. Поэтому для оценки показателей контролепригодности режущих аппаратов, с позиции их режущих элементов, выражение (1) принимает вид:

$$K_k = \frac{N_{6п}}{N_{п} + N_{6п}}, \quad (2)$$

где $N_{6п}$ и $N_{п}$ – число контролируемых элементов ножа (в учет не берутся соединительные элементы: заклепки и болтовые соединения) без покидания рабочего места и с покиданием.

Используя выражение (2), найдем значения коэффициентов контролепригодности сравниваемых режущих аппаратов (таблица 1).

Таблица 1 – Значения коэффициентов контролепригодности
сравниваемых режущих аппаратов

Тип режущего аппарата	Показатель				Коэффициент контролепригодности
	N_c^*	N_n	$N_{6п}$	N_n	K_k
Сегментно-пальцевый	12	1	1	12	0,083
С системой контроля отказов	25	1	26	0	1

* N_c – количество режущих элементов, шт., N_n – количество ножей режущего аппарата, шт.

Значение коэффициента контролепригодности у режущего аппарата с системой контроля отказов существенно выше аналогичного показателя сегментно-пальцевого режущего аппарата, ввиду возможности контроля поломки режущих элементов с помощью системы контроля отказов.

Доступность может быть оценена коэффициентом доступности:

$$K_d = \frac{T_{осн}}{T_{осн} + T_{доп}}, \quad (3)$$

где $T_{осн}$ – трудоемкость выполнения основной работы; $T_{доп}$ – трудоемкость дополнительных (балластных) работ.

Доступность проведения ремонта режущего аппарата в конструкции соргоуборочного комбайна (рисунок 1) ограничивается расположением подающего транспортера 1 и прямооточной выносной молотильной камеры 3.

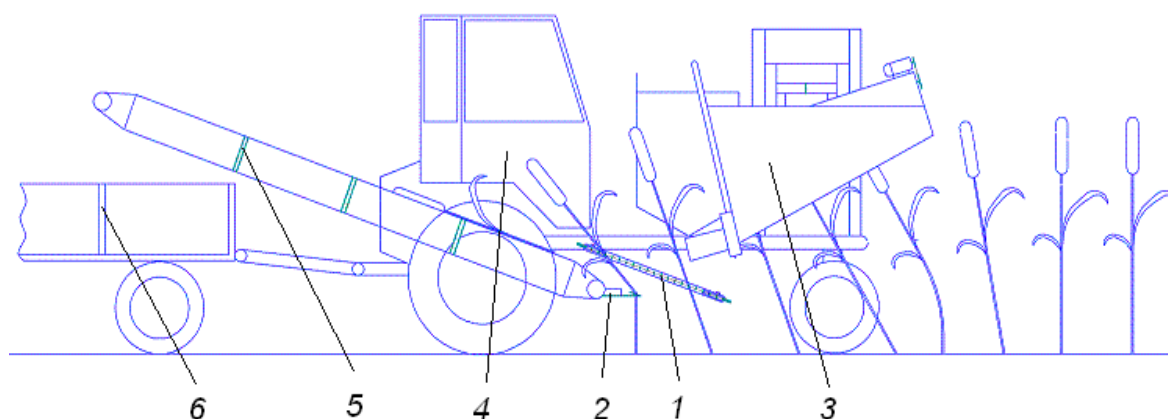


Рисунок 1 – Схема опытного соргоуборочного комбайна
1 – подающий транспортер, 2 – режущий аппарат, 3 – прямооточная выносная молотильная камера, 4 – самоходное шасси Т-16М,
5 – транспортер скошенных растений, 6 – тракторный прицеп 2ПТС-4

Для проведения ремонта необходимо занять позу №9 (рисунок 2).

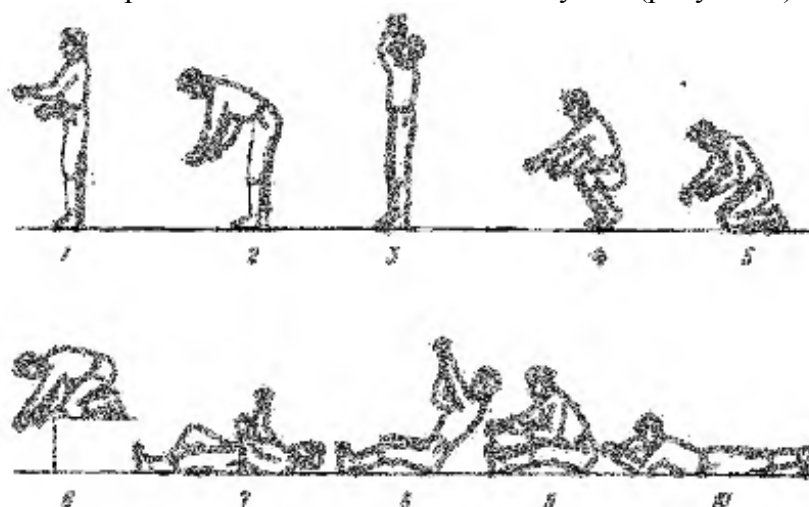


Рисунок 2 – Характерные рабочие позы исполнителей при выполнении операций технического обслуживания и ремонта машин

Так как в предлагаемой конструкции режущего аппарата имеется возможность подвода поломанного режущего элемента к месту демонтажа путем прокручивания ведомой звездочки, то при проведении ремонтных работ более удобной позой исполнителя будет поза №5 (рисунок 2). В этом случае затраты времени на устранение отказа будут минимально возможными при прочих равных условиях.

В результате исследований получены значения затрат времени на выполнение операций при замене режущих элементов режущего элемента сегментно-пальцевого режущего аппарата (таблица 2) и режущего элемента режущего аппарата с системой контроля отказов (таблица 3).

Таблица 2 – Фактические затраты времени и трудоемкость при замене режущего элемента сегментно-пальцевого режущего аппарата одним рабочим

№	Операция	Вид работ	Затраты времени, мин	Трудоемкость, чел.ч
1	Установка ножа в крайнее положение	доп.	1	0,017
2	Снятие с пальцевого бруса частей режущего аппарата прилегающих к сегменту: противорежущий палец, прижим, регулировочные прокладки, пластину трения	доп.	4	0,066
3	Удаление заклепок и демонтаж заменяемого сегмента	осн.	2	0,033
4	Установка на ножевую пластину запасного сегмента	осн.	0,5	0,008
5	Монтаж сегмента с помощью приспособления для клепки сегментов и молотка	осн.	3	0,05
6	Установить на место и закрепить: пластину трения, регулировочные прокладки, прижим и противорежущий палец	доп.	5	0,083
7	Произвести регулировку режущего аппарата	доп.	3	0,05
Суммарное значение		-	18,5	0,307
Суммарное значение по основным работам		осн.	5,5	0,091
Суммарное значение по дополнительным работам		доп.	13	0,216

Таблица 3 – Фактические затраты времени и трудоемкости
при замене режущего элемента режущего аппарата с системой контроля отказов

№	Операция	Вид работ	Затраты времени, мин	Трудоемкость, чел. ч
1	Подвод режущего элемента к месту демонтажа посредством вращения ведомой звездочки цепного контура ножа	доп.	1	0,017
2	Ослабление натяжения цепного контура ножа	доп.	1	0,017
3	Демонтаж болтового (пальцевого) соединения сегмента	осн.	2	0,033
4	Установка запасного сегмента на ножевые пластины	осн.	0,5	0,008
5	Закрепление сегмента посредством болтового (пальцевого) соединения	осн.	2	0,033
6	Натяжение цепного контура ножа	доп.	2	0,033
Суммарное значение			8,5	0,141
Суммарное значение по основным работам		осн.	4,5	0,075
Суммарное значение по дополнительным работам		доп.	4	0,066

Получив значения трудоемкостей основных (осн.) и дополнительных (доп.) работ исходя из выражения (3), нашли коэффициент доступности для исследуемых режущих аппаратов: сегментно-пальцевого $K_d = 0,297$ и с системой контроля отказов $K_d = 0,529$. Полученные значения показателя доступности показали, что данный коэффициент для предлагаемой конструкции режущего аппарата с системой контроля отказов значительно выше, чем для существующего.

Определены также и другие показатели технологичности:

- коэффициент легкосъемности:

$$K_L = 1 - \frac{\Delta T_{\text{дм}}}{T_{\text{дм}}}, \quad (4)$$

где $\Delta T_{\text{дм}}$ – превышение трудоемкости демонтажно-монтажных работ агрегата по сравнению с эталонной, чел.ч; $T_{\text{дм}}$ – трудоемкость демонтажно-монтажных работ агрегата, чел.ч;

- коэффициент блочности:

$$K_B = \frac{N}{N_0}, \quad (5)$$

где N – число деталей, монтируемых и демонтируемых в блоках; N_0 – общее число деталей в машине;

- коэффициент взаимозаменяемости:

$$K_B = \frac{T_{\text{зам}}}{T_{\text{зам}} + T_{\text{подг}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{зам}}$ – трудоемкость основной работы при замене агрегата, сборочной единицы, детали, чел.ч; $T_{\text{подг}}$ – трудоемкость подгоночных работ, чел.ч.

Из-за отсутствия эталонных данных по монтажно-демонтажным работам режущих аппаратов соргоуборочного комбайна сделаем допущение, что значения коэффициента легкосъемности для сравниваемых режущих аппаратов будут равны.

Ввиду рассмотрения показателей технологичности режущих аппаратов с позиции ножа коэффициент блочности будет равен единице, так как число деталей в блоке и общее число деталей совпадает.

Так как отсутствует возможность установки другого типа сегментов на режущий аппарат, то принимаем коэффициент взаимозаменяемости, равный единице.

Показатель восстанавливаемости режущего аппарата – средняя трудоемкость его восстановления определяли экспериментально. При этом фиксировалась продолжительность замены режущего элемента одним рабочим. Полученные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Трудоемкость восстановления режущего аппарата с одним поломанным сегментом

Тип режущего аппарата	T_1^*	T_2	T_3	T_{cp}
Сегментно-пальцевый	0,309	0,312	0,300	0,307
С системой контроля отказов	0,148	0,135	0,140	0,141

* T_1 , T_2 и T_3 – соответственно трудоемкости восстановления режущего аппарата в 1, 2 и 3 опытах, чел.ч; T_{cp} – средняя трудоемкость восстановления режущего аппарата, чел.ч.

Представленные в таблице 4 результаты исследований показали, что средняя трудоемкость восстановления режущего аппарата с системой контроля отказов существенно (в 2,17 раза) меньше, чем сегментно-пальцевого.

Заключение. Таким образом, учитывая все рассмотренные показатели технологичности, отметим, что режущий аппарат с системой контроля отказов существенно превосходит серийный сегментно-пальцевый режущий аппарат. Учитывая этот факт, а также показатели качества среза растений сравниваемыми режущими аппаратами, рекомендуем использовать в конструкции соргоуборочного комбайна режущий аппарат с системой контроля отказов.

Библиографический список

- ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2013.
- ГОСТ 21623-76 Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтпригодности. Термины и определения [Текст].
- Комбайн для уборки сорго [Текст]: патент РФ №2498553, А01D 37/00/ Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В., патентообладатели: Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. — №2012103615/13; заявл. 10.06.12; опубл. 20.11.13, Бюл. № 32.
- Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин [Текст]/ В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для высших учебных заведений).
- Методика выбора скорости соргоуборочного комбайна при отказах режущего аппарата [Текст]/ А.И. Ряднов, О.А. Федорова, Р.В. Шарипов, А.С. Фаронов // Успехи современной науки. – 2017: – № 3 (6). – С. 202 -206.
- Митков, А.Л. Статистические методы в сельхозмашиностроении [Текст] / А.Л. Митков, С.В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с.
- Надежность и эффективность в технике [Текст]: Справочник: в 10 т./ Ред. совет: В.С. Абдуевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1986. т. 3: Эффективность технических систем./ Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крюкова. – 328 с.
- Острейковский, В.А. Теория надежности [Текст]: учебник для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
- Режущий аппарат [Текст]: патент РФ №2609907, А01D 34/83 / А.И. Ряднов, Р.В. Шарипов, А.С. Фаронов, П.А. Коваленко// Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Заявка №2015146244; заявл. 27.10.2015; опубл. 07.02.2017, Бюл. №4.

Reference

- GOST 20915-2011. Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tehniki. Metody opredeleniya uslovij ispytaniy [Tekst]. - M.: Standartinform, 2013.
- GOST 21623-76 Sistema tehničeskogo obsluzhivaniya i remonta tehniki. Pokazateli dlya ocenki remontoprigođnosti. Terminy i opredeleniya [Tekst].

3. Kombajn dlya uborki sorgo [Tekst]: patent RF №2498553, A01D 37/00/ Ryadnov A. I., Sharipov R. V., Semchenko A. V., patentoobladateli: Ryadnov A. I., Sharipov R. V., Semchenko A. V. - №2012103615/13; zayavl. 10.06.12; opubl. 20.11.13, Byul. № 32.

4. Kurchatkin, V. V. Nadezhnost' i remont mashin [Tekst]/ V. V. Kurchatkin, N. F. Tel'nov, K. A. Achkasov. - M.: Kolos, 2000. - 776 p.: il. (Uchebniki i ucheb. posobiya dlya vysshih uchebnyh zavedenij).

5. Metodika vybora skorosti sorgouborochnogo kombajna pri otkazah rezhuschego apparata [Tekst]/ A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova, R. V. Sharipov, A. S. Faronov // Uspehi sovremennoj nauki. - 2017: - № 3 (6). - P. 202 -206.

6. Mitkov, A. L. Statisticheskie metody v sel'hozmashinostroenii [Tekst] / A. L. Mitkov, S. V. Kardashevskij. - M.: Mashinostroenie, 1978. - 360 p.

7. Nadezhnost' i jeffektivnost' v tehnikе [Tekst]: Spravochnik: v 10 t./ Red. sovet: V. S. Abduevskij (pred.) i dr. - M.: Mashinostroenie, 1986. t. 3: Jeffektivnost' tehnicheskikh sistem./ Pod obsch. red. V. F. Utkina, Yu. V. Kryuchkova. - 328 p.

8. Ostrejkovskij, V. A. Teoriya nadezhnosti [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / V. A. Ostrejkovskij. - M.: Vysshaya shkola, 2003. - 463 p.

9. Rezhuschij apparat [Tekst]: patent RF №2609907, A01D 34/83 / A. I. Ryadnov, R. V. Sharipov, A. S. Faronov, P. A. Kovalenko// Zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Volgogradskij GAU. Zayavka №2015146244; zayavl. 27.10.2015; opubl. 07.02.2017, Byul. №4.

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

УДК 623.437.425

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

FEATURES OF TRACK MOVING

А.А. Карсаков, кандидат технических наук, доцент

Р.А. Косульников, кандидат технических наук, доцент

С.Д. Фомин, кандидат технических наук, доцент

Е.А. Назаров, кандидат технических наук, доцент

A.A. Karsakov, R.A. Kosulnikov, S.D. Fomin, E.A. Nazarov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Гусеничному движителю, применяемому на сельскохозяйственных и промышленных тракторах, свойственен ряд преимуществ и недостатков. К числу последних относятся большая неравномерность крутящего момента на ведущих звездочках, обусловленная как неровностями поверхности поля, так и звенчатостью гусеничной цепи. Цель исследования – определить влияние параметров гусеничного движителя (шаг гусеничного обвода, жесткость гусеничного движителя на растяжение, угловая жесткость повороту двух соседних траков) на колебания крутящего момента, ведущих звездочек. Проведенными нами теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что снижение шага гусеничной цепи, уменьшение жесткости гусеницы на растяжение, увеличение угловой жесткости повороту двух соседних траков приводит к уменьшению амплитуды колебаний. Установка вместо серийной гусеницы с шагом 170 мм на трактор ДТ-175С гусеницы с резинометаллическими пальцами шагом 150 мм позволила снизить амплитуду крутящего момента на ведущей звездочке в среднем в 1,8 раза. Установка на трактор резинотросовой гусеницы привела к полному исчезновению колебаний крутящего момента. Снижение пиков давлений приводит к уменьшению вредного воздействия на почву и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Crawler propulsion used on agricultural tractors, has its advantages and disadvantages. The latter include a large unevenness of torque on the drive sprockets, due to both the irregularities of the field surface and the chain link of the track. Particularly large moment unevenness is observed when

plowing finches, when soil moisture is low and hardness is high, while on a pliable soil background, the moment fluctuation will be much lower, while the angular oscillations of the tracks on the support base will be higher, which will lead to additional soil compaction. The calculations allow to define influence of parameters of caterpillar tracks on the fluctuations in the torque, leading asterisks. The reduction of the amplitude of the oscillations is achieved by reducing the step of the caterpillar bypass, reducing the stiffness of the caterpillar mover for stretching, as well as increasing the angular stiffness of the rotation of two adjacent tracks.

Ключевые слова: трактор, гусеничный движитель, ходовая система, крутящий момент.

Key words: crawler propulsion, running system, torque.

Введение. Динамическая составляющая нагруженности трансмиссии трактора в составе агрегата существенно ухудшает эффективность его применения [1, 6, 8, 9]. Колебания момента могут быть вызваны как внутренними факторами, то есть неравномерностью работы двигателя, неравномерностью работы зубчатых передач, так и внешними – неравномерностью обрабатываемой среды, микро- и макрорельефом. Стабилизация нагруженности за счет оптимизации упруго-диссипативных свойств элементов системы «трактор – машина – агрофон» приводит к существенному улучшению эксплуатационных показателей [2-5, 7].

У гусеничного движителя дополнительно возникает значительная динамическая составляющая нагруженности за счет звенчатости гусеничной цепи. Особенно большая неравномерность момента наблюдается при вспашке зяби при низкой влажности почвы, тогда как на податливом почвенном фоне колебания момента будут гораздо ниже, при этом угловые колебания траков на опорном основании будут выше, что приведет к дополнительному уплотнению почвы.

В работах [10-15] на примере гусеничного трактора обоснован и исследован способ уменьшения динамической нагрузки трансмиссии с помощью изменения крутильной жесткости реактивного элемента. Установлено, что при продольном движении с нагрузкой и без нагрузки на крюке снижение отношения максимального крутящего момента к среднему составляет 20 %. В устойчивом повороте с нагрузкой и без нагрузки на крюке на различных скоростях и на различных радиусах поворота отношение максимального крутящего момента к среднему моменту уменьшается на 25 %. В режимах с наибольшей динамической нагрузкой, таких как вход в поворот и выход из поворота, отношение максимального крутящего момента к среднему уменьшается на 20-35 %. Однако параметры гусеничного обвода не рассматривались.

Цель исследования – определить влияние параметров гусеничного движителя (шаг гусеничного обвода, жесткость гусеничного движителя на растяжение, угловая жесткость повороту двух соседних траков) на колебания крутящего момента, ведущих звездочек.

Материалы и методы. В основе методологии исследования лежит математическое моделирование и анализ динамики МТА, экспериментальная верификация в полевых условиях. Используемый метод теоретического исследования – построение абстрактных моделей для исследования реальных объектов. Используемые методы теоретической механики: математические методы классической механики, метод дифференциальных уравнений, методы программного математического моделирования.

Результаты и обсуждение. Для определения влияния отдельных параметров гусеничного движителя на колебания момента рассмотрим схему, состоящую из ведущей звездочки и задней каретки. При этом примем условие, что движение трактора осуществляется по жесткому основанию. Возможно два положения последнего на опорном основании трака. Если:

$$P_K(X_K - X_S) \gg P \cdot l_t \sin \alpha, \quad (1)$$

то трак находится на опорном основании (рисунок 1).

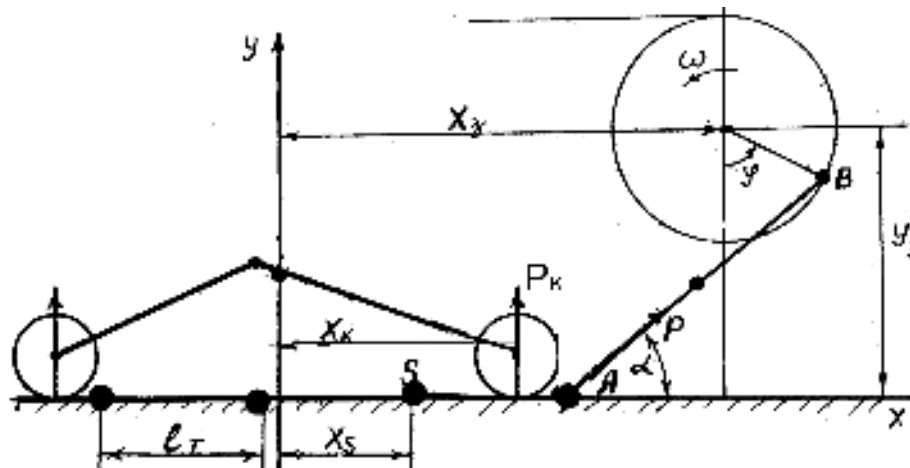


Рисунок 1 – Схема к определению длины l_0

Длина участка гусеничной цепи между точками **A** и **B** l_0 определится:

$$l_0 = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + Y_B^2}, \quad (2)$$

$$X_B = X_3 + R_3 \sin \varphi; Y_B = Y_3 - R_3 \cos \varphi, \quad (3)$$

По мере продвижения трактора вперед X_K уменьшается, и наступит момент, когда выполнится условие:

$$P_K(X_S - X_K) < Pl_T \sin \alpha, \quad (4)$$

В этом случае правый конец трака оторвётся от опорного основания, последний опорный каток вместе с траком поднимется вверх, пружина каретки сжимается и увеличивается усилие со стороны переднего катка на опорное основание (рисунок 2).

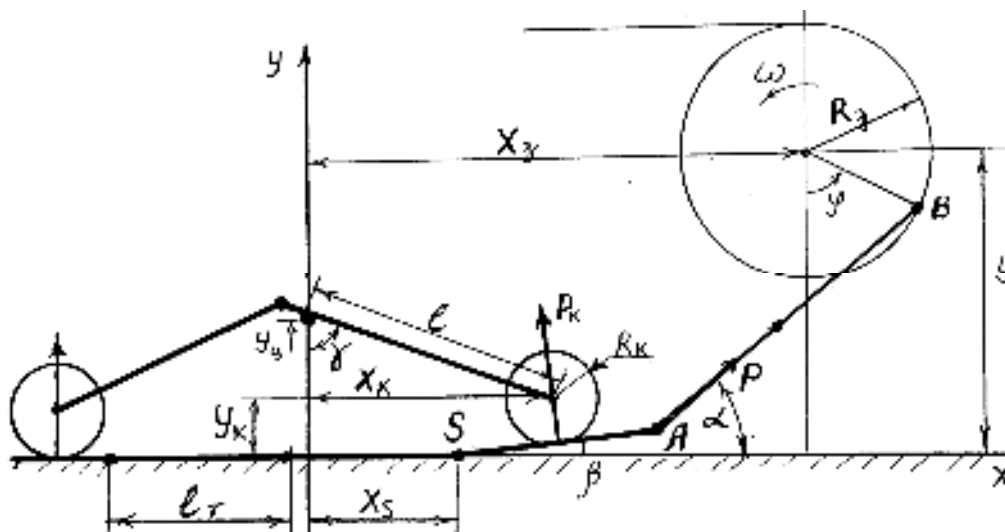


Рисунок 2 – Схема к определению крутящего момента

Координаты центра катка X_K , Y_K определяются по формулам:

$$X_K = \ell \cdot \sin \gamma; \quad Y_K = Y_{Ц} - \ell \cdot \cos \gamma, \quad (5)$$

где ℓ – расстояние от центра катка до оси качения каретки; γ – угол поворота каретки; $Y_{Ц}$ – координата Y оси качения каретки.

Координаты точки A – шарнир последнего трака определяются по формулам:

$$X_A = X_S + \ell_T \cdot \cos(\arccos(\frac{R_K}{\sqrt{(X_K - X_S)^2 + Y_K^2}}) - \arctg(\frac{X_K - X_S}{Y_K})), \quad (6)$$

$$Y_A = \ell_T \cdot \sin(\arccos(\frac{R_K}{\sqrt{(X_K - X_S)^2 + Y_K^2}}) - \arctg(\frac{X_K - X_S}{Y_K})), \quad (7)$$

где R_K – радиус опорного катка; X_S – расстояние от оси вращения каретки до переднего шарнира последнего трака; ℓ_T – шаг гусеничной цепи.

Координаты точки B X_B , Y_B – точки контакта ведущей звездочки с гусеничной цепью определяются по формулам:

$$X_B = X_3 + R_3 \cdot \sin \varphi, \quad (8)$$

$$Y_B = Y_3 - R_3 \cdot \cos \varphi, \quad (9)$$

где X_3 , Y_3 – координаты оси вращения ведущей звездочки; R_3 – радиус ведущей звездочки; φ – угол поворота звездочки.

Угол α определяется по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}, \quad (10)$$

Длина гусеничной цепи между точками A , B определится по формуле:

$$\ell_{Ц} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}. \quad (11)$$

Усилие в гусеничной цепи определяется по формуле:

$$P = (\ell_{Ц} - \ell_0) \cdot C_{Ц}, \quad (12)$$

где $C_{Ц}$ – жесткость на растяжение участка гусеничной цепи между точками A и B .

Момент от силы, действующей на звездочку, определяется по формуле:

$$M_3 = \frac{((Y_B - Y_A) \cdot X_3 + (X_A - X_B) \cdot Y_3 + X_B \cdot Y_A - X_A \cdot Y_B) \cdot P}{\sqrt{(Y_B - Y_A)^2 + (X_A - X_B)^2}}. \quad (13)$$

Дифференциальные уравнения движения составлены на основании схемы, представленной на рисунке 3.

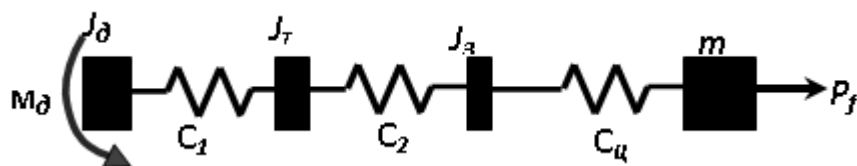


Рисунок 3 – Динамическая модель трактора

$$\ddot{x} \cdot m = P - P_f, \quad (14)$$

$$\ddot{\gamma} \cdot I_k = P \cdot \sin(\alpha - \beta) - P_k, \quad (15)$$

$$\ddot{\varphi}_3 \cdot I_3 = (\varphi_T - \varphi_3) \cdot C_2 - M_3, \quad (16)$$

$$\ddot{\varphi}_T \cdot I_T = (\varphi_D - \varphi_T) \cdot C_1 - (\varphi_3 - \varphi_T) \cdot C_2, \quad (17)$$

$$\ddot{\varphi}_D \cdot I_D = M_D + (\varphi_T - \varphi_D) \cdot C_1, \quad (18)$$

где I_D, I_T, I_3, I_k – моменты инерции маховика двигателя, приведенные моменты инерции вращающихся частей трансмиссии (без ведущей звездочки), ведущей звездочки, задней части каретки; C_1, C_2 – жесткости звеньев от маховика двигателя до трансмиссии, от трансмиссии до звездочки.

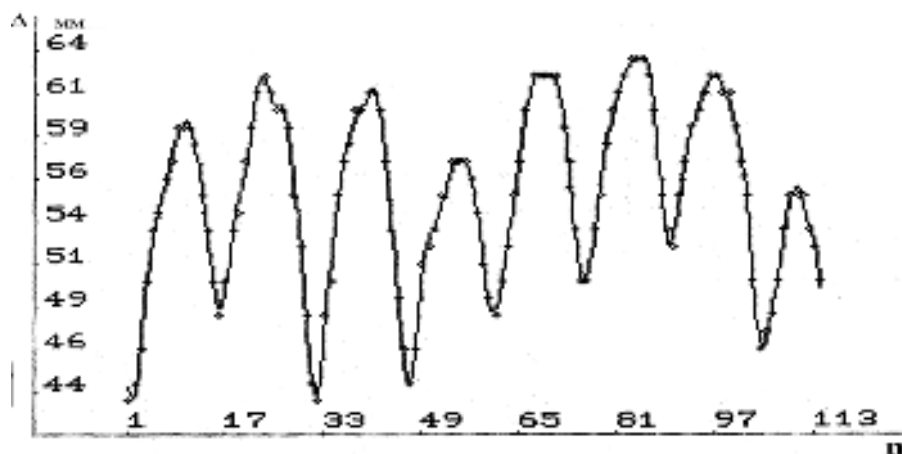


Рисунок 4 – Вертикальные перемещения опорного катка Δ

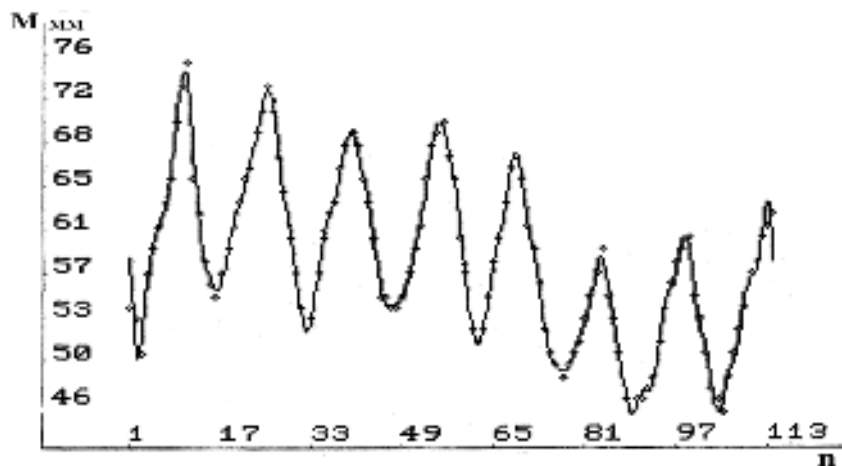


Рисунок 5 – Крутящий момент на ведущей звёздочке M

Из приведенных формул видно, что значение передаваемых усилий определяется целым рядом конструктивных параметров ходовой системы, а также зависит от режимов движения и степени загрузки трактора.

Проведённые с помощью ЭВМ расчёты позволили получить численные значения колебаний последнего опорного катка и крутящего момента на ведущей звёздочке при движении трактора по ровной поверхности, а также возможные пути снижения колебаний.

Проведенные полевые исследования позволили получить данные по изменению крутящего момента M и вертикальному перемещению последнего катка Δ . Данные были обработаны с помощью ПЭВМ.

Было сделано предположение, что процесс изменения момента (смещение катка) представляет собой гармонический ряд, который можно представить в виде:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot \sin wt + B_i \cdot \cos wt), \quad (19)$$

где A_i , B_i – амплитуды гармоник; W – частота колебаний; результирующая амплитуда гармоники определялась по формуле:

$$S_i = \sqrt{A_i^2 + B_i^2}, \quad (20)$$

количество гармоник i варьировалось от 8 до 51.

Результаты обработки представлены на рисунке 6.

На рисунках 4 и 5 точками нанесены экспериментальные данные (данные в миллиметрах осциллограммы), кривая линия – линия теоретическая, полученная в результате машинной обработки.

Представленные графики получены по 31 гармонике. Максимальная ошибка не превосходила 2 %.

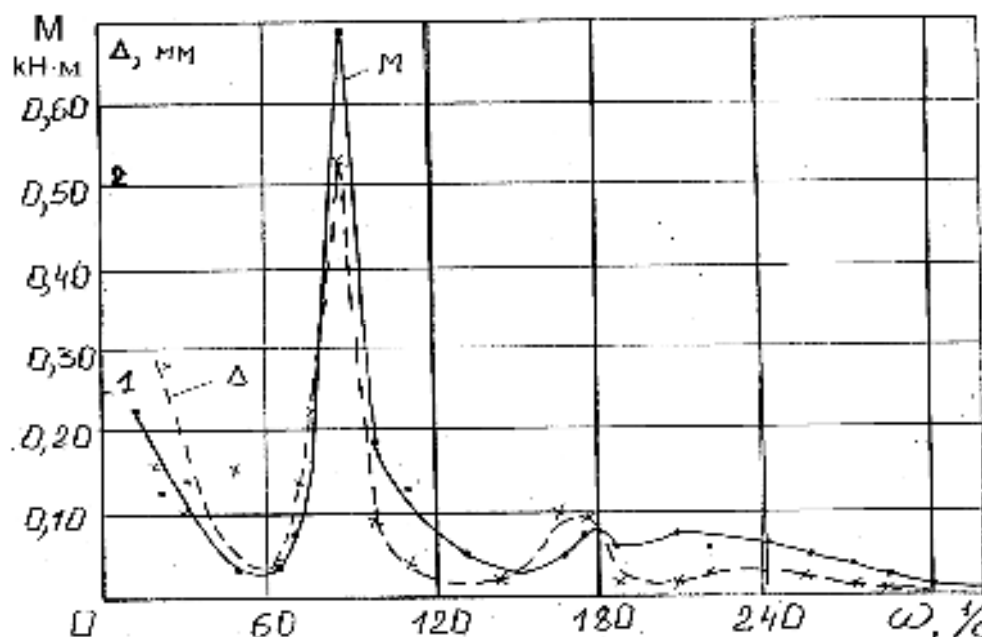


Рисунок 6 – Амплитудно-частотные характеристики вертикального перемещения опорного катка Δ и крутящего момента M

На рисунке 6 показано значение амплитуд гармоник и их частот. Как для крутящего момента, так и для смещения катка наибольшая амплитуда соответствует частоте, которая в точности соответствует частоте вхождения в зацепление зубьев звездочки. Ввиду того что жёсткости элементов трансмиссии трактора ДТ-175С, включая и гусеничную цепь, весьма значительные, малое вертикальное перемещение опорного катка (2,2 мм) вызывает большое изменение крутящего момента на ведущей звёздочке (0,69 кНм).

Снижение шага гусеничной цепи, уменьшение жесткости гусеницы на растяжение, увеличение угловой жесткости повороту двух соседних траков приводит к уменьшению амплитуды колебаний. Так, установка вместо серийной гусеницы с шагом 170 мм на трактор ДТ-175С, гусеницы с резинометаллическими пальцами шагом 150 мм позволило снизить амплитуду крутящего момента на ведущей звездочке в среднем в 1,8 раза. Установка на трактор резинометаллической гусеницы (рисунок 7) привело к полному исчезновению колебаний крутящего момента.

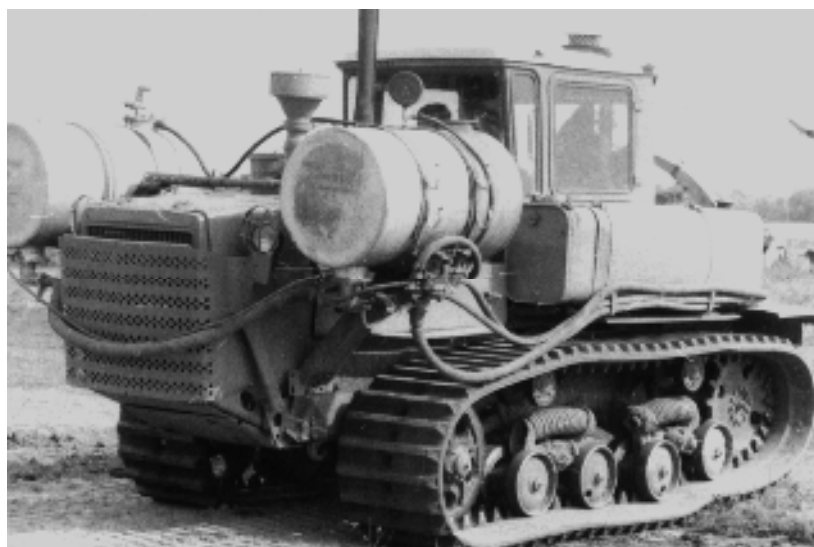


Рисунок 7 – Трактор ДТ-175С с резинометаллическими гусеницами

При работе на податливом основании (культивация паров, посев) колебания момента, обусловленные звенчатостью цепи, значительно ниже, чем на жёстком основании, но угловые колебания траков на опорном основании выше. Наибольшие повторы и пики нормальных давлений на почву наблюдаются у последнего опорного трака. Снижение пиков давлений приводит к уменьшению вредного воздействия на почву и повышению урожайности с.-х. культур.

Заключение. Снижение шага гусеничной цепи, уменьшение жесткости гусеницы на растяжение, увеличение угловой жесткости повороту двух соседних траков приводят к уменьшению амплитуды колебаний. Установка вместо серийной гусеницы с шагом 170 мм на трактор ДТ-175С гусеницы с резинометаллическими пальцами шагом 150 мм позволила снизить амплитуду крутящего момента на ведущей звездочке в среднем в 1,8 раза. Установка на трактор резинометаллической гусеницы привела к полному исчезновению колебаний крутящего момента. При работе на податливом основании (культивация паров, посев) колебания момента, обусловленные звенчатостью цепи, значительно ниже, чем на жёстком основании, но угловые колебания траков на опорном основании выше. Наибольшие повторы и пики нормальных давлений на почву наблюдаются у последнего опорного трака. Снижение пиков давлений приводит к уменьшению вредного воздействия на почву и повышению урожайности с.-х. культур.

Библиографический список

1. Гамаюнов, П.П. Повышение эффективности использования тракторного поезда с использованием параметрической оптимизации универсального тягово-сцепного устройства [Текст] / П.П. Гамаюнов, С.А. Алексеев // Научное обозрение. – 2013. – № 5. – С. 33-36.
2. Гапич, Д.С. Динамика движения упруго закрепленного рабочего органа культиваторного МТА [Текст] / Д.С. Гапич, С.Д. Фомин, Е.В. Ширяева // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 10. – С. 28-32.
3. Карсаков, А.А. О возможности снижения потерь энергии в трансмиссиях мобильных машин [Текст] / А.А. Карсаков, С.Д. Фомин // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2012. – Т. 3. – С. 158-163.
4. Кравченко, В.А. Результаты исследований пахотного агрегата на базе трактора класса 1,4 с УДМ в трансмиссии [Текст] / В.А. Кравченко // Вестник ВИЭСХ. – 2017. – №2 (27). – С. 87-91.
5. Кузнецов, Н.Г. Автоматизация расчета технических характеристик горизонтальных стабилизаторов нагрузки МТА [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 4. – С. 36-38.
6. Кузнецов, Н.Г. Динамическая нагруженность МТА с пневмогидравлической планетарной муфтой сцепления при разгоне с учетом объемного к.п.д. насоса [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Н.С. Воробьева, Д.А. Нехорошев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 3. – С. 259-263.
7. Поливаев, О.И. Снижение динамической нагруженности мобильных энергетических средств от внешних воздействий и повышение их тягово-динамических показателей [Текст] / О.И. Поливаев, В.И. Астанин, Н.В. Бабанин // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3 (11). – С. 50-56.
8. Энергоэффективность машинно-тракторного агрегата на переходных режимах [Текст] / С.Д. Фомин, В.И. Аврамов, Д.С. Гапич, Е.С. Воронцова // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2017. – № 1 (31). – С. 2-7.
9. Эвиев, В.А. Влияние стохастического характера внешней нагрузки на производительность МТА [Текст] / В.А. Эвиев, Н.Г. Очиров, Б.В. Муджигов // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 1. – С. 11-12.
10. Godzhaev, Z., Sokolov-Dobrev, N., Shekhovtsov, V., Lyashenko, M., Shevchuk, V. Influence of case elements vibrations on loading of transmission sections, *Technics of mechanical engineering*. 1 (2009) 23-25
11. Godzhaev, Z., Sokolov-Dobrev, N., Shekhovtsov, V., Lyashenko, M., Shevchuk, V. Influence of linkages stiffness between transmission's case elements and frame on dynamic loading of transmission, *Tractors and agricultural machines*. 10 (2007) 31-35.
12. Kalmykov, A.V., Shekhovtsov, V.V., Sokolov-Dobrev, N.S., Dolgov, K.O. Research of dynamic processes in the caterpillar tractor's transmission in turn, in: Proceedings of International theoretical and practical conference Progress of transport systems and vehicles - 2013. (2013) 161-162.
13. Shekhovtsov, V., Sokolov-Dobrev, N., Lyashenko, M., et. Influence of elements dynamic cohesiveness in power shafting on torsional vibrations spreading and dynamic equality of reducible model *MECHANIKA*. 2014 Volume 20(2): 190-196. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.mech.20.2.6938>
14. Shekhovtsov, V. Decreasing of the Dynamic Loading of Tractor Transmission by means of Change of the Reactive Element Torsional Stiffness/V. Shekhovtsov, N. Sokolov-Dobrev, P. Potapov // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016 *Procedia Engineering* 150 (2016) 1239 – 1244.
15. Shekhovtsov, V., Lyashenko, M. Optimization of dynamic loading of caterpillar tractor's transmission, *Tekhnika mashinostroeniya*. 1 (2005) 65-73.

Reference

1. Gamayunov, P. P. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovaniya traktornogo poezda s ispol'zovaniem parametricheskoj optimizacii universal'nogo tyagovo-scepnogo ustrojstva [Tekst] / P. P. Gamayunov, S. A. Alekseev // Nauchnoe obozrenie. - 2013. - № 5. - P. 33-36.

2. Gapich, D. S. Dinamika dvizheniya uprugogo zakreplennogo rabocheho organa kul'tivatornogo MTA [Tekst] / D. S. Gapich, S. D. Fomin, E. V. Shiryaeva // Traktory i sel'hozmashiny. - 2017. - № 10. - P. 28-32.
3. Karsakov, A. A. O vozmozhnosti snizheniya poter' jenerгии v transmissiyah mobil'nyh mashin [Tekst] / A. A. Karsakov, S. D. Fomin // Agrarnaya nauka - osnova uspehnogo razvitiya APK i sohraneniya jekosistem: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2012. - T. 3. - P. 158-163.
4. Kravchenko, V. A. Rezul'taty issledovaniy pahotnogo agregata na baze traktora klassa 1,4 s UDM v transmissii [Tekst] / V. A. Kravchenko // Vestnik VI}SX. - 2017. - №2 (27). - P. 87-91.
5. Kuznecov, N. G. Avtomatizaciya rascheta tehniceskikh harakteristik gorizontal'nyh stabilizatorov nagruzki MTA [Tekst] / N. G. Kuznecov, D. S. Gapich // Traktory i sel'hozmashiny. - 2014. - № 4. - P. 36-38.
6. Kuznecov, N. G. Dinamicheskaya nagruzhennost' MTA s pnemogidravlicheskoj planetarnoj muftoj scepneniya pri razgone s uchedom ob'emnogo k. p. d. nasosa [Tekst] / N. G. Kuznecov, N. S. Vorob'eva, D. A. Nehoroshev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 3. - P. 259-263.
7. Polivaev, O. I. Snizhenie dinamicheskoy nagruzhennosti mobil'nyh jenergeticheskikh sredstv ot vneshnih vozdeystvij i povyshenie ih tyagovo-dinamicheskikh pokazatelej [Tekst] / O. I. Polivaev, V. I. Astanin, N. V. Babanin // Lesotekhnicheskij zhurnal. - 2013. - № 3 (11). - P. 50-56.
8. Jenergojeffektivnost' mashinno-traktornogo agregata na perehodnyh rezhimah [Tekst] / S. D. Fomin, V. I. Avramov, D. S. Gapich, E. S. Voroncova // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta MAMI. - 2017. - № 1 (31). - P. 2-7.
9. Jeviev, V. A. Vliyanie stohasticheskogo haraktera vneshnej nagruzki na proizvoditel'nost' MTA [Tekst] / V. A. Jeviev, N. G. Ochirov, B. V. Mudzhikov // Traktory i sel'hozmashiny. - 2014. - № 1. - P. 11-12.
10. Godzhaev, Z., Sokolov-Dobrev, N., Shekhovtsov, V., Lyashenko, M., Shevchuk, V. Influence of case elements vibrations on loading of transmission sections, Technics of mechanical engineering. 1 (2009) 23-25
11. Godzhaev, Z., Sokolov-Dobrev, N., Shekhovtsov, V., Lyashenko, M., Shevchuk, V. Influence of linkages stiffness between transmission's case elements and frame on dynamic loading of transmission, Tractors and agricultural machines. 10 (2007) 31-35.
12. Kalmykov, A.V., Shekhovtsov, V.V., Sokolov-Dobrev, N.S., Dolgov, K.O. Research of dynamic processes in the caterpillar tractor's transmission in turn, in: Proceedings of International theoretical and practical conference Progress of transport systems and vehicles - 2013. (2013) 161-162.
13. Shekhovtsov, V., Sokolov-Dobrev, N., Lyashenko, M., et. Influence of elements dynamic cohesiveness in power shafting on torsional vibrations spreading and dynamic equality of reducible model MECHANIKA. 2014 Volume 20(2): 190-196. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.mech.20.2.6938>
14. Shekhovtsov, V. Decreasing of the Dynamic Loading of Tractor Transmission by means of Change of the Reactive Element Torsional Stiffness/V. Shekhovtsov, N. Sokolov-Dobrev, P. Potapov //International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016 Procedia Engineering 150 (2016) 1239 - 1244.
15. Shekhovtsov, V., Lyashenko, M. Optimization of dynamic loading of caterpillar tractor's transmission, Tekhnika mashinostroeniya. 1 (2005) 65-73.

E-mail: fsd_58@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ / ABSTRACTS

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

Овчинников А.С., Бородычев В.В., Храбров М.Ю., Колесова Н. Г. Многоцелевое применение оросительных систем Ovchinnikov A.S., Borodychev V.V., Hrabrov M.Yu., Kolesova N.G. The multipurpose use of irrigation systems	9
Дубенок Н.Н., Болотин Д.А., Фомин С.Д., Болотин А.Г. Обоснование водного режима почвы при капельном орошении семенных посадок картофеля в Нижнем Поволжье Dubenok N.N., Bolotin D.A., Fomin S.D., Bolotin A.G. Substantiation of the water regime of soil under drip irrigation of seed potato fields in the Lower Volga region	18
Бородычев В.В., Кулик А.К., Кулик Н.Ф. Неистощительное водопитание и опреснение речных вод Донского региона Borodichev V.V., Kulik A.K., Kulik N.F. Remaining water supply and reduction of river waters of the Don region	26
Кружилин И.П., Ганиев М.А., Кузнецова Н.В., Родин К.А. Динамика суммарного водопотребления и урожайность периодически увлажняемого риса при дождевании и капельном поливе в Волгоградской области Kruzhilin I.P., Ganiyev M.A., Kuznetsova N. V., Rodin K.A. Dynamics of total water consumption and productivity of periodically humidified rice at overhead irrigation and drop watering in the Volgograd region	34
Воронина В.П., Узолин А.И., Кулик А.В. Биологическая продуктивность пастбищных экосистем суходольных водосборов Среднего Дона Voronina V.P., Uzolin A.I., Kulik A.V. Biological productivity of pasture ecosystems of dryland catchments of the Middle Don	43
Григорьева Л.В., Куликова Н.А., Гиченкова О.Г. Влияние регуляторов роста при микроклональном размножении смородины черной Grigor'eva L.V., Kulikova N.A., Gichenkova O.G. Effect of growth regulators for microclonal breeding of black currant	50
Дронова Т.Н., Бородычев В.В., Бурцева Н.И., Дергачева И.А., Дергачев А.А. Особенности получения оздоровленного семенного материала картофеля при орошении Dronova T.N., Borodychev V.V. Burtseva N.I. Dergacheva I.A., Dergachev A.A. Features get improved seeds-tion of the material of potatoes under irrigation	56
Зеленев А.В., Семинченко Е.В. Солома – важный фактор биологизации при возделывании зернового сорго на светло-каштановых почвах Волгоградской области Zelenev A.V., Seminchenko E.V. Straw is an important factor of biological function in the cultivation of grain sorghum in the Volga Region	62
Колебошина Т.Г., Варивода О.П., Егорова Г.С., Галичкина Е.А. Изучение наследования вегетационного периода у гибридов дыни в условиях Волгоградского Заволжья Koleboshina T.G., Varivoda O.P., Egorova G.S., Galichkina E.A. Studying the inheritance of the growing season in hybrids of melons in the conditions of the Volgograd Transvolga	69

Кулик К. Н., Барабанов А. Т., Панов В. И. Оригинальная теория рельефообразования и основы противозерозионной мелиорации А.С. Козменко Kulik K.N., Barabanov A.T., Panov V.I. The A.S. Kozmenko original theory of relief formation and the foundations of antierousional melioration	76
Дубенок Н.Н., Болотин Д.А., Новиков А.А., Болотин А.Г. Эффективность использования водных ресурсов в орошаемом земледелии Dubenok N.N., Bolotin D.A., Novikov A.A., Bolotin A.G. The water use efficiency in irrigated agriculture	83
Воронина В.П., Шубнова М.В. Продуктивность и биоразнообразие кустарниковых пастбищ с участием <i>Chamaecytisus Borysthenticus</i> в аридных агроландшафтах Voronina V.P., Subnova M.V. The productivity and biodiversity of shrub pastures with the participation of <i>Chamaecytisus Borysthenticus</i> in arid agrolandscapes	90
Колебошина Т.Г., Егорова Г.С., Белов С.И. Влияние сроков хранения на содержание сахаров в мякоти и коре арбуза Koleboshina T.G., Egorova G.S., Belov S.I. Influence of shelf life on the content of sugars in pulp and bark of watermelon	99
Лобойко В.Ф., Карпов А.В., Подковыров И.Ю., Вдовенко А.В. Исследование влияния шламов нефтеперерабатывающих предприятий на рост и развитие лекарственных и плодово-ягодных растений Loboyko V.F., Karpov A.V., Podkovyrov I.Yu., Vdovenko A.V. Study of the influence of sludge of refineries on the rise and development of medicinal and fruit plants ...	105
Мелихов В.В., Мамин В.Ф., Кошкарлова Т.С., Вронская Л.В. Эколого-мелиоративные принципы типизации луговых лиманов Прикаспия. Термины и понятия Melikhov V.V., Mamin V.F., Koshkarova T.S., Vronskaya L.V. Ecological-meliorative principles of typesis of lung limans of Precast. Terms and concepts	111
Медведев Г.А., Рязанов А.А. Влияние сроков посева и регуляторов роста растений на урожайность рыжика озимого Medvedev G.A., Ryazanov A.A. Influence of sowing times and plant growth regulators on the camelina sativa yield	117
Мушинский А.А., Аминова Е.В., Дергилева Т.Т. Продуктивность селекционных гибридов картофеля в орошаемых условиях степной зоны Южного Урала Mushinskiy A.A., Aminova E.V., Dergileva T.T. The productivity of breeding hybrids of potato in irrigated conditions in the steppe zone of the Southern Urals	123
Толоконников В.В., Канцер Г.П., Кошкарлова Т.С., Плющева Н.М., Кожухов И.В. Сортовая отзывчивость сои на режим орошения Tolokonnikov V. V., Kantser G. P., Koshkarova T.S., Plyushchev N.M., Kozhukhov I.V. Soya sole response to irrigation	128
Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н., Костыренко О.В. Продуктивность гибридов огурцов при возделывании по ресурсосберегающей технологии в условиях капельного орошения Tyutyuma N.V., Bondarenko A.N., Kostyrenko O.V. Productivity of cucumbers' hybrids in cultivation by resource-saving technology in the conditions of drip-irrigation	133

Боровой Е.П., Ходяков Е.А., Кременской В.И., Джапарова А.М. Перспектива выращивания свеклы при поливе очищенной сточной водой в Крыму Borovoy E.P., Khodyakov E.A., Kremenskoj V.I., Dzharparova A.M. The growing of the beet under irrigation of purified wastewater	145
Карпова Т.Л., Комарова О.П. Особенности формирования энтомокомплексов в орошаемых севооборотах Волго-Донского Междуречья Karпова T.L., Komarova O.P. Specific features of entomocomplexes' formation in the irrigated crop rotations of Volga-Don interfluvium	152
Лёвкина К.В., Михальчёва Е.А. Продуктивность сортов озимой твердой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области Levkina K.W., Mikhalycheva E.A. Productivity of varieties of winter hard wheat in light-chestnut soils of Volgograd region	158
Нуждина Н.Н., Ермолаева Т.Я., Кайргалиев Д.В., Лихолетов Е.А. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой ржи Nuzhdina N.N., Ermolaeva T.Ya., Kairgaliev D.V., Liholetoy E.A. Crop productivity and quality of grain of modern varieties of winter rye	165
Соловьёва О.А., Лихоманова М.А. Энергетическая оценка режимов орошения при возделывании овощных культур в условиях Волгоградской области Solovyeva O.A., Likhomanova M.A. Energy evaluation of irrigation regimes during the cultivation of vegetable cultures in the conditions of the Volgograd region	172
Климова И.И., Тютюма Н.В., Ячmeneва Е. В., Федорова В.А. Эффективность применения микробиологических препаратов на яровых зерновых культурах в засушливых условиях Астраханской области Klimova I.I., Tyutyuma N.V., Yachmeneva E. V., Fedorova V.A. Effectiveness of using microbiological preparations on straw grain crops in dry conditions of Astrakhan region	179
Толоконников В.В., Новиков А.А., Комарова О.П., Кошкарлова Т.С. Особенности высокорентабельного возделывания среднеспелых сортов сои в условиях орошения Tolokonnikov V. V., Novikov A.A., Komarova O.P., Koshkarova T.S. Specific features of a highly efficient cultivation of soy medium ripened varieties in irrigation conditions	185
Маховикова Т.Ф., Сивцева С.Н., Рыбашлыкова Л.П. Интродукция и перспективы выращивания стевии в Западном Прикаспии Maschovikova T.F., Sivceva S.N., Rybashlykova L.P. Introduction and prospects of cultivation of stevia in the Western Caspian	191
Селиванова В.Ю., Болдырь Д.А. Энергоэффективность осадков вегетационного периода яровой пшеницы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья Selivanova V.U., Boldyr' D. A. Energy efficiency of sediments of vegetational period of spring wheat in the dry-free zone of the Lower Volga	196
Вогель Д.К., Юфёрев В.Г. Оценка лесных насаждений Волго-Ахтубинской поймы на основе фотограмметрической обработки данных цифровой аэросъемки Vogel' D. K., Yuferev V.G. Assessment of forest plantations in the Volga-Akhtuba floodplain on the basis of photogrammetric processing of digital aerial	203

Караева Л.Ю., Курбанов С.А., Магомедова Д.С. Перспективная технология производства подсолнечника в Республике Дагестан Karaeva L.U., Kurbanov S.A., Magomedova D.S. Perspective technology of sun-flower production in the Republic of Dagestan	209
Онищенко Ю.В., Петров Н.Ю. Совершенствование технологии возделывания гречихи на южных черноземах Волгоградской области Onishchenko Y.V., Petrov N.Y. Improvement of technology of cultivation of buckwheat in the southern black soils of the Volgograd region	215
Филин В.И., Коновалов А.А., Цепляев, А.Н., Тибирийков А.П. Результаты исследования влияния гидрогеля на формирова-ние всходов семян тыквы «Волжская серая» на светло-каштановых почвах Волгоградской области Filin V.I., Konovalov A.A., Tseplyaev A.N., Tibirkov A.P. The results of the study impact of hydrogel on the formation of the germination of pumpkin seeds "Grey volga" on light-brown soils of the Volgograd area	223
Абонеев В.В., Чамурлиев Н.Г., Колосов Ю.А., Марченко В.В., Абонеев Д.В., Ларионов Р.П. Шерстная продуктивность молодняка овец разного происхождения Aboneev V.V., Chamurliiev N. G., Kolosov J.A., Marchenko V.V., Aboneev D.V., Larionov R.P. The wool productivity of young sheep of different origin	230
Варакин А.Т., Кулик Д.К., Саломатин В.В., Ряднов А.А. Продуктивность откармливаемых баранчиков в условиях естественного пастбища Varakin A.T., Kulik D.K., Salomatin V.V., Ryadnov A.A. Productivity of fattened sheep in conditions of natural pasture	236
Злепкин А.Ф., Саломатин В.В., Паршкова В.О. Биохимические показатели крови, характеризующие белковый обмен у цыплят-бройлеров при введении в рацион селенсодержащих препаратов Zlepkin A.F., Salomatin V.V., Parshkova I.N. Biochemical indicators of blood characterizing proteins of chicken-broilers when introducing a selenium-containing preparation in the ration	242
Чамурлиев Н.Г., Филатов А.С., Шперов А.С., Муртазаева Р.Н., Амирханян А.Р. Физиологические показатели и резистентность организма баранчиков при скармливании гранулированных экструдированных комбикормов-концентратов Chamurliiev N.G., Filatov A.S., Shperov A.S., Murtazaeva R.N. Amirkhanyan A.R. Physiological indicators and resistance of the organism of baranciques at the cleaning of granulated extruded combined concentrates	247
Николаев С.И., Тарушкин А.А., Тюбина А.Г. Влияние бад «эльтон» на желудочно-кишечный тракт молодок кур Nikolaev S.I., Taryshkin A.A., Tubina A.G. Dietary supplement influence elton on digestive tract of young women of hens	251
Санжеев А.П., Николаев С.И., Корнилова Е.В., Михина А.А., Севко Д.А. Существующие проблемы и пути их решения при анализе аминокислотного состава продукта Sanjeev A.P., Nikolaev S.I., Kornilova E.V., Mikhina A.A., Sevko D.A. Existing problems and ways of their solution in the analysis of amino acid composition	258
Ранделин А.В., Ранделин Д.А., Суторма О.А., Ранделина В.В. Эффективность оценки быков производителей ангусской породы по качеству потомства и бычков по собственной продуктивности Randelin A.V., Randelin D.A., Sutorma O.A., Randelina V.V. Ehe evaluation of bulls angus breed for quality of progeny bulls and productivity	264

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

- Дубенок Н.Н., Майер А.В.** Совершенствование системы мелкоструйчатого внутрипочвенного орошения многолетних насаждений в сочетании с аэрозольным увлажнением
Dubenok N. N., Mayer A.V. Improvement of system of melkostruychatogo of the intra soil irrigation of long-term plantings in the combination aerosol moistening 269
- Ахмедов А.Д.** Метод определения основных параметров системы внутрипочвенного орошения
Akhmedov A.D. Method of definition of the main parameters of the system of intrasoil irrigation 275
- Костылева Л.В., Гапич Д.С., Моторин В.А., Новиков А.Е., Курбанов Д.Б.** Повышение износостойкости почвообрабатывающих рабочих органов за счет структурирования высокоуглеродистых сплавов
Kostyleva L.V., Motorin V. A., Gapich D.S., Novikov A.E., Kurbanov D.B. Increase of wear-resistance of soil-processing working bodies for the account of structuring of high-carbon alloys 283
- Кочеткова О. В., Подковыров И.Ю.** Формализация и анализ технологических процессов первичной переработки хлопка-сырца
Kochetkova O.V., Podkovyrov I.Y. Formalization and analysis of technological processes of primary processing of cotton-raw maternal 291
- Новиков А.Е., Филимонов М.И., Ламскова М.И.** Моделирование процесса выделения осадка с удобрительно-мелиорирующими свойствами из рассола хлорида натрия в центрифугах
Novikov A.E., Filimonov M.I., Lamskova M.I. Modeling the process of production sediment with convenient-melioring properties from saturation of sodium chloride in centrifuges 300
- Рогачев А.Ф.** Системный анализ и прогнозирования временных рядов урожайности на основе автокорреляционных функций и нейросетевых технологий
Rogachev A.F. System analysis and forecasting of time series of crop production based on autocorrelation functions and neural network technologies 309
- Семененко С.Я., Чушкин А.Н., Лытов М.Н., Чушкина Е.И.** Особенности построения гидравлической модели системы капельного орошения с модулем электрохимической обработки воды
Semenenko S.Y., Chushkin A.N., Lytov M.N., Chushkina E.I. Features of construction of the hydraulic model of trickle irrigation system with a module of electrochemical water treatment 317
- Юдаев И.В., Глобин А.Н., Плотникова Н.В.** Оптимизация эффективности применения ротационного насоса-дозатора перистальтического действия
Yudaev I.V., Globin A.N., Plotnikova N.W. Performance optimization of application rotary dosing pump peristaltic action 324
- Юрченко И.Ф.** Расчет риска мероприятий повышения работоспособности объектов мелиоративного водохозяйственного комплекса
Yurchenko I. F. Risk estimation of the measures for the reclamation facilities efficiency increase of the water management system 330

Зотов В.М., Хавронина В.Н., Балакина Е.В., Зотов Н.М. Физический метод оценки коэффициента продольного проскальзывания автомобильного колеса на твёрдой поверхности Zotov V.M., Khavronina V. N., Balakina E.V, Zotov N.M. Physical method of estimation of coefficient a slippage of automobile wheel on a solid surface	338
Фаронов А.С., Ряднов А.И., Федорова О.А. Сравнение режущих аппаратов соргоуборочного комбайна по показателям технологичности Faronov A.S., Ryadnov A.I., Fedorova O.A. Comparison of cutting machines corroborates combine the manufacturability	349
Карсаков А.А., Косульников Р.А., Фомин С.Д., Назаров Е.А. Особенности работы гусеничного движителя Karsakov A.A., Kosulnikov R.A., Fomin S.D., Nazarov E.A. Features of track moving	355
СОДЕРЖАНИЕ/ABSTRACTS	364

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется принципами научности, объективности и беспристрастности.

Содержание статьи должно соответствовать одной из следующих отраслей науки и групп специальностей:

Технические науки

Сельскохозяйственные науки

- 05.18.00 Технология продовольственных продуктов
- 05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем
- 06.01.00 Агрономия
- 06.02.00 Ветеринария и Зоотехния
- 06.03.00 Лесное хозяйство

1. Технический анализ рукописи осуществляется ответственным секретарем журнала, согласно требованиям для авторов, в трехдневный срок после представления рукописи (в электронной и печатной формах) и передается на проверку оригинальности авторского текста в Центр наукометрического анализа международных систем индексирования (НАМСИ).

2. Проверка **оригинальности** авторского текста, ссылки на использованные источники, степени заимствования осуществляется в трехдневный срок **по всем коллекциям** в системе Antiplagiat.ru. Допустимый объем цитирований (корректного заимствования) – не более 30 % от общего объема статьи (некорректные заимствования не допускаются).

3. Передача на рецензирование осуществляется зам. главного редактора после технического анализа и проверки оригинальности авторского текста, в течение трех дней с момента получения полного пакета документов статьи. Осуществляется рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки. Рецензирование статьи производится **независимыми экспертами** журнала в течение 30 дней с момента получения рукописи. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет. При наличии существенных замечаний рукопись возвращается авторам с письменным перечислением замечаний, требующих устранения.

4. В журнале используются следующие модели рецензирования:

а) одностороннее слепое рецензирование (singl-blind reviewing): рецензент знает имя автора, но автор не знает имени рецензента;

б) двухстороннее слепое рецензирование (double-blind reviewing): рецензент и автор не знают имён друг друга.

При этом в каждом конкретном случае (с учетом возможности возникновения конфликтных ситуаций) модель рецензирования и количество рецензентов могут варьироваться.

5. Повторное рецензирование осуществляется после предоставления варианта статьи с устраненными замечаниями в течение не более 30 дней. При трехкратном повторном возврате рукописи с замечаниями рецензента вопрос о ее принятии или отклонении решается на заседании редакционной коллегии.

6. Решение о публикации принимается в соответствии с Уставом редакции главным редактором на основе научных рецензий и мнения членов редколлегии. При принятии решения о публикации главный редактор руководствуется достоверностью представленных данных и научной значимостью рассматриваемой работы.

7. В случае принятия решения о публикации в течение трех дней рукопись статьи передается профессиональному переводчику для перевода на английский язык, который осуществляется в течение двух дней.

8. Редакция издания направляет авторам предоставленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса. Рукописи возврату не подлежат.

Оформление статьи должно соответствовать Межгосударственным и национальным стандартам Российской Федерации по издательскому делу.

Статья представляется в редакционно-издательский центр в печатном виде (на листах формата А4) с приложением электронной версии (в формате Word Windows), полностью совпадающим с бумажным вариантом. Статья должна иметь УДК (можно определить на сайте <http://teacode.com/online/udc/>). Количество авторов – не более четырех.

Статья набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими установками: поля страницы сверху, снизу – 2,4 см; слева, справа – 2,8 см. Стиль обычный. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта 14. Межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный, режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Количество строк на одной странице – 29 ± 3 , знаков в строке – 65 ± 3 . Абзацный отступ должен быть одинаковым по тексту – 1,27 см.

Рисунки, схемы, фотографии представляются в формате PDF, JPEG, TIFF разрешением не ниже 300 dpi (сканировать таблицы, схемы, рисунки не допускается).

В статье помещаются: УДК, название статьи, инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, звание автора (ов), аннотация (строго 150-200 слов); ключевые слова.

В статье следует четко выделять следующие составные части:

1. Введение.
2. Материалы и методы.
3. Результаты.
4. Обсуждение.
5. Заключение.
6. Библиографический список.

Особое внимание следует уделить *полноте пристатейного библиографического списка* (не менее 12-15 источников, в том числе отражающих зарубежные исследования). При этом необходимо избегать *недобросовестного цитирования* (необоснованного «накручивания» цитат, а также самоцитирования), *некорректного цитирования* (неоправданного содержанием цитируемых статей). *Цитирование должно быть максимальным, но обоснованным. Недостаточное или избыточное цитирование снижает рейтинг журнала.*

В конце работы ставятся дата и подпись автора (авторов); приводятся сведения об авторе (авторах): место работы, факультет, кафедра (отдел, научное подразделение), ученое звание, направление исследования, контактные телефоны, почтовый и электронный адреса.

Рекомендованный объем статьи (вместе с переводом аннотации и библиографического списка) **10-12 стр.**

Библиографические ссылки на список литературы должны быть оформлены с указанием в строке текста в квадратных скобках цифрового порядкового номера. В случае ссылки на точную цитату – необходимо дополнительно указать через запятую номера соответствующих страниц.

Список литературы составляется в алфавитном пронумерованном порядке, он должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1 – 2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Требования и правила», ГОСТ Р 7.0.5. – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» с указанием обязательных сведений библиографического описания.

RULES OF SUBMITTING, REVIEWING AND PUBLICATION OF SCIENTIFIC ARTICLES

The journal editorial board relies on the principles of scientificity, objectivity and impartiality.

The article content should correspond to one of the following branches of science and groups of specialties:

Engineering sciences

Agricultural sciences

- 05.18.00 Technology of food products
- 05.20.00 Processes and machines of agroengineering systems
- 06.01.00 Agronomy
- 06.02.00 Veterinary and Zootechnics
- 06.03.00 Forestry

1. The technical analysis of the manuscript is performed by the journal's responsible secretary, according to the requirements for the authors within three days after the submitting of the manuscript (in electronic and printed form) and the text is directed to the Center for Scientific Metric Analysis of International Indexing Systems for authenticity verification.

2. The author's text **authenticity** verification references to the sources used, the degree of borrowing is carried out within three days for all collections in the Antiplagiat.ru system. The allowed volume of citations (correct borrowing) is no more than 30% of the total volume of the article (incorrect borrowing is not allowed).

3. The direction for the review is carried out by the deputy editor-in-chief after the technical analysis and the authenticity verification within three days after the receiving of the article full package of documents. The journal reviews all materials coming to the editorial board that are relevant to its subject matter, with the aim of their expert evaluation. The journal independent experts review the article within no more than 30 days after the manuscript submission. All reviewers are recognized experts in the subject matter of the reviewed materials and have publications on the subject of the article under review during the last 3 years. The reviews are kept in the publishing house and in the journal editorial office during 5 years. If there are substantial comments, the manuscript is returned to the authors with a written list of the remarks that require elimination.

4. The following review methods are used in the journal:

A) One-sided blind reviewing (single-blind reviewing): the reviewer knows the author's name, but the author does not know the name of the reviewer;

B) Double-blind reviewing: the reviewer and the author do not know each other's names.

At the same time, in each case (taking into account conflict situations), the review method and the number of reviewers can vary.

5. Re-review is carried out after the article submission with the comments eliminated, within no more than 30 days. If the manuscript is returned three times with the reviewer comments, the question of its acceptance or rejection is decided at the meeting of the editorial board.

6. The decision to publish is made in accordance with the Charter of the editorial board by the editor-in-chief on the basis of scientific reviews and the editorial board members opinions. When deciding on publication the editor-in-chief is guided by the reliability of the data presentation and the scientific significance of the paper.

7. If a decision to publish is made, within three days the article manuscript is sent to the professional translator for translation into English, which is carried out during two days.

8. The journal editors send to submitted materials copies authors the reviews or a reasoned rejection, and undertake to send copies of the reviews to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation upon receipt of the corresponding request to the editorial office. Manuscripts are not returned.

Requirements to the articles layout the article must comply with the Interstate and national standards of the Russian Federation for publishing.

The article is submitted to the editorial and publishing center in printed form (on A4 sheets) in 2 copies with an electronic version (in Word Windows format), completely identical to the paper version. The article should have UDC (it can be defined on the site <http://teacode.com/online/udc/>). The number of authors is not more than four.

The article is typed in the Microsoft WORD editor with the following settings: page margins at the top, at the bottom - 2.4 cm; on the left, on the right – 2.8 cm. The style is normal. Font is Times New Roman, font size - 14. Line spacing for text - 1.5, for tables - single, alignment mode - width, hyphenation - automatic. The number of lines on one page is 29 ± 3 , characters per font is 65 ± 3 . The indentation should be the same in the text - 1.27 cm.

Figures, diagrams, photographs are presented in PDF, JPEG, TIFF format with a resolution of at least 300 dpi (scanning of tables, diagrams, drawings is not allowed).

The article contains UDC, the article title, initials and surname of the author (authors), academic degree, title of author (s), abstract (strictly 150-200 words); keywords.

The following components should be clearly distinguished in the article:

1. Introduction.
2. Materials and Methods.
3. Results.
4. Discussion.
5. Conclusions.
6. References.

Particular attention should be paid to *the completeness of the bibliographic list* (at least **12-15** sources, including those reflecting foreign studies). At the same time, it is necessary to avoid **unfair quoting** (unreasonable «winding up» of quotations, as well as self-citation), **incorrect citation** (unjustified content of the cited articles). *Citation should be maximum, but justified. Insufficient or excessive quoting reduces the rating of the journal.*

At the end of the article the date and the author (authors) signature are put; information about the author (authors) is given: place of work, faculty, department, (branch, scientific unit), academic title, research direction, contact phone numbers, postal and email addresses.

The recommended volume of the article (together with the translation of the annotation and the bibliographic list) is **10-12** pp.

Bibliographic references to the list of literature should be designed in the text in square brackets according to the numerical order. In the case of a reference to an exact quote it is necessary to additionally indicate the numbers of the corresponding pages separated by commas, for example.

The list of literature is compiled in alphabetical order; it must be issued in accordance with All-Union state standard 7.1 – 2003 «Bibliographic Record. Bibliographic Description. Requirements and Rules», All-Union state standard R 7.0.5. - 2008 «Bibliographic reference. General requirements and rules of compilation» with indication of mandatory information of the bibliographic description.