

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

№ 1 (49), 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

№ 1 (49), 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 № 1 (49), 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 № 1 (49), 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 № 1 (49), 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)**

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 № 1 (49), 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)

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**, директор Федерального научного центра агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения **РАН** (ФНИЦ Агроэкологии **РАН**)

Лихацевич А.Л., **член-корр. 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**, Director of the 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**, зам. директора по научной работе ФНЦ Агроэкологии РАН

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**, Deputy Director for Scientific Work of the Federal Scientific Center of Agroecology (RAS)

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-корр. 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лесное хозяйство

Forestry

Кулик К.Н., академик РАН, директор ФНИЦ Агроэкологии РАН

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

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

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

Рулев А.С., академик РАН, зам. директора по научной работе ФНИЦ Агроэкологии РАН

A.S. Rulev, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Deputy. Director for Scientific Work of the Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

Барабанов А.Т., доктор сельскохозяйственных наук, ФНИЦ Агроэкологии РАН

A.T. Barabanov, Doctor of Agricultural Sciences

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

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

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

Кулик А.К., кандидат сельскохозяйственных наук, ФНЦ Агроэкологии РАН

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

Процессы и машины агроинженерных систем

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Processes and machines of agro-engineering systems

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

***** **ИЗВЕСТИЯ** *****

№ 1 (49), 2018

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

**Известия
Нижеволжского агроуниверситетского комплекса:
наука и высшее профессиональное образование № 1 (49), 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 21.03.2018. Формат 60x84^{1/8}

Усл. печ. л. 41,85. Тираж 1000 (первый завод 200). Заказ 100.

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

* * *

**Proceedings
of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex:
science and higher vocational education № 1 (49), 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 21.03.2018. Printing format 60x84^{1/8}

Conventional printed sheets 41,85. Circulation 1000 (initial print run 200). Order 100.

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

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631. 674. 52

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМ КОМБИНИРОВАННОГО ОРОШЕНИЯ
ДЛЯ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
DEVELOPMENT OF SYSTEMS OF COMBINED IRRIGATION
FOR WATERING CROPS**

Н.Н. Дубенок¹, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.В. Майер², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

N. N. Dubenok¹, A. V. Mayer²

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева», г. Москва

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

¹RGAU – MAA named after K. A. Timiryazev

²Federal state budgetary scientific institution all-Russian research Institute of hydraulic engineering
and land reclamation them. A. N. Kostyakova

На основе анализа многолетних метеоданных, в южных регионах России, где преобладает жаркий и сухой климат, разработана универсальная система комбинированного орошения, применение которой позволит в зависимости от погодных условий регулировать микроклимат растений сельскохозяйственных культур и влажность почвы. В настоящее время на предприятиях агропромышленного комплекса России большое значение придается выбору экологически безопасных и экономически эффективных технических средств полива. В значительной степени этим требованиям отвечают дождевание, внутрипочвенное, капельное и аэрозольное орошение. По данным многолетних исследований, проведенных в нашей стране и за рубежом, применение ресурсосберегающих способов полива связано с множеством нерешенных вопросов, касающихся техники и технологии дождевания, внутрипочвенного, капельного и аэрозольного орошения. Наряду с многочисленными преимуществами этих способов орошения, имеется ряд характерных недостатков, которые препятствуют их широкому внедрению. Одним из существенных недостатков систем капельного орошения, применительно к решаемой проблеме, является то, что при таком способе полива невозможно регулировать микроклимат в приземном слое воздуха и в среде растений при возделывании сельскохозяйственных культур, а также проводить некорневую подкормку растений микро- и макроэлементами. Понижение температуры и повышение влажности воздуха при капельном орошении возможно только при выпадении атмосферных осадков, т.е. на определенный или незначительный период времени в зависимости от погодных условий. В зонах засушливого земледелия такой подход к возделыванию сельскохозяйственной продукции зачастую приводит к значительной потере урожая.

Based on the analysis of long-term meteorological data in the southern regions of Russia, dominated by hot and dry climate, developed universal system of combined irrigation, which will allow depending on weather conditions to adjust the microclimate of plants of agricultural crops and soil moisture. Currently, the enterprises of agroindustrial complex of Russia attaches great importance to the choice of ecologically safe and cost-effective technical means of irrigation. To a considerable extent these requirements are met by irrigation, subsurface, drip and spray irrigation. According to years of research conducted in our country and abroad application of resource-saving irrigation methods in addition to many unresolved questions regarding the techniques of irrigation, subsurface, drip and spray irrigation. Along with numerous advantages of these irrigation methods, there are a number characterizing the disadvantages that prevent their wide implementation. One of the major drawbacks of drip irrigation systems, in relation to the problem, is that with this method of irrigation cannot adjust the microclimate in the surface layer of air among the plants in the cultivation of agricultural crops, and conduct foliar fertilizing of plants micro and macro. Lowering the temperature and increas-

ing the humidity when it is possible only with atmospheric precipitation, i.e. for a definite or short period of time depending on weather conditions. In dry farming, this approach to cultivation of agricultural production often leads to considerable loss of the crop.

Ключевые слова: *система орошения, инновационные технологии, совмещение способов полива, комбинированное орошение.*

Key words: *irrigation system, innovative technology, combining the methods of irrigation, irrigation combined.*

Введение. Водные и почвенные ресурсы являются одним из основных жизненно важных элементов без которых невозможно возделывание сельскохозяйственной продукции и осуществление технических и технологических операций. Для обеспечения широкого практического использования техники и технологии микроорошения сельскохозяйственных культур необходимо решение целого комплекса инженерных и научных задач, обеспечивающих создание конструкций систем комбинированного микроорошения, показатели которых наиболее полно отвечали бы многообразию условий их применения [1, 2, 9].

Анализируя результаты современного состояния разработок конструкций систем и технологий микроорошения, нами были поставлены задачи по разработке принципиальных схем, конструкций и технических средств систем микроорошения с учетом разнообразия почвенно-климатических и хозяйственных условий при их применении, обеспечивающих капельное и аэрозольное орошение.

На основе проведенных исследований (Александров А.Д., Рассолов Б.К., Чичасов В.Я., Бородычев В.В., Губер К.В., Храбров М.Н., Колганов А.В., Майер А.В., Ромащенко М.И.) и наших экспериментальных исследований выявлены основные положения по конструированию стационарных систем, обеспечивающих капельное и аэрозольное орошение.

1. Система должна обеспечивать как капельное, так и аэрозольное орошение, так как аэрозольное орошение в зоне неустойчивого увлажнения не обеспечивает оптимальной влажности почвы, а капельное орошение не обеспечивает регулирования фитолимата, что немаловажно в засушливые годы.

2. Система орошения должна работать самостоятельно как в режиме капельного и аэрозольного орошения, так и в режиме комбинированного – капельного и аэрозольного орошения одновременно, в зависимости от погодных условий.

3. Система орошения должна обладать сравнительно малой энерго- и металлоемкостью.

4. Нормы разового увлажнения аэрозольного орошения 450...800 л/га.

5. Диаметр капель распыленной жидкости не должен превышать 600 мкм.

6. При температуре $> 25^{\circ}\text{C}$ система аэрозольного орошения должна обеспечивать максимальное число увлажнений.

7. Система орошения должна обладать возможностью вносить корневые подкормки, ростовые вещества, обработки ядохимикатами.

8. Регулировать фитолимат посева.

9. Система орошения должна обеспечивать технологический процесс возделывания сельскохозяйственных культур.

10. Экономно расходовать поливную воду.

В настоящее время распространены такие способы и техника полива, которые регулируют водный режим путем периодической подачи и накопления воды в почве. Наряду с этим, получили распространение способы и техника полива, подающие растениям такое количество воды, которое ежедневно расходуется ими.

В условиях растущего дефицита водных ресурсов перспективными становятся те способы орошения, которые обеспечивают экономное расходование воды и возможность подачи вместе с ней питательных веществ. Такими преимуществами обладают малообъемные способы орошения, к числу которых принято относить следующие:

- капельное;
- микродождевание;
- аэрозольное орошение;
- внутрипочвенное;
- синхронно-импульсное дождевание.

Все они эффективны при поливах различных культур на любых почвах, в том числе и там, где прочие способы орошения практически неприемлемы.

Система комбинированного орошения – это целый комплекс различных технологических звеньев, взаимосвязанных между собой системой трубопроводной сети, последними звеньями которой являются капельница и распылительная насадка.

Из капельницы вода порциями подается в виде капель на поверхность почвы к штамбу растения, откуда она просачивается в ее активный корнеобитаемый слой. Через определенные промежутки времени через распылительные насадки на фоне капельного орошения осуществляется аэрозольное увлажнение.

Систему капельного орошения целесообразно использовать для полива сельскохозяйственных культур в годы умеренной влажности по климатическим условиям, т.е. в отсутствии острозасушливых погодных условий в период вегетации растений. При капельном орошении невозможно в засушливые годы влиять на фитоклимат растений. Для решения этой задачи нами предложена и разработана система комбинированного орошения, включающая аэрозольное увлажнение на фоне капельного. Особенностью системы комбинированного орошения является то, что система должна осуществлять капельное и аэрозольное увлажнение в межполивные и поливные периоды как в режиме капельного орошения, так и самостоятельно в режиме аэрозольного орошения [7, 8, 10, 11].

Основным фактором, определяющим выбор принятой системы комбинированного орошения, является простота и незначительные дополнительные капиталовложения в серийно выпускаемые системы капельного орошения.

Материалы и методы. При разработке конструкций гидромелиоративных систем нового поколения используются методы системного подхода, системотехники, теории проектирования новой техники, теории технических систем.

Методической базой для разработки новой дождевальной техники являются теория и практика комплексных мелиораций с использованием выполненных ВНИИГиМ «Современного районирования способов орошения агроландшафтов» (2004 г.), теории технических систем (Хубка В., 1987 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), Федеральных регистров базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России.

Результаты и обсуждение. Испытания системы комбинированного орошения (КО + АО) проводились в крестьянско-фермерском хозяйстве «Садко» Дубовского района и в крестьянско-фермерском хозяйстве «Выборнов В.Д.» Ленинского района Волгоградской области.

Испытания подтвердили возможность проведения комбинированных поливов предложенными вариантами систем капельного и аэрозольного орошения.

Таким образом, разработанные принципиальные системы для осуществления комбинированного орошения позволяют проводить оросительные поливы сельскохозяйственных культур в производственных условиях.

Специфические особенности капельного и аэрозольного орошения в остро засушливых условиях Нижнего Поволжья требуют разработки новых технологий, обеспечивающих проведение увлажнения растений, внесения макро- и микроудобрений и химических средств защиты с поливной водой, что и определило направление исследований разработанных систем комбинированного орошения.

Для разработки систем комбинированного орошения нами были предложены четыре варианта.

Система капельного орошения (контроль) вариант 1.

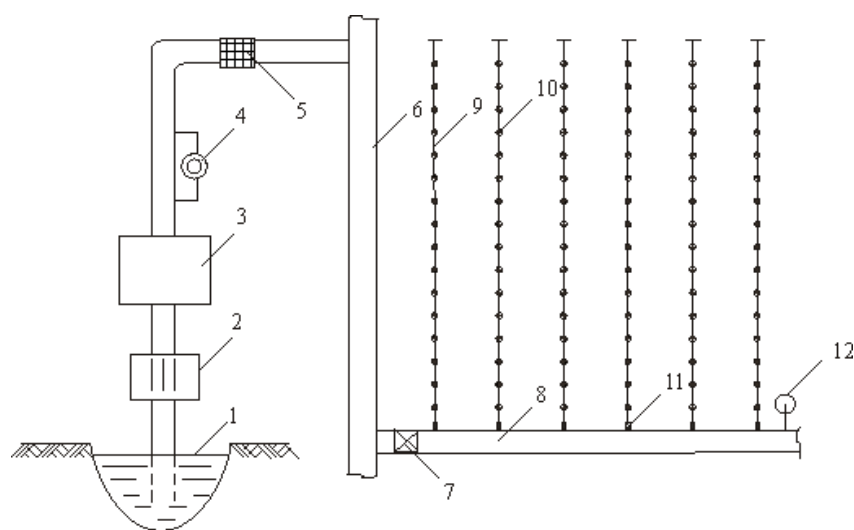


Рисунок 1 – Схема системы капельного орошения

Система транспортирования, распределения воды и питательного раствора на опытный участок включает водозабор 1, центробежный насос 2, песчано-гравийный фильтр 3, иньектор подачи питательной смеси 4, регулятор давления 5, магистральный трубопровод 6, шаровый кран 7, распределительный трубопровод 8, капельный трубопровод 9, капельный водовыпуск 10, старт-коннектор 11, манометр 12. Все элементы системы капельного орошения гидравлически соединены между собой.

Принцип работы системы капельного орошения.

Система капельного орошения работает следующим образом: забор воды для орошения осуществляется насосной станцией из открытого водоисточника. Воду под давлением последовательно подают в фильтр. Из воды удаляют растительный, минеральный сор и взвеси. Очищенная вода поступает в оросительную сеть через регулятор давления в магистральный и распределительный трубопроводы, а через старт-коннекторы в поливные трубопроводы. При установлении рабочего давления до 0,1 МПа в работу вступают капельницы с расходом воды до 2 л/час.

Для корневой подкормки сельскохозяйственных растений в емкость гидроподкормщика заливается расчетное количество жидких удобрений. Вместе с поливной водой удобрения поступают в распределительный и поливной трубопроводы. При давлении воды в поливных трубопроводах до 0,1 МПа удобрения в корневую систему растений вносятся системой через водовыпуски капельниц.

К недостаткам представленной системы капельного орошения применительно к решаемой проблеме относится то, что в указанной системе невозможно регулировать микроклимат в приземном слое воздуха при возделывании сельскохозяйственных культур, внести внекорневую подкормку растений макро- и микроэлементами, вести борьбу с сельскохозяйственными вредителями и болезнями, преобладающими в системах капельного орошения и не поддающимися уничтожению из-за стационарности всей системы и ее длительного срока эксплуатации и обслуживания.

К недостаткам описанной системы капельного орошения относятся ограниченные функциональные возможности. В данной системе капельного орошения в полном объеме не обеспечиваются комфортные условия роста растений, что, в конечном итоге, затрудняет получение гарантированного урожая.

Для решения вышеуказанных проблем нашими исследованиями была определена задача и выбрано направление при разработке комбинированных систем капельного и аэрозольного орошения с максимально допустимыми функциональными возможностями при возделывании сельскохозяйственных культур.

Система комбинированного орошения (капельное + аэрозольное орошение)

Вариант 2

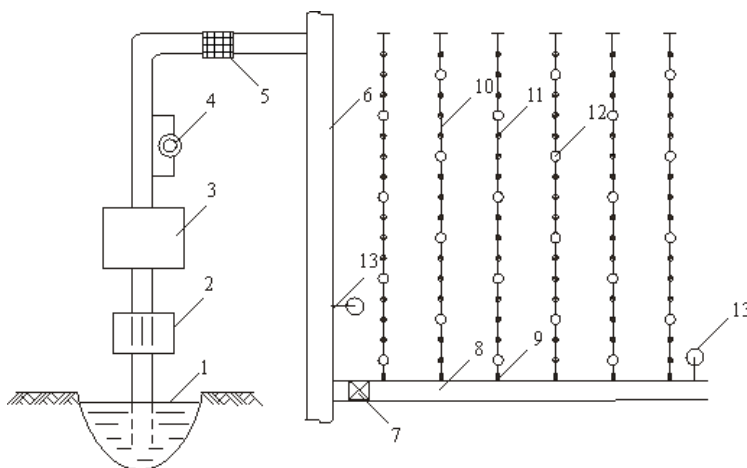


Рисунок 2 – Схема системы комбинированного орошения
(капельное + аэрозольное орошение)

Система комбинированного (капельного и аэрозольного орошения) при транспортировании и распределении воды, а также раствора для внесения с поливной водой корневых ростовых веществ и ядохимикатов для защиты от вредителей и болезней сельскохозяйственных культур включают следующие элементы комплектующего оборудования: водозабор 1, насосная станция 2, фильтр очистки поливной воды 3, гидроподкормщик с насосом-дозатором 4, регулятор давления 5, магистральный трубопровод 6, шаровый кран 7, распределительный участковый трубопровод 8, старт-коннектор 9, поливной трубопровод 10, капельница 11, устройство для осуществления аэрозольного орошения с распылительной насадкой и регулирующим клапаном 12, манометр контроля давления воды 13.

Установка аэрозольного орошения монтируется посредством адаптеров на каждом капельном поливном трубопроводе в шахматном порядке по орошаемому полю.

Принцип работы комбинированной системы орошения (КО+АО). Система комбинированного орошения работает следующим образом.

Воду для орошения насосной станцией из открытого водоисточника под давлением последовательно подают в фильтр. Очищенная вода поступает через регулятор давления в магистральный трубопровод, затем в распределительный участковый трубопровод, а через старт-коннекторы в нем в поливные трубопроводы. При установлении рабочего давления до 0,1 МПа в работу вступают капельницы. При увеличении давления воды в поливных трубопроводах до 0,2 МПа в работу вступают аэрозольные установки с распылительными насадками. Поток воды в виде тонкой конической поверхности выбрасывается с большой скоростью и, встретившись с воздухом, разбрызгивается в виде мелкодисперсных водных шариков. Микрокапельки воды оседают на листья и стебли растений. Размер капель не должен превышать 600 мк. При этом снижается температура приземного воздуха и повышается его влажность, изменяется микроклимат окружающей среды и создаются комфортные условия для произрастания растений.

Тот или иной тип водовыпуска потребители приобретают с учетом рельефа местности и особенностей возделываемой культуры при использовании комбинированного орошения.

Система комбинированного орошения (капельное + аэрозольное орошение) с дополнительным распределительным трубопроводом.

Вариант 3

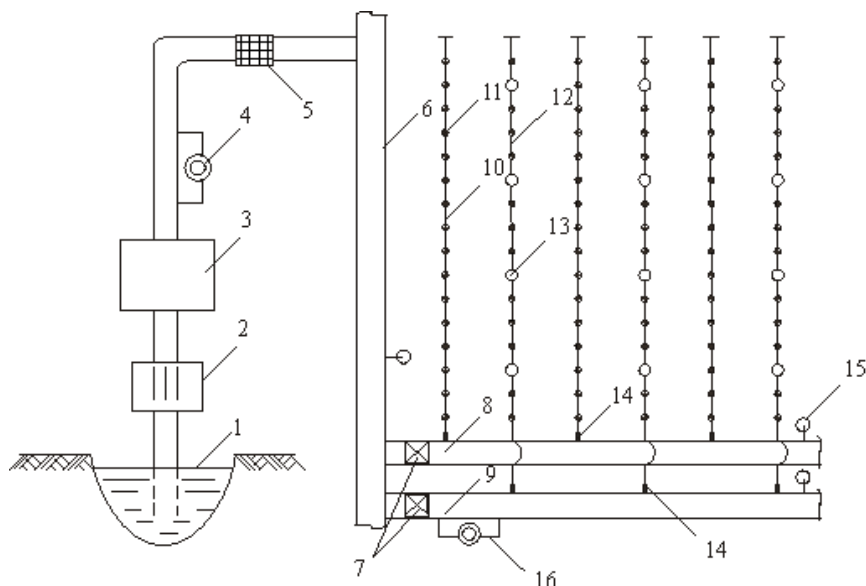


Рисунок 3 – Схема системы комбинированного орошения (капельное + аэрозольное орошение) с дополнительным распределительным трубопроводом

Система комбинированного орошения (КО + АО) с дополнительным распределительным трубопроводом включает следующие элементы комплектации: водозабор 1, насосная станция 2, гидроподкормщик с насосом-дозатором 3, гидроподкормщик 4, регулятор давления 5, магистральный трубопровод 6, запорная арматура 7, участковый трубопровод 8 для осуществления капельного орошения, участковый трубопровод 9 для осуществления капельного и аэрозольного орошения, капельные поливные трубопроводы 10, капельница 11, поливной трубопровод капельного и аэрозольного орошения 12, установка аэрозольного орошения с распылительной насадкой с клапаном 13, старт коннектор 14, манометр контроля давления воды 15.

В данную систему комбинированного орошения нами был введен в комплектацию дополнительный участковый трубопровод для более рационального и экономного расходования поливной воды, уменьшения количества комплектов установок аэрозольного орошения и снятия энергетических нагрузок при эксплуатации системы при поливе аэрозольным орошением, а также при внесении с поливной водой питательных растворов для внекорневых подкормок и ядохимикатов при борьбе с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

Введение дополнительного трубопровода дает возможность сократить количество аэрозольных установок в 1,5 раза и вывести из эксплуатации половину капельных линий системы орошения при осуществлении рабочего цикла аэрозольного увлажнения. Разработка данной системы орошения, схемы размещения и монтаж аэрозольных установок (рисунок 3) обеспечивает устойчивую работу системы при различных схемах посева возделываемых культур. Количество капельных поливных трубопроводов на 1 га может увеличиваться в зависимости от схем посева (от двух до четырех и восьми-строчных схем). В зависимости от возделываемой культуры и схемы посева количество капельных линий может изменяться от 63 до 180 штук на 1 гектар. Поэтому нецелесообразно задействовать поливные капельные линии, которые не используются для подачи и распределения воды. Капельными линиями проводят полив возделываемой культуры от 2 до 5 часов в сутки с межполивными интервалами 1 ... 5 дней в зависимости от погодных условий, а аэрозольное орошение проводят в жаркие часы суток, когда температура воздуха $> 25^{\circ}\text{C}$. Практически аэрозольное увлажнение проводится ежедневно с интервалами 0,5...2 часа.

Возможность реализации разработанной системы комбинированного орошения заключается в следующем.

В качестве водоисточника может служить или открытый водоем, или скважина с дебитом воды, достаточным для обслуживания всей системы орошения.

Фильтр выполнен в виде гидроциклона для удаления растительного и минерального сора. В напорную сеть после фильтра гидравлически присоединен гидроподкормщик для приготовления маточных растворов микроэлементов. Система снабжена имеющими возможность изменения положения стоек по высоте над уровнем почвы сменными распылительными насадками. Система орошения для регулирования фитоклимата снабжена дополнительным водораспределительным трубопроводом. Участковый основной и дополнительный водораспределительный трубопроводы имеют диаметр 50 мм, ПНДС длиной по 30 м на экспериментальном участке. Дополнительный участковый трубопровод и основной участковый трубопровод гидравлически соединены с магистральным трубопроводом посредством седелок.

Дополнительный участковый трубопровод 9 гидравлически связан с поливными трубопроводами, в полости которых с шагом 400 мм вмонтированы капельницы.

Один конец поливного комбинированного трубопровода с диаметром 20 мм связан с дополнительным участковым трубопроводом 9 разъемным соединением, переходной резьбовой втулкой и цанговым зажимом. В стенке участкового дополнительного распределительного трубопровода 9 выполнено водовыпускное отверстие диаметром 15 мм, в котором монтируется старт-коннектор для соединения участкового трубопровода 9 с комбинированными поливными трубопроводами 12.

Принцип работы данной системы орошения осуществляется следующим образом. Транспортировка поливной воды к орошаемому участку осуществляется через водозабор 1, блок фильтрующих элементов 2; 3 и магистральный трубопровод 6. При поддержании рабочего давления в участковом трубопроводе 8 и участковом дополни-

тельном трубопроводе 9 до 0,01 МПа капельные 10 и поливные комбинированные трубопроводы 12 работают в режиме капельного орошения. При повышении давления воды до 0,02 МПа в комбинированном поливном трубопроводе в работу вступают аэрозольные установки с распылительными насадками 13, которые снабжены водоудерживающими клапанами.

Для внесения минеральных растворов или для опрыскивания растений ядохимикатами на дополнительном участковом трубопроводе 9 установлен гидроподкормщик с насосом-дозатором 16.

Система комбинированного орошения (КО + АО) с независимым поливным трубопроводом для аэрозольного орошения.

Вариант 4

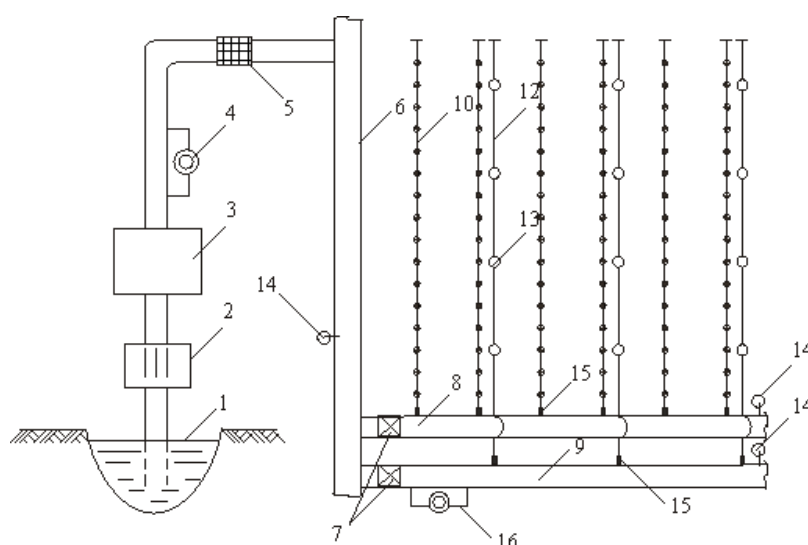


Рисунок 4 – Схема системы комбинированного орошения (КО + АО) с независимым поливным трубопроводом для аэрозольного орошения

Система орошения с независимыми поливными трубопроводами для аэрозольного увлажнения включает в себя водозабор 1, насосную станцию 2, блок фильтрующих элементов 3, иньектор с насосом-дозатором 4, регулятор давления 5, магистральный 6 и водораспределительные трубопроводы 8, 9 с присоединенными к ним поливными трубопроводами капельного и аэрозольного орошения, запорная арматура 7.

Сконструированная система комбинированного орошения, в отличие от первого варианта (контроль), дополнена распределительным участковым трубопроводом 9 и независимыми поливными трубопроводами 12 и смонтированными в них установками 13 для осуществления аэрозольного орошения.

Такая конструкция системы орошения позволяет проводить капельные поливы и осуществлять аэрозольное увлажнение в зависимости от выбранного режима орошения. Система орошения способна работать самостоятельно как в режимах капельного, так и аэрозольного орошения, а также совмещать эти способы, т.е. проводить комбинированное орошение.

Разработка такой системы орошения необходима, прежде всего, для проведения внекорневых подкормок, внесения ростовых веществ. При обработке растений химическими растворами система работает только в режиме аэрозольного орошения. Ка-

пельное орошение проводят исключительно для вегетационных поливов и внесения корневых подкормок. Так же, как и во втором и третьем вариантах, система позволяет проводить аэрозольное увлажнение орошаемого участка, тем самым обеспечивать регулирование фитолимата приземного слоя воздуха.

Принцип работы комбинированной системы орошения с независимым поливным трубопроводом аэрозольного орошения.

Водозабор 1 поливной воды осуществляется насосной станцией 2, вода транспортируется через фильтрующие элементы 3 к магистральному трубопроводу 6 и распределяется по участковым трубопроводам. При открытии шарового крана 7 на участковом трубопроводе 8 оросительная вода через старт-коннекторы подается в поливные капельные линии 10. При поднятии давления в поливных капельных линиях до 0,01 МПа в работу вступают капельницы 11, смонтированные в поливной трубопровод 10.

Корневые подкормки производят путем приготовления в гидроподкормщике маточного раствора. Минерализованный раствор под давлением вместе с поливной водой через капельницы подается к корням растений.

При поднятии давления воды до 0,02 МПа в участковом трубопроводе 9, предназначенном для подачи поливной воды в поливные трубопроводы 12 к аэрозольным установкам 13, путем открытия шарового крана 7, расположенного на участковом трубопроводе 9, в работу вступают аэрозольные насадки 13.

Для производства работ, связанных с осуществлением внекорневых подкормок и обработкой растений химическими растворами, в первую очередь, закрывают шаровый кран 7 на участковом трубопроводе 8, предназначенном для распределения поливной воды в капельные линии. Это позволит избежать попадания химических растворов в капельные поливные трубопроводы 10. Затем в емкости гидроподкормщика приготавливается раствор. Под давлением раствор подается вместе с поливной водой через аэрозольные насадки на поверхность листьев возделываемой культуры.

Заключение. Предложенные системы комбинированного орошения (капельное + аэрозольное орошение) отвечают требованиям поставленной задачи по обеспечению растений почвенной влагой, регулированию фитолимата, подачи вместе с поливной водой минеральных удобрений и химических растворов.

Применение того или иного варианта разработанных систем орошения зависит от выбора возделываемых сельскохозяйственных культур, их схемы посева или закладки сада с учетом рельефа местности.

Сущность разработанных систем комбинированного орошения направлена на регулирование микро- и фитолимата сельскохозяйственных культур в острозасушливых условиях Южных регионов России.

Библиографический список

1. Акопов, Е. Основные показатели эффективности капельного орошения многолетних насаждений в условиях Араратской равнины Арм. ССР [Текст]/ Е. Акопов, К. Арозян // Труды Арм. НИИВПиГ. – Ереван, 1979. – Т. 9. – С. 52-62.
2. Александров, А.Д. Мелиорация микролимата [Текст]/ А.Д. Александров // Земля сиби́рская дальневосточная. – 1978. – № 4. – С. 28-30.
3. Алпатьев, А.М. Водопотребление культурных растений и климат [Текст]/ А.М. Алпатьев // Режим орошения с/х культур. – М., Колос, 1965. – С. 55-68.
4. Бородычев, В.В. Опыт мелкодисперсного дождевания сельскохозяйственных культур [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров // Новая техника и технология для предгорных районов аридной зоны: сб. научн. тр. ВНИИГиМ. – М., 1983. – С. 56-58.

5. Бородычев, В.В. Мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур в условиях Волгоградской области [Текст]/ В.В. Бородычев, И.Н. Таран /ЦНТИ. – Волгоград, 1981. – № 226. – 3 с.
6. Бородычев, В.В. Использование агрегата ДДА-100 МА для мелкодисперсного дождевания [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров / ЦНТИ. – Волгоград, 1977. – № 451. – 4 с.
7. Галанин, Е.П. Принципы и пути решения проблемы комплексного регулирования факторов внешней среды [Текст]/ Е.П. Галанин, Б.Б. Шумаков // Вопросы управления комплексом факторов жизни растений ВНИИГиМ. – М., 1978. – С. 5-19.
8. Гордеев, А.В. Орошение овощных культур дождеванием [Текст]/А.В. Гордеев, К.В. Губер. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 72 с.
9. Губер, К.В. Дождевательные машины и их применение [Текст] / К.В. Губер. – М., Россельхозиздат, 1975. – 7 с.
10. Давыденко, Н.С. Капельная система орошения компании «Нетафим» для плодового сада [Текст] / Н.С. Давыденко // Садоводство и виноградарство. – 2000. – № 4. – С. 10-11.
11. Кузнецова, Е.И. Экологомелиоративные особенности мелкодисперсного дождевания в Нечерноземье [Текст] / Е.И. Кузнецова // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 40-41.
12. Мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / Б.Б. Шумаков, А.В. Колганов, В.В. Бородычев, А.В. Майер // Сб. науч. трудов. – ВНИИОЗ, 1994. – С. 20-29.
13. Система капельного орошения [Текст] : патент Российской Федерации № 2322047. С1. МПК А01G 25/02 (2006.01) / Б.М. Кизяев, А.М. Салдаев, А.В. Майер и др. // Изобретения. Полезные модели. – 2008. – № 11.
14. Умецкий, С.В. Новые технологии орошения [Текст] / С.В. Умецкий, В.В. Бородычев // Проблемы научного обеспечения экологической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. М.Н. Багрова. – Волгоград: ВГСХА, 2001. – С. 90-91.
15. Шумаков, Б.Б. Техника и технология аэрозольного орошения [Текст] /Б.Б. Шумаков, В.В. Бородычев // Обзорная информация ЦБНТИ Минводхоза СССР. – М., 1989. – Вып. 9. – С. 3-60.

Reference

1. Akopov, E. Osnovnye pokazateli jffektivnosti kapel'nogo orosheniya mnogoletnih nasazhdenij v usloviyah Araratskoj ravniny Arm. SSR [Tekst]/ E. Akopov, K. Arozyan // Trudy Arm. NIIVPiG. - Erevan, 1979. - T. 9. - S. 52-62.
2. Aleksandrov, A. D. Melioraciya mikroklimata [Tekst]/ A. D. Aleksandrov // Zemlya sibirskaya dal'nevostochnaya. - 1978. - № 4. - S. 28-30.
3. Alpat'ev, A. M. Vodopotreblenie kul'turnyh rastenij i klimat [Tekst]/ A. M. Alpat'ev // Rezhim orosheniya s/h kul'tur. - M., Kolos, 1965. - S. 55-68.
4. Borodychev, V. V. Opyt melkodispersnogo dozhdevaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov // Novaya tehnika i tehnologiya dlya predgornyh rajonov aridnoj zony: sb. nauchn. tr. VNIIGiM. - M., 1983. - S. 56-58.
5. Borodychev, V. V. Melkodispersnoe dozhdevanie sel'skohozyajstvennyh kul'tur v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ V. V. Borodychev, I. N. Taran /CNTI. - Volgograd, 1981. - № 226. - 3 s.
6. Borodychev, V. V. Ispol'zovanie agregata DDA-100 MA dlya melkodispersnogo dozhdevaniya/ V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov / CNTI. - Volgograd, 1977. - № 451. - 4 s.
7. Galyanin, E. P. Principy i puti resheniya problemy kompleksnogo regulirovaniya faktorov vneshnej sredy [Tekst]/ E. P. Galyanin, B. B. Shumakov // Voprosy upravleniya kompleksom faktorov zhizni rastenij VNIIGiM. - M., 1978. - S. 5-19.
8. Gordeev, A. V. Oroshenie ovoschnyh kul'tur dozhdevaniem [Tekst]/A. V. Gordeev, K. V. Guber. - M.: Rossel'hozizdat, 1980. - 72 s.
9. Guber, K. V. Dozhdeval'nye mashiny i ih primeneniye [Tekst] / K. V. Guber. - M., Ros-sel'hozizdat, 1975. - 7 s.

10. Davydenko, N. S. Kapel'naya sistema orosheniya kompanii "Netafim" dlya plodovogo sada [Tekst] / N. S. Davydenko // Sadovodchestvo i vinogradarstvo. - 2000. - № 4. - S. 10-11.
11. Kuznecova, E. I. }kologomeliorativnye osobennosti melkodispersnogo dozhdevaniya v Nechernozem'e [Tekst] / E. I. Kuznecova // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 1997. - № 2. - S. 40-41.
12. Melkodispersnoe dozhdevanie sel'skohozyajstvennykh kul'tur v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / B. B. Shumakov, A. V. Kolganov, V. V. Borodychev, A. V. Majer // Sb. nauch. trudov. - VNIIOZ, 1994. - S. 20-29.
13. Sistema kapel'nogo orosheniya [Tekst] : patent Rossijskoj Federacii № 2322047. S1. MPK A01G 25/02 (2006.01) / B. M. Kizyaev, A. M. Saldaev, A. V. Majer i dr. // Izobreteniya. Poleznye modeli. - 2008. - № 11.
14. Umeckij, S. V. Novye tehnologii orosheniya [Tekst] / S. V. Umeckij, V. V. Borodychev // Problemy nauchnogo obespecheniya jkologicheskoi jffektivnosti oroshaemogo zemledeliya v rynochnykh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii, posvyaschennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya prof. M. N. Bagrova. - Volgograd: VGSXA, 2001. - S. 90-91.
15. Shumakov, B. B. Tehnika i tehnologiya ajrozol'nogo orosheniya [Tekst] /B. B. Shumakov, V. V. Borodychev // Obzornaya informaciya CBNTI Minvodhoza SSSR. - M., 1989. - Vyp. 9. - S. 3-60.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 631.647.6:635.11

ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ БАКЛАЖАНОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ

REMOVAL OF NUTRIENTS BY THE EGGPLANTS THAT CULTIVATED UNDER DRIP IRRIGATION IN THE SARATOV CIS-VOLGA REGION

В.В. Бородычев¹, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Н.А. Пронько², доктор сельскохозяйственных наук, профессор
К.С. Голик², аспирант

V.V. Borodychev¹, **N.A. Pronko**², **K.S. Golik**²

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники
и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)*

² *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

¹ *VNIIGIM named after A.N. Kostyakov*

² *Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

Приведены результаты исследований о влиянии режимов орошения и норм удобрений на потребление, вынос элементов питания и продуктивность сортов ценной овощной культуры баклажанов при капельном поливе на черноземе южном Саратовского Правобережья; установлены зависимости выноса элементов питания от доз минеральных удобрений. Определены коэффициенты выноса элементов питания на 1 т плодов баклажанов при разных агрофонах. Наименьший вынос на 1 тонну продукции – 2,63 кг азота, 0,75 кг фосфора и 4,99 кг калия достигается при внесении $N_{100}P_{50}K_{40}$ и поддержании режима капельного орошения 90 % НВ. Наибольшая урожайность плодов 88,69 т/га получена при выращивании сорта Черный красавец, внесении минеральных удобрений в дозе $N_{190}P_{80}K_{70}$ и поддержании режима капельного орошения 90 % НВ.

The following thesis presents the results of research of influence of drip irrigation modes and estimated doses of mineral fertilizers on the consumption, nutrient removal and the productivity of valuable cultivars of vegetable crops eggplant that cultivated on the southern chernozem of the Saratov CIS-Volga region. The dependence of nutrient removal from the doses of mineral fertilizers is estimated. Determined coefficients of nutrient removal for 1 ton of fruits of eggplant showed that the most economical consumption of nutrients (removal of 1 t of commercial products: nitrogen 2,63,

phosphorus 0,75, potassium 4,99 kg) is achieved when you make N100P50K40 and maintain drip irrigation 90% of field moisture capacity. The highest yield of fruits of 88.69 t/ha was obtained by cultivation of «Black beauty» cultivar, with the mineral fertilizer application in the dose of N190P80K70 and maintain drip irrigation 90% of field moisture capacity.

Ключевые слова: баклажан, капельное орошение, дозы удобрений, режимы орошения, потребление и вынос элементов питания, урожайность, окупаемость удобрений.

Key words: eggplant, drip irrigation, doses of fertilizers, irrigation regimes, nutrient consumption, nutrient removal, yield, profitability of fertilizers.

Введение. Решить важнейшую для сельскохозяйственного производства России проблему повышения продовольственной независимости невозможно без увеличения производства овощей. Ценной для диетического питания овощной культурой является баклажан. В Саратовском Правобережье выращивать эту культуру возможно только при орошении. В настоящее время доказана эффективность выращивания овощей в Нижнем Поволжье при капельном поливе [1, 3, 2, 8, 4, 5]. Однако для условий черноземной степи при данном способе полива для баклажанов не разработаны рациональные нормы минеральных удобрений, не изучены особенности биологического и хозяйственного выноса элементов питания. Поэтому нами было начато изучение влияния различных режимов капельного орошения и норм минеральных удобрений на потребление NPK, их вынос и продуктивность баклажанов.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2015...2017 гг. в черноземной степи в Саратовском районе Саратовской области. Почва опытного участка – чернозем южный сильногумусированный с высокой обеспеченностью РК. Содержание гумуса 7,24 %, доступного фосфора 52, обменного калия 548 мг на 1 кг почвы. Плотность сложения 0-30 см слоя почвы 1,12 г/см³, НВ – 29,22 % от массы абсолютно сухой почвы.

Объектами исследований были среднеранние сорта баклажанов Черный красавец и Алмаз. Их плоды отличают отличные вкусовые качества.

Выполнено два двухфакторных опыта 3 x 3. Фактор А – режимы капельного орошения, фактор В – нормы минеральных удобрений.

Поливы проводили при влажности почвы 70, 80 и 90 % НВ. Активный слой почвы от высадки рассады до начала бутонизации 0,3 м, после бутонизации 0,5 м. В опыте использована система капельного орошения с капельными линиями фирмы «STREAMLINE», капельницы в них встроенные полукомпенсированные, их расход 2,2 л/ч при давлении до 2 кг/см².

Расчетные нормы минеральных удобрений определяли балансовым методом с использованием коэффициентов возмещения выноса. Фосфорные и калийные удобрения вносили под зяблевую вспашку, азотные – под предпосевную культивацию и подкормки.

Полевой опыт выполнен методом расщепленных делянок, повторность – трехкратная, площадь учетной делянки 30 м².

Наблюдения и исследования в опыте проводили по общепринятым методикам и ГОСТам: нитрификационная способность – по ГОСТ 26107-84 (метод Кравкова), содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия – ГОСТ 26205-84 (метод Мачигина), влажность почвы – ГОСТ 28268-89 (термостатно-весовой метод), масса корневой системы – по методу Станкова, содержание азота в растениях – ГОСТ Р 50466-93 (фотометрический индо-фенольный метод), фосфора – ГОСТ 26657-85 (с

молибденовым аммонием), калия – по методу пламенной фотометрии. Учет урожая осуществляли в соответствии с методикой Белика (1992), статистическая обработка экспериментальных данных выполнена по методике Доспехова (1985).

Результаты и обсуждение. На черноземе южном в Саратовском Правобережье при капельном орошении без удобрений урожайность баклажанов сорта Черный красавец составила 36,6 – 63,65, сорта Алмаз 37,79 – 57,12 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность баклажан при разных дозах удобрений и режимах капельного орошения (среднее за 2015...2017 гг.)

Режим орошения, % НВ	Доза удобрений, кг/га д.в.	Урожайность плодов, т/га		Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая	
		Черный красавец	Алмаз	Черный красавец	Алмаз
70	Без удобрений	36,60	37,79	-	-
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	48,45	46,91	62,37	48,00
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	63,27	58,03	78,41	59,53
80	Без удобрений	46,18	47,57	-	-
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	62,26	57,86	84,63	54,16
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	81,98	76,14	105,29	84,03
90	Без удобрений	63,65	57,12	-	-
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	75,11	67,58	60,32	55,05
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	88,69	81,24	73,65	70,94

НСР_{0,5} удобр.

7,40

7,05

НСР_{0,5} орош.

1,35

0,93

НСР_{0,5} взаимод.

4,77

2,16

Внесение удобрений значительно повышало урожайность баклажанов: на 11,85 – 35,8 т/га сорта Черный красавец и на 9,12...28,57 т/га сорта Алмаз. Наибольшая урожайность баклажанов 88,69 т/га сорта Черный красавец и 81,24 т/га сорта Алмаз отмечена на режиме капельного орошения 90 % НВ при внесении дозы N₁₉₀P₈₀K₇₀, а окупаемость удобрений прибавкой урожая – на режиме капельного орошения 80 % НВ при внесении дозы N₁₉₀P₈₀K₇₀.

Повышение предполивной влажности почвы и применение удобрений увеличивало потребление баклажанами элементов питания в 1,9...2,2 раза (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние режимов орошения и доз минеральных удобрений на потребление элементов питания баклажанами (среднее за 2015–2017 гг.)

Режим орошения, % НВ	Дозы удобрений, кг/га д.в.	Потребление элементов питания, кг/га			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	суммарное
70	Без удобрений	161,05	46,55	273,95	481,55
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	191,32	60,51	391,18	643,02
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	242,78	71,33	479,15	793,26
80	Без удобрений	174,63	57,46	314,41	546,50
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	190,03	64,03	383,57	637,62
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	258,02	76,82	485,61	820,46
90	Без удобрений	196,71	57,38	389,13	643,22
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	217,36	62,41	397,77	677,54
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	348,02	90,03	560,93	998,98

Изучавшиеся режимы орошения и дозы удобрений слабо влияли на структуру урожая и соотношение питательных элементов в урожае (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение структуры урожая и соотношения элементов питания в урожае баклажанов под влиянием водного и минерального питания

Режим орошения, % НВ	Дозы удобрений, кг/на д.в.	Структура урожая, %			Соотношение в урожае N:P ₂ O ₅ :K ₂ O		
		плоды	ботва	корни	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
70	Без удобрений	39,93	50,83	9,23	33,44	9,67	56,89
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	40,56	49,71	9,73	29,75	9,41	60,83
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	37,19	51,37	11,44	30,61	8,99	60,40
80	Без удобрений	40,77	49,93	9,31	31,95	10,51	57,53
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	39,40	49,60	11,00	29,80	10,04	60,16
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	34,63	51,59	13,78	31,45	9,36	59,19
90	Без удобрений	40,03	50,63	9,34	30,58	8,92	60,50
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	38,80	50,16	11,05	32,08	9,21	58,71
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	38,08	50,56	11,35	34,84	9,01	56,15

Внесение изучавшихся доз минеральных удобрений приводило к увеличению общего выноса основных элементов питания с отчуждаемой частью урожая (таблица 4). Так при поливном режиме 70 % НВ общий вынос увеличился: азота в 1,19-1,50, фосфора – 1,30-1,51, калия – 1,44-1,75 раза; при 80 % НВ соответственно в 1,07-1,44, 1,10-1,28, 1,22-1,52 раза; 90 % НВ – в 1,09-1,77, 1,07-1,55, 1,01-1,43 раза.

Повышение предполивной влажности с 70 до 90 % НВ увеличило вынос азота, фосфора и калия соответственно на 27,0, 16,3 и 17,5 %.

Таблица 4 – Вынос элементов питания сортом Черный красавец при разных режимах орошения и дозах удобрений

Режим орошения, % НВ	Доза минеральных удобрений, кг/га д.в.	Общий вынос, кг/га			Вынос на 1 т плодов		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
70	Без удобрений	149,63	43,18	260,02	4,09	1,18	7,10
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	178,00	56,21	374,27	3,67	1,16	7,72
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	223,92	65,16	454,06	3,54	1,03	7,18
80	Без удобрений	160,89	53,23	297,51	3,48	1,15	6,44
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	172,04	58,75	362,20	2,76	0,94	5,82
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	231,04	68,17	452,28	2,82	0,83	5,52
90	Без удобрений	181,29	52,82	371,41	2,85	0,83	5,84
	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	197,81	56,57	375,10	2,63	0,75	4,99
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₇₀	321,48	81,99	532,10	3,62	0,92	6,00

Применение удобрений и увеличение их доз при поливных режимах 70 и 80 % НВ сопровождалось уменьшением выноса элементов питания на 1 тонну плодов и соответствующее количество побочной продукции.

Самые низкие коэффициенты выноса на 1 т товарной продукции получены при дозах удобрений N₁₀₀P₅₀K₄₀ и режиме орошения 90 % НВ: 2,63 кг азота, 0,75 кг фосфора, 4,99 кг калия.

Были установлены нелинейные зависимости выноса элементов питания (В) сортом Черный красавец от доз минеральных удобрений (Д) (рисунок 1):

$$\begin{aligned}
 &\text{для азота} & B_a &= 0,0012D_a^2 + 0,1666D_a + 67,267 & R^2 &= 0,6789 \\
 &\text{для фосфора} & B_\phi &= 0,0049D_\phi^2 + 0,0348D_\phi + 30,98 & R^2 &= 0,7902 \\
 &\text{для калия} & B_\kappa &= 0,0199D_\kappa^2 + 0,9295D_\kappa + 149,44 & R^2 &= 0,7886
 \end{aligned}$$

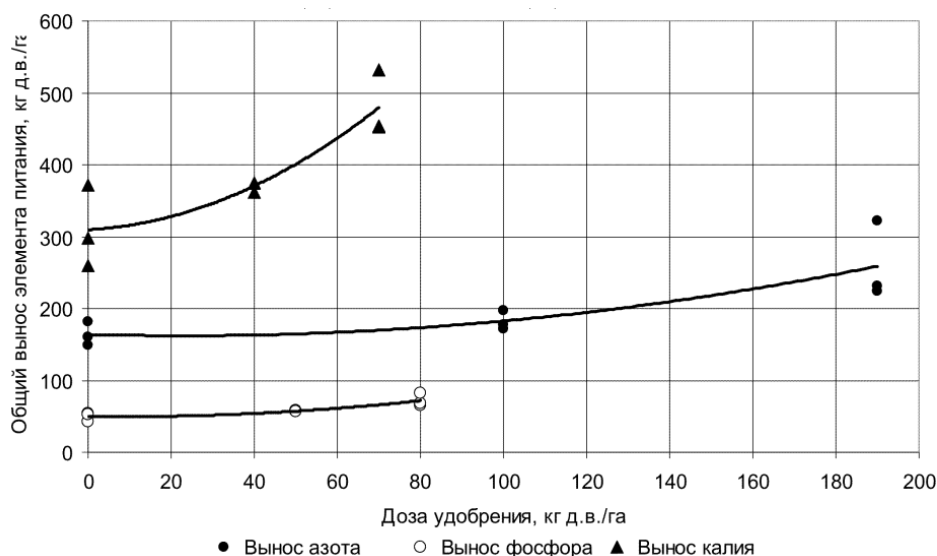


Рисунок 1 – Зависимости выноса элементов питания баклажанов от доз удобрений

Закключение. На основании изучения потребления и выноса элементов питания баклажанами при разных агрофонах на черноземе южном Саратовского Правобережья установлено:

- интенсификация водного и минерального питания приводит к увеличению в 1,9...2,2 раза потребления азота, фосфора и калия при формировании урожая баклажанов;
- изучавшиеся режимы орошения и дозы удобрений слабо влияли на соотношение питательных элементов в урожае;
- внесение изучавшихся доз минеральных удобрений увеличивало общий вынос элементов питания: азота – в 1,07–1,77; фосфора – в 1,07–1,55, калия – в 1,01...1,75 раза;
- самая высокая урожайность баклажанов 88,69 т/га сорта Черный красавец и 81,24 т/га сорта Алмаз обеспечивается при режиме орошения 90 % НВ и дозе $N_{190}P_{80}K_{70}$;
- наиболее экономный расход элементов питания при формировании урожая плодов баклажанов достигается при режиме капельного орошения 90 % НВ и дозе удобрений $N_{100}P_{50}K_{40}$ – вынос на 1 т товарной продукции составляет: азота 2,63, фосфора 0,75, калия 4,99 кг.

Библиографический список

1. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур [Текст]: научное издание / В.В. Бородычев. – Коломна: ВНИИ «Радуга», 2010. – 241 с.
2. Бородычев, В.В. Режим орошения и продуктивность репчатого лука [Текст] / В.В. Бородычев, В.С. Казаченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 31-33.
3. Капельница [Текст] : патент на изобретение RU 2223635 от 24.09.2001 г. / В.В. Бородычев, А.М. Салдаев, А.В. Майер, Ю.В. Кузнецов, А.В. Дементьев, С.И. Рожнов.
4. Пронько, Н.А. Орошение в Поволжье: не повторять ошибок [Текст] / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А.С. Фалькович // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 16-19.
5. Пронько, Н.А. Продуктивность перца сладкого, вынос и потребление им элементов питания при капельном орошении на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья [Текст] / Н.А. Пронько, Ю.А. Новикова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2010. – № 7. – С. 27-31.
6. Пронько, Н.А. Способ повышения эффективности капельного полива овощей в Нижнем Поволжье [Текст] / Н.А. Пронько, Е.И. Бикбулатов, Ю.А. Новикова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 27-30.

7. Пронько, Н.А. Повышение эффективности капельного орошения томатов в Саратовском Правобережье [Текст] / Н.А. Пронько, Е.И. Бикбулатов // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. – 2015. – № 7 (7). – С. 163-166.

8. Пути решения проблемы борьбы с деградацией орошаемых земель Саратовской области [Текст] / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А.С. Фалькович, С.В. Затицкий // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 4. – С. 38-45.

References

1. Borodychev, V. V. Sovremennye tehnologii kapel'nogo orosheniya ovoschnyh kul'tur [Tekst]: nauchnoe izdanie /V. V. Borodychev. - Kolomna: VNII "Raduga", 2010. - 241 s.

2. Borodychev, V. V. Rezhim orosheniya i produktivnost' repchatogo luka [Tekst] / V. V. Borodychev, V. S. Kazachenko // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2011. - № 2. - S. 31-33.

3. Kapel'nica [Tekst] : patent na izobretenie RUS 2223635 ot 24.09.2001 g. / V. V. Borodychev, A. M. Saldaev, A. V. Majer, Yu. V. Kuznecov, A. V. Dement'ev, S. I. Rozhnov.

4. Pron'ko, N. A. Oroshenie v Povolzh'e: ne povtoryat' oshibok [Tekst] / N. A. Pron'ko, V. V. Korsak, A. S. Fal'kovich // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2014. - № 4. - S. 16-19.

5. Pron'ko, N. A. Produktivnost' perca sladkogo, vynos i potreblenie im jlementov pitaniya pri kapel'nom oroshenii na temno-kashtanovyh pochvah Saratovskogo Zavolzh'ya [Tekst] / N. A. Pron'ko, Yu. A. Novikova // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. - 2010. - № 7. - S. 27-31.

6. Pron'ko, N. A. Sposob povysheniya jffektivnosti kapel'nogo poliva ovoschej v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] / N. A. Pron'ko, E. I. Bikbulatov, Yu. A. Novikova // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2015. - № 3. - S. 27-30.

7. Pron'ko, N. A. Povyshenie jffektivnosti kapel'nogo orosheniya tomатов v Saratovskom Pravoberezh'e [Tekst] / N. A. Pron'ko, E. I. Bikbulatov // Vestnik uchebno-metodicheskogo ob'edineniya po obrazovaniyu v oblasti prirodoobustrojstva i vodopol'zovaniya. - 2015. - № 7 (7). - S. 163-166.

8. Puti resheniya problemy bor'by s degradaciej oroshaemyh zemel' Saratovskoj oblasti [Tekst] / N. A. Pron'ko, V. V. Korsak, A. S. Fal'kovich, S. V. Zatinackij // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. - 2009. - № 4. - S. 38-45.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 633.88:631.532.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ В ОПЫТНОЙ РАБОТЕ С *SERRATULA CORONATA* L.

USING THE VEGETATIVE PROPAGATION IN EXPERIENCE WITH *SERRATULA CORONATA* L.

А.И. Беленков¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.И. Ханумиди², аспирант, научный сотрудник

A.I. Belenkov¹, E.I. Hanumidi²

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

²Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных
и ароматических растений, г. Москва

¹Russian State Agrarian University - MAAA named after K.A. Timiryazev

²The All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants

Серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.) является природным источником фито-экидистероидов, обладающих свойствами неспецифического биостимулятора для человека и животных. *S. coronata* – перекрестноопыляемое растение. При семенном способе размножения затрудняется сохранение характерных свойств образцов исходного материала. В связи с этим,

возникает вопрос о сохранении однородности и типичности образцов путем вегетативного размножения данной культуры. Нами исследована возможность ускоренного размножения опытного материала серпухи венценосной методом деления корневой системы и изучены особенности фенологического цикла, роста и развития полученных растений. По нашим наблюдениям, корневую систему одного растения 3-4 года жизни можно разделить на 14-25 фрагментов корневищ с 1-3 вегетативными почками. Среди общих особенностей строения вегетативно размноженных растений (по сравнению с растениями семенного происхождения) можно отметить следующие: высота их меньше, особенно на 1-м после деления году вегетации (на 56 %), побеги более облиственные. Вегетативно размноженные растения проходили все фазы развития, начиная уже с 1-го (после деления и посадки) года вегетации. В первый год вегетации зацвело 82 % вегетативно размноженных растений, преимущественно в осенний период. Вегетативное размножение может успешно использоваться в опытной работе с серпухой венценосной для получения однородного посадочного материала.

Serpent coronata (Serratula coronata L.) is a natural source of phytoecdysteroids that possess the properties of a nonspecific biostimulator for humans and animals. *S. coronata* is a cross-pollinated plant. With the seed method of reproduction, it is difficult to preserve the characteristic properties of the samples of the initial material. In this connection, the question arises of preserving the uniformity and typicality of the samples by vegetative propagation of this culture. We investigated the possibility of accelerated multiplication of the experimental material of the serpent with the crown method of dividing the root system and studied the features of the phenological cycle, the growth and development of the plants obtained. According to our observations, the root system of one plant 3-4 years of life can be divided into 14-25 fragments of rhizomes with 1-3 vegetative buds. Among the general features of the structure of vegetatively propagated plants (in comparison with plants of seed origin), the following can be noted: their height is less, especially on the 1st after the division of the vegetation year (by 56%), shoots are more leafy. Vegetatively propagated plants passed all phases of development, beginning with the first (after division and planting) of the vegetation year. In the first year of vegetation, 82% of vegetatively propagated plants blossomed, mainly in the autumn period. Vegetative propagation can be successfully used in experimental work with *Venusian serratus* to obtain a uniform planting material.

Ключевые слова: серпуха венценосная, фитозкдистероиды, популяция, вегетативное размножение, корневище, корневые черенки, вегетативные почки.

Key words: crowned crown, phytoecdysteroids, population, vegetative reproduction, rhizome, root cuttings, vegetative buds.

Введение. Серпуха венценосная – многолетнее травянистое поликарпическое растение семейства *Compositae (Asteraceae)* высотой 35-150 (220) см с непарноперисто-рассеченными и перисто-раздельными листьями. Корзинки крупные, верхушечные. Цветки лилово-пурпурные, плоды – семянки 4-5 мм длины. Цветет в июне – сентябре, плоды созревают в июле – октябре. Сырьем серпухи является ее надземная часть, которая может применяться в качестве тонизирующего средства, в связи с содержанием биологически активных веществ – фитозкдистероидов, обладающих свойствами неспецифического биостимулятора для человека и животных [7]. В условиях культуры при сезонной динамике накопления содержание экдистерона в надземной части серпухи венценосной колеблется от 0,5 до 2,0 %. В течение последних 20 лет в России и за рубежом проводятся интродукционные исследования по введению ее в культуру в качестве лекарственного растения [10, 1, 11]. Однако, создание сырьевой базы *S. coronata* сопряжено с трудностями агротехнологии и проблемой биологической продуктивности вида в агроценозе [9]. Серпуха венценосная является перекрестноопыляемым растением, что при семенном размножении обуславливает получение потомства с большим разнообразием форм, резко различающихся между собой по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам. При семенном размножении затрудняется сохранение характерных свойств образцов исходного материала. В связи

с этим, возникает вопрос о сохранении однородности и типичности опытных образцов путем вегетативного размножения данной культуры. Цель нашей работы – исследовать возможность ускоренного размножения опытного материала серпухи методом деления корневой системы и изучить особенности фенологического цикла, роста и развития вегетативно размноженных растений.

Материалы и методы. Растительный материал находился на опытном поле ФГБНУ ВИЛАР отдела агробиологии и селекции. Почвы опытного севооборота – дерново-среднеподзолистые, по гранулометрическому составу средние суглинки. Объектами исследований послужили 3 популяции серпухи венценосной из Самарской области (Средне-Волжский филиал ВИЛАР), республики Коми и Белгородской области (Белгородский филиал ВИЛАР), акклиматизированных в Московской области. Биоморфологические наблюдения проводились на 25 индивидуальных растениях, при этом фиксировались значения следующих признаков: высоты растения, числа побегов растения, длины облиственной части побегов, числа стеблевых листьев, числа соцветий на побеге. Учет биометрических признаков и описание морфологических признаков – в соответствии с методикой ООС для серпухи [8]. Обработка результатов биометрических наблюдений – по методике Г.Н. Зайцева [4]. Фенологические наблюдения – по методике И.Н. Бейдеман [2]. Статистическая обработка результатов – по методике Б.А. Доспехова с использованием программного обеспечения Word Excell [3]. Вегетативное деление проводили во 2-й декаде октября. Подземную часть растений 4 года вегетации выкапывали на полную глубину залегания корней (19 см) по всей окружности (20-21 см), слегка отряхивали от почвы и разрывали на части, которые представляли собой базальную часть отмерших побегов с 1-2 вегетативными почками, фрагментом корневища и небольшой мочкой придаточных корней (корневые черенки). Корневые черенки по одному помещали в посадочную емкость 0,5 л и засыпали почвой выше базальной части побегов, полностью закрывая почки, и оставляли на зиму в открытом грунте, без дополнительного укрытия. После зимовки (во второй декаде мая) вегетативно размноженные растения высаживали по схеме 60 x 20 см в борозды глубиной 15 см из-под культиватора КРН с однократным поливом в борозду. Уход состоял в периодических междурядных обработках (трижды за сезон) и одной прополки в рядах – по необходимости.

Результаты и обсуждение. Корневая система серпухи по строению аналогична корневой системе эхинацеи пурпурной, представляет собой систему разветвленных переплетенных корневищ с вегетативными почками, заложенными в основании побегов, и мочкой придаточных корней (рисунок).



Рисунок – Посадочный материал серпухи венценосной вегетативного происхождения:

- 1 – корневая система растения 4 г.ж.; 2 – корневые черенки;
3 – отрастающие вегетативно размноженные растения

Поэтому нами предлагается способ деления, опробованный при вегетативном размножении эхинацеи [6]. По нашим наблюдениям, корневую систему одного растения 3-4 года жизни можно разделить на 14-25 фрагментов корневищ с 1-3 вегетативными почками (в дальнейшем «корневые черенки»). Объем корневой системы одного корневого черенка составляет 560-880 см³, а общая масса посадочного материала вегетативного происхождения от одного корневища – 23-60 % массы исходной корневой системы. Биометрические показатели исходных форм и посадочного материала вегетативного происхождения, определенные на момент вегетативного деления, приведены в таблице. Масса корневой системы составляла в среднем 1,6 кг (от 1,1 до 2,3 кг). Число побегов, в основании которых закладываются в конце лета вегетативные почки – 17-22 шт. Число вегетативных почек 34 шт. (от 15 до 51 шт.), наибольшее число почек у растений популяции из Белгорода.

Таблица – Характеристика корневой системы исходных форм и посадочного материала вегетативного происхождения серпухи венценосной, 2014-2015 гг.

Популяция	Год опыта	Масса корневой системы исходной формы, кг	Число почек в корневой системе, шт.	Число корневых черенков (от 1-ной исходной формы), шт.	Масса одного корневого черенка, г	Число почек в одном корневом черенке, шт.
Коми	2014	2,3±0,45	15±2,7	15±2,4	53±4,1	1,2±0,44
	2015	1,3±0,34	36±2,1	14±2,2	13±2,5	2,8±1,23
Самара	2014	2,1±0,78	18±1,3	15±1,7	62±2,2	1,3±0,21
	2015	1,1±0,39	51±2,2	25±2,3	11±2,1	2,8±0,88
Белгород	2014	2,0±0,32	41±2,4	27±1,5	17±2,6	1,7±0,22
	2015	1,0±0,41	42±2,5	20±2,1	11±0,9	2,0±0,67
Среднее	2014-2015	1,6±0,29	33,8±5,81	19,3±2,37	27,8±6,24	2,0±0,31

Число вегетативных почек в среднем 34 шт. (от 15 до 51 шт.), наибольшее число почек было отмечено в корневой системе растений популяции из Белгорода. Потеря биомассы корневой системы при делении составляла 20-40 % (мелкие корни). Рекомендуется корневище именно разрывать, а не разрубать, чтобы не повредить вегетативные почки (хотя это и требует усилий).

Вегетативные почки растений разных популяций отличались размером, формой и расположением в корневой системе (центральной или периферийной). У растений из популяции Коми почки крупные, утолщенные, расположены по периферии; у растений популяции из Самары узкие, вытянутые и заостренные, равномерно распределены; у растений популяции из Белгорода почки многочисленные мелкие и заостренные, расположены по периферии корневой системы. Отрастание вегетативно размноженных растений после зимнего сезона начиналось во 2-й декаде апреля. Приживаемость посадочного материала вегетативного происхождения при весенней посадке с комом составляла 98,7 %. Поскольку посадочный материал зимовал в грунте, весенние заморозки переносил без ущерба для роста и развития.

Период адаптации после высадки продолжался не более 6 суток. Отрастающие растения имели осевую форму роста (цветонос высотой 9-10 см и 2-4 листа длиной 16-19 см), что соответствует возрасту 2 г.ж. (генеративный период) или розеточную форму роста, что соответствует возрасту 1 года жизни (имматурное возрастное состояние прегенеративного периода) – рисунок. С чем связаны эти различия, можно только предполагать (глубина промерзания почвы при зимовке, физиологический возраст вегетатив-

ных почек или др.), для этого нужны дополнительные исследования. Но, согласно литературным источникам, в природных популяциях часть растений серпухи венценосной может переходить к репродуктивному развитию (образовывать осевые органы – цветоносы) не на 2-й, а лишь на 3-й или 4-й год вегетации [5].

Вегетативно размноженные растения проходили все фазы развития, начиная уже с 1-го (после деления и посадки) года вегетации. Массовое отрастание отмечалось с 12 апреля. Следует отметить, что у вегетативно размноженных растений 1 года вегетации наблюдалось позднее наступление фенофаз и увеличение их продолжительности в связи с сочетанием вегетативного роста и репродуктивного развития. В последующие годы вегетативно размноженные растения по прохождению фенофаз незначительно отставали от растений семенного происхождения. Массовое вступление растений 2-4 года вегетации в период бутонизации отмечено 20 июня – 1 июля, но у вегетативно размноженных растений 1 года вегетации значительно (на 20-30 суток) позже – 11 июля-1 августа. Массовое цветение у растений 2-4 года вегетации наблюдалось 17-25 июля, у растений 1 года вегетации – 5-20 августа. Созревание семян у вегетативно размноженных растений 1 года вегетации отмечалось 26 августа-7 сентября, у растений 2-4 года вегетации – 11-22 августа. У вегетативно размноженных растений 1 года вегетации отмечены как вегетативная фаза (отрастание прикорневых листьев розетки), так и репродуктивные фазы: бутонизация и цветение. Продолжительность вегетационного периода составляла 183-193 суток. Продолжительность цветения – число дней от начала цветения до окончания цветения – всего 16 суток для 1 года (что связано с малым числом мелких соцветий) и 26-32 суток на 2-3 году вегетации.

Учет и описание вегетативно размноженных растений проводили в фазе начала цветения, когда прекращался рост цветоносов (3-4 июля). Среди общих особенностей строения вегетативно размноженных растений (по сравнению с растениями семенного происхождения) можно отметить следующие: высота их меньше, особенно на 1-м после деления году вегетации (на 56 %), побеги более облиственные. В первый год вегетации зацвело 82 % вегетативно размноженных растений преимущественно в осенний период. Однако диаметр соцветий и число семян в соплодии у них были несколько меньше, чем у исходных форм. Все показатели увеличивались от 1 к 3 году вегетации. При этом, популяция из Белгорода отличалась большей высотой растений, большим числом генеративных побегов и соцветий на цветоносе.

Заключение. Таким образом, исследования показали, что вегетативное размножение может успешно использоваться в опытной работе с серпухой венценосной для получения однородного посадочного материала и обеспечит возможность наблюдения, характерного для определенной популяции морфотипа растений, уже на 1-м году после деления (при семенном размножении это возможно лишь с 3-го года вегетации).

Библиографический список

1. Бек, С.А. Биологические особенности *Serratula coronata* L. и ее интродукция в сухостепной зоне Центрального Казахстана [Текст]: автореф. дис. ... канд.биол.наук: 03.00.05 / С.А. Бек. – Томск, 2009. – 23 с.
2. Бейдеман, И.Н. Изучение фенологии растений [Текст] / И.Н. Бейдеман // Полевая геоботаника. – М.; Л.: изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 333–366.
3. Доспехов, В.А. Методика полевого опыта [Текст] / В.А. Доспехов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1973. – 336 с.
4. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике [Текст] / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.

5. Казакова, М.В. Онтогенез и распространение *Serratula coronata* L. – редкого вида флоры Рязанской области. [Текст] / М.В. Казакова, Н.С. Владыкина // Лекарственные растения: Фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I Международной научной конференции. – Новосибирск, 2013. – С. 50-53.

6. Коротких, И.Н. Использование вегетативного размножения в селекции *Echinacea purpurea* (L.) Moench. [Текст] / И.Н. Коротких, Ф.М. Хазиева, А.Н. Сидельников // Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии. – 2015. – №9. – С. 45-46.

7. Машковский М.Д. Лекарственные средства [Текст] / М.Д. Машковский. – М., 1993. – Ч. 1. – 736 с.

8. Методика испытаний на однородность, отличимость, стабильность серпухи венценосной [Текст] // Официальный бюллетень ФГБУ «Госсорткомиссия». – № 2 (192). – 2014. – С. 161-165.

9. Мишуров, В.П. Актуальные задачи по созданию, культивированию и использованию сырьевой базы экидистероидосодержащих растений. [Текст] / В.П. Мишуров, Н.П. Тимофеев // Материалы IX Междунар. симп. по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1999. – С. 121-123.

10. Bathori M., Kalasz H., Csikkelne S.A. Components of *Serratula* species; screening for ecdysteroid and inorganic constituents of some *Serratula* plants // Acta Pharm. Hung. –1999. – 69 (2). – P. 72-76.

11. Kholodova, Yu. D. Phytoecdysteroids: biological effects, application in agriculture and complementary medicine // Ukrainskii Biokhimicheskii Zhurnal. – 2001. – № 73. – P. 21–29.

Reference

1. Bek, S. A. Biologicheskie osobennosti *Serratula coronata* L. i ee introdukciya v suhostepnoj zone Central'nogo Kazahstana [Текст]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.05 / S. A. Bek. - Tomsk, 2009. - 23 s.

2. Bejdeman, I. N. Izuchenie fenologii rastenij [Текст] / I. N. Bejdeman // Polevaya geobotanika. - М.; Л.: izd-vo AN SSSR, 1960. - Т. 2. - С. 333-366.

3. Dosphehov, V. A. Metodika polevogo opyta [Текст] / V. A. Dosphehov. - 3-e izd. pererab. i dop. - М.: Kolos, 1973. - 336 s.

4. Zajcev, G. N. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noj botanike [Текст] / G. N. Zajcev. - М.: Nauka, 1984. - 424 s.

5. Kazakova, M. V. Ontogenez i rasprostranenie *Serratula coronata* L. - redkogo vida flory Ryazanskoj oblasti. [Текст] / M. V. Kazakova, N. S. Vladykina // Lekarsvennyye rasteniya: Fundamental'nye i prikladnye problemy: materialy I Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. - Novosibirsk, 2013. - С. 50-53.

6. Korotkih, I. N. Ispol'zovanie vegetativnogo razmnzheniya v selekcii *Echinacea purpurea* (L.) Moench. [Текст] / I. N. Korotkih, F. M. Haziyeva, A. N. Sidel'nikov // Voprosy biologicheskoy medicinskoj i farmacevticheskoy himii. - 2015. - №9. - С. 45-46.

7. Mashkovskij M. D. Lekarsvennyye sredstva [Текст] / M. D. Mashkovskij. - М., 1993. - Ч. 1. - 736 s.

8. Metodika ispytaniy na odnorodnost', otlichimost', stabil'nost' serpuhi vencesnosnoj [Текст] // Oficial'nyj byulleten' FGBU "Gossortkomissiya". - № 2 (192). - 2014. - С. 161-165.

9. Mishurov, V. P. Aktual'nye zadachi po sozdaniyu, kul'tivirovaniyu i ispol'zovaniyu syr'evoj bazy ekidisteroidosoderzhaschih rastenij. [Текст] / V. P. Mishurov, N. P. Timofeev // Materialy IX Mezhdunar. simp. po novym kormovym rasteniyam. - Syktyvkar, 1999. - С. 121-123.

10. Bathori M., Kalasz H., Csikkelne S.A. Components of *Serratula* species; screening for ecdysteroid and inorganic constituents of some *Serratula* plants // Acta Pharm. Hung. -1999. - 69 (2). - P. 72-76.

11. Kholodova, Yu. D. Phytoecdysteroids: biological effects, application in agriculture and complementary medicine // Ukrainskii Biokhimicheskii Zhurnal. - 2001. - № 73. - R. 21-29.

E-mail: belenokaleksis@mail.ru

УДК 635.631.527.53

**ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ОТЦОВСКИХ ЛИНИЙ
АРБУЗА ДЛЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГИБРИДНОЙ СЕЛЕКЦИИ****EVALUATION OF THE COMBINATION ABILITY OF PARENTAL
WATERMELON LINES FOR THEIR USE IN HYBRID BREEDING**

Т.Г. Колебошина^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук
Ю.А. Быковский², профессор, доктор сельскохозяйственных наук
Е. А. Варивода², старший научный сотрудник

T.G. Koleboshina^{1,2}, Y.A. Bykovskii², E.A. Varivoda²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Быковская бахчевая селекционная опытная станция - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»,
Волгоградская обл, Быковский р-н, п. Зеленый

¹Volgograd State Agrarian University

²Federal State Budget Scientific Institution «Bykovskaya melon selection plant
of the All-Russian Research Institute of Vegetable Growing»

Увеличение объемов товарного производства арбуза по северной границе бахчеводства (Саратовской, Воронежской, Курской областей, в Алтайском и Приморском краях и т.д.) требует создания ультраранних и ранних сортов и гибридов. Они должны обладать целым рядом хозяйственно-ценных признаков, высокой транспортабельностью и устойчивостью к болезням. Предпочтительным является создание гетерозисных гибридов F₁, позволяющих получать гарантированные урожаи плодов. Для получения таких гибридов важно иметь материнскую форму, обладающую генной мужской стерильностью и позволяющую получать гибридность семян до 90 % и выше. У арбуза выделена материнская линия с генной мужской стерильностью, контролируемая геном – ms, имеющая два генетических рецессивных маркера: рассеченная листовая пластинка (l), светлая окраска плода (q). Получение перспективных гибридов F₁ зависит от правильного подбора родительских пар, дающих гетерозисный эффект благодаря высокой комбинационной способности. Были созданы для фенотипической однородности инбредные отцовские линии по ранней и средней группе сортов. Определение общей комбинационной способности по скороспелости и урожайности позволит установить наиболее эффективные гибридные комбинации с высоким гетерозисным эффектом. Вегетационный период у гибридов F₁ наследуется промежуточно. По урожайности, в ранней группе сортов выделились гибриды ЛЧms x Успех, ЛЧms x Восторг, превысившие стандарт на 12,0 – 38,0 ц/га, в средней группе ЛЧms x Фаворит – 13,0 ц/га. Эффект ОКС по урожайности варьировал в 2015 году от 22,7 до 61,6 ц/га, в 2016 году от 32,9 до 42,4 ц/га. По урожайности и длине вегетационного периода выделились три отцовские линии арбуза: Успех, Фаворит и Икар. Перспективный гетерозисный гибрид F₁ арбуза Темп (ЛЧms x Успех) передан в Государственное сортоиспытание. Анализ ОКС материнских линий показал, что из трех изучаемых линий по средним эффектам ОКС по скороспелости выделилась линия Чms – 3, а по урожайности – ЛЧms – 1 и ЛЧms – 2.

The increase in the volume of commercial production of watermelon along the northern border of melon growing (Saratov, Voronezh, Kursk regions, the Altai and Primorye Territories, etc.) requires the creation of ultra early and early varieties and hybrids. They should have a number of economically valuable signs, high transportability and resistance to disease. It is preferable to create heterotic F₁ hybrids, which allow obtaining guaranteed yields of fruits. To obtain such hybrids, it is important to have a maternal form that has genetic male sterility and allows to obtain seed hybridity up to 90% and higher. Watermelon has a maternal line with genetic male sterility, controlled by the gene - ms, which has two genetic recessive markers: dissected leaf plate (l), light color of the fetus (q). The acquisition of promising hybrids F₁ depends on the correct selection of parental pairs, giving a heterotic effect due to their high combinational ability. Inbred paternal lines for the early and middle

group of varieties were created for phenotypic homogeneity. Determination of the overall combinative ability for precocity and yield will allow to establish the most effective hybrid combinations with a high heterotic effect. The vegetation period in F1 hybrids is inherited intermittently. In terms of productivity, in the early group of varieties, the hybrids of the Lhms x Success, Lchms x Delight, were exceeded, exceeding the standard by 12.0 - 38.0 c / ha, in the middle group of Lchms x Favorit - 13.0 c / ha. The effect of the ACS on yields varied from 22.7 to 61.6 centner / ha in 2015, from 32.9 to 42.4 centner / ha in 2016. According to the productivity and the length of the growing season, three father's lines of watermelon were singled out: Success, Favorite and Icarus. A promising heterotic hybrid F1 Watermelon Temp (Lhms x Success) was transferred to the State Variety Test. An analysis of the ACS of the mother lines showed that the Chms-3 line emerged from the three studied lines from the mean effects of ACS for precocity, and for the yields of LCs-1 and LC-2.

Ключевые слова: *гетерозисный гибрид, отцовская линия, материнская линия, общая комбинационная способность, эффект ОКС.*

Key words: *heterosis hybrid, paternal line, maternal line, general combination ability, ACS effect.*

Введение. Бахчеводство – одна из наиболее рентабельных отраслей сельского хозяйства в зоне рискованного земледелия Нижнего Поволжья. Богарное бахчеводство не требует больших капитальных вложений и быстрее окупается. Растет объем производства арбуза по северной границе бахчеводства (Саратовская, Воронежская и Курганской области, Алтайский и Приморский края), что связано с процессами глобального потепления климата и с высокой доходностью производства, особенно с появлением ультраранних сортов и гибридов, эффективных и доступных укрывных материалов [2].

Арбуз является самой распространенной культурой среди бахчевых. Чтобы отвечать требованиям современного производства, новые сорта и гибриды арбуза должны обладать целым рядом признаков: хорошим товарным видом плодов, яркой окраской мякоти, транспортабельностью на большие расстояния и высокими вкусовыми качествами. В решении поставленных задач гибриды более предпочтительны, так как, обладая высоким гетерозисным эффектом, позволяют получать гарантированные урожаи плодов.

Для ведения эффективного гибридного семеноводства необходимо иметь специальные генетические формы, позволяющие получать семена с высоким процентом гибридности (мужская стерильность) с наименьшими физическими и материальными затратами [1]. При генетическом анализе проявления мужской стерильности и планировании селекционного процесса с ее участием следует четко различать и учитывать особенности различных типов мужской стерильности, что избавит селекционера от неточных толкований и ошибок в практической работе [6].

У арбуза выделена материнская линия с генной мужской стерильностью, контролируемая геном – *ms*. Эта линия имеет два генетических маркера: рассеченный тип листа (рецессивный ген *l*), светлая окраска плода (рецессивный ген *q*), что позволяет использовать эту линию в гетерозисной селекции для целенаправленного получения гибридов F₁ арбуза. Гибридность полученных семян при использовании этой линии достигает 90 % и выше.

Успех в селекции гибридов F₁ зависит от правильного подбора родительских пар, способных давать значительный эффект гетерозиса в первом поколении благодаря их высокой комбинационной способности [7]. Изучение комбинационной способности позволяет установить селекционную ценность линий, а также прогнозировать эффективность отборов в отдельных комбинациях по исследуемому признаку. Высокая комбинационная способность родительских компонентов обуславливает гетерозис гибридного потомства [9] (ОКС) по признакам «скороспелость», «урожайность».

Материалы и методы. Исследования проводились на Быковской бахчевой селекционной опытной станции в 2014-2016 гг. с использованием методики Литвинова С.С. [5]. С целью изучения комбинационной способности новых исходных линий провели гибридизацию 10 отцовских инбредных линий с материнской линией Чмс. Полученные гибридные комбинации были высеяны для оценки общей комбинационной способности по урожайности и длине вегетационного периода. Посев проводился вручную по 30 растений на делянке с площадью питания 4 м². Во время вегетации проводились все необходимые наблюдения и учёты. В качестве стандартов использовались сорта селекции станции Зенит, Синчевский.

Статистическую обработку полученных данных проводили по методике Б.А. Доспехова [4]. Комбинационная способность линий изучена с использованием метода В.К. Савченко [10].

Результаты и обсуждение. В настоящее время одной из актуальных задач при создании гетерозисных гибридов овощных растений является получение исходных высокогетерозисных инбредных линий [8]. Поэтому нами для получения гибридов F₁ арбуза на основе сортов были созданы инбредные линии, открывающие большие возможности в улучшении качественных показателей и фенотипической однотипности.

Таблица 1 – Характеристика гибридов и родительских линий арбуза

Название образца	Продолжительность вегетационного периода, суток	Урожайность, ц/га	Масса товарного плода, кг	Содержание сухих веществ, %
Раннеспелая группа				
Зенит, st	73	150,0	5,0-7,0	13,0-13,8
Линия Чмс	65	170,0	5,0-8,0	10,0-11,2
ЛЧмс x Зенит	66	157,0	5,0-8,0	10,4-11,0
Линия Чмс x Триумф	68	129,0	5,0-9,0	10,8-12,6
Триумф	68	146,0	5,0-9,0	10,0-10,8
Волжанин	74	170,0	6,0-8,0	13,0-14,0
Линия Чмс x Волжанин	68	186,0	6,0-8,0	11,0-11,8
Линия Чмс x Успех	66	188,0	5,0-9,0	10,2-12,4
Успех	76	162,0	5,0-9,0	10,0-13,8
Линия Чмс x Рубин	68	146,0	5,0-9,0	10,6-11,0
Рубин	76	140,0	5,0-9,0	10,0-12,0
Линия Чмс x Восторг	70	162,0	5,0-9,0	11,2-14,0
Восторг	78	160,0	5,0-9,0	13,8-14,0
НСР ₀₅ –4,12 ц/га Р – 2,18%				
Среднеспелая группа				
Синчевский, st	78	177,0	5,0-10,0	12,0-14,0
Фаворит	78	179,0	6,0-12,0	12,8-13,0
Линия Чмс x Фаворит	72	190,0	6,0-12,0	12,4-13,0
Линия Чмс x Икар	70	178,0	5,0-10,0	10,4-13,0
Икар	84	175,0	5,0-10,0	12,0-13,0
Линия Чмс x Юбилейный 72	72	154,0	5,0-10,0	10,0-12,0
Быковский 22	80	177,0	5,0-9,0	11,0-12,0
Линия Чмс x Быковский 22	69	182,0	5,0-9,0	9,8-10,0
НСР ₀₅ –3,09 ц/га Р – 1,83%				

Однако различные генотипы в неодинаковой степени способны обеспечить эффект гетерозиса, поэтому, с целью установления наиболее эффективных гибридных комбинаций, проведён ряд исследований, являющихся основой для получения гибридов с высоким гетерозисным эффектом.

Экспериментальные данные показали, что вегетационный период у гибридов F_1 , как правило, наследуется промежуточно. Все гибриды имеют более короткий вегетационный период, по сравнению с отцовскими формами (на 4-14 суток), и более длинный, по сравнению с материнской формой. В раннеспелой группе все гибриды созрели раньше стандарта сорта Зенит на 4-7 суток. В среднеспелой группе гибриды созрели раньше отцовских линий на 8-14 суток.

По урожайности, в ранней группе сортов значительно превысили стандарт гибриды Линия Чмс х Успех на 38,0 ц/га, Линия Чмс х Восторг на 12,0 ц/га. В средней группе выделился гибрид Линия Чмс х Фаворит, превысил стандарт на 13,0 ц/га (таблица 1).

Общая комбинационная способность (ОКС) выражает среднюю ценность сорта (линии) в гибридных комбинациях с участием этой родительской формы от общего среднего по всем гибридам. Путём подбора ценных генетических источников, обладающих высокой ОКС, можно успешно вести селекцию на улучшение хозяйственно ценных показателей гибридов F_1 арбуза.

По результатам исследований 2015-2016 гг., эффекты ОКС по урожайности варьировали в 2015 году от – 22,7 ц/га до +61,6 ц/га, в 2016 году от -32,9 ц/га до +42,4 ц/га. Необходимо отметить, что значительный положительный эффект ОКС по урожайности по двум годам исследований имели следующие отцовские линии: Икар, Успех, Фаворит (таблица 2).

Таблица 2 – Эффекты общей комбинационной способности отцовских линий арбуза 2015-2016 гг.

№ п/п	Линия	Эффекты ОКС			
		по урожайности, ц/га		по продолжительности вегетационного периода, сут.	
		2015	2016	2015	2016
1	Триумф	-21,6	-32,9	-4,6	-0,7
2	Успех	+26,6	+25,8	-0,9	-1,7
3	Рубин	-5,7	-16,2	-4,9	-0,7
4	Фаворит	+61,6	+42,4	+2,3	+1,3
5	Восторг	-9,4	-0,2	+6,6	+3,3
6	Юбилейный -72	-22,7	-8,5	+6,6	+3,3
7	Икар	+9,0	+15,8	-2,2	-1,2
8	Зенит	-19,4	-2,8	-3,6	-4,7
9	Волжанин	+2,0	+3,8	+2,4	+1,6
10	Быковский 22	-20,4	-27,5	-1,6	-0,5
	$F_{\text{факт.}}$	12,8		8,45	
	$F_{\text{табл.}}$	2,07		2,07	

$P - 2,65\%$, НСР – 5,27 ц/га

$P - 1,63\%$, НСР – 3,17 сут.

Отрицательный эффект комбинационной способности по продолжительности вегетационного периода показывает, что гибриды являются скороспелыми. Отрицательным эффектом комбинационной способности обладают отцовские линии Рубин, Триумф, Икар, Зенит, Волжанин, Быковский 22.

Как видно из диаграммы 1, высоким положительным эффектом ОКС по урожайности обладают отцовские линии Успех, Фаворит, Икар, Волжанин. Наиболее перспективной для получения высокоурожайного гибрида является линия арбуза, созданная на основе сорта Фаворит.

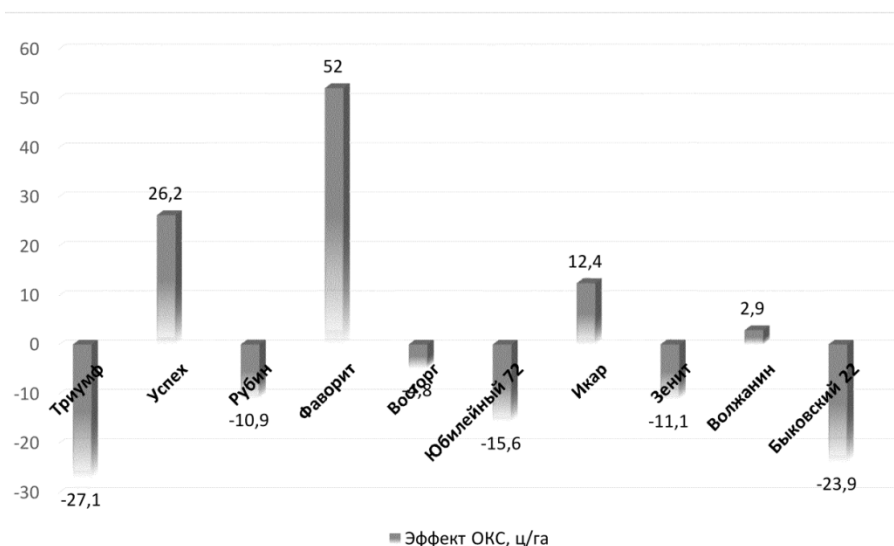


Диаграмма 1 – Эффект ОКС по урожайности, средний за два года (2015-2016 гг.)

По продолжительности вегетационного периода наиболее скороспелыми были отцовские линии Триумф, Рубин, Икар, Зенит, Волжанин, Быковский 22 (диаграмма 2).

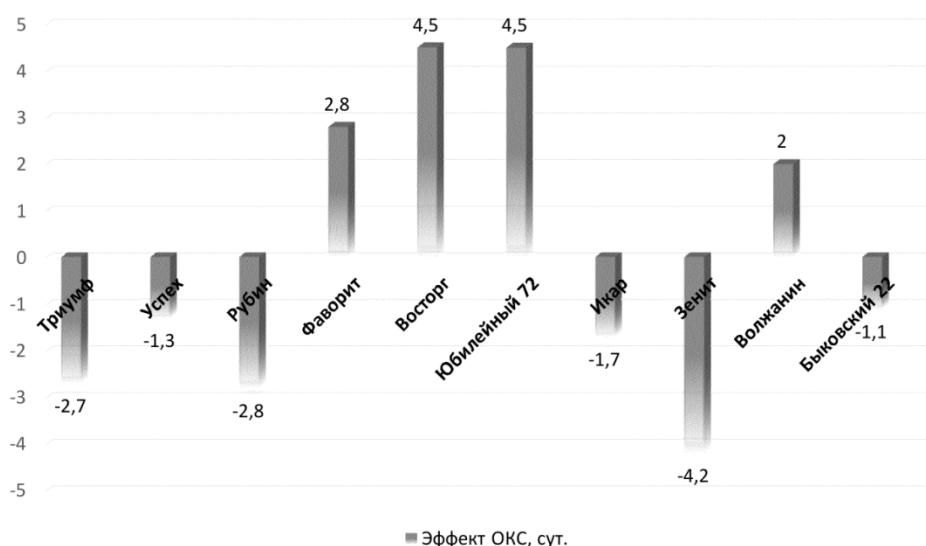


Диаграмма 2 – Эффект ОКС по продолжительности вегетационного периода, средний за два года (2015-2016 гг.)

Анализ общей комбинационной способности материнских линий арбуза показал, что из трех изучаемых линий по средним эффектам ОКС по скороспелости выделилась Линия Чms -3 (таблица 3), а по урожайности – Чms -1 и Чms-2. На основании этого, данные линии могут использоваться с учётом требований, предъявляемых к создаваемому гетерозисному гибриду.

Таблица 3 – Эффекты ОКС материнских линий арбуза (среднее за 2015-2016 гг.)

Материнская линия	Средний эффект ОКС	
	продолжительность вегетационного периода, сут.	урожайность, ц/га
Линия Чмс -1	+0,4	+0,7
Линия Чмс -2	+0,5	+0,7
Линия Чмс -3	-0,9	-1,3

Заключение. В результате исследований эффектов ОКС по урожайности и длине вегетационного периода выделились три отцовские линии столового арбуза: Успех, Фаворит и Икар, обладающие высокой комбинационной способностью по двум признакам (урожайность и скороспелость). Гетерозисный гибрид арбуза Темп (Линия Чмс х Успех) был передан в 2016 году в Государственное сортоиспытание.

Библиографический список

1. Бочарников, А.Н. Селекция и внедрение отечественных гибридов F₁ как основа решения проблем импортозамещения [Текст] / А.Н. Бочарников // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 1746-1750. – Режим доступа: URL: <http://e-koncept.ru/2015/85350.htm>.
2. Быковский, Ю.А. Технология производства бахчевых [Текст] / Ю.А. Быковский, Т.Г. Колешошина // Картофель и овощи. – 2016. – №10. – С. 11-14
3. 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.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 351.
5. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст] / С.С. Литвинов. – М.: Россельхозакадемия, 2011.
6. Монахос, Г.Ф. Селекция F₁ гибридов редиса (*Raphanus sativus* L.) на основе линий с мужской стерильностью [Текст] / Г.Ф. Монахос, А.А. Миронов, С.М. Тюханова // Овощи России. – № 1(26). – 2015. – С. 8-12.
7. Монахос, Г.Ф. Особенности селекции партенокарпических гибридов F₁ огурца [Текст] / Г.Ф. Монахос, Чан Тхи Кам Ту, А.А. Ушанов // Гавриш. – №2. – 2014. – С. 39-43.
8. Пивоваров, В.Ф. Научное наследие Н.И. Вавилова в селекционно-генетических исследованиях овощных культур во ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур [Текст] / В.Ф. Пивоваров, Н.И. Тимин, Л.Ю. Кан // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16. – № 3. – С. 683-690.
9. Радченко, Л.А. Комбинационная способность партенокарпических линий огурца по основным хозяйственно-ценным признакам [Текст] / Л.А. Радченко // Овочівництво і баштанництво. – 2007. – Вып. 53. – С. 149-152.
10. Савченко, В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнотипных наборов родительских форм [Текст] / В.К. Савченко // Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов. – Минск: Наука и техника, 1973. – С. 48-78.

Reference

1. Bocharnikov, A. N. Selekcija i vnedrenie otechestvennyh gibridov F₁ kak osnova resheniya problem importozamesheniya [Tekst] / A. N. Bocharnikov // Nauchno-metodicheskij jlektronnyj zhurnal "Koncept". - 2015. - T. 13. - S. 1746-1750. - Rezhim dostupa: URL: <http://e-koncept.ru/2015/85350.htm>.
2. Bykovskij, Yu. A. Tehnologiya proizvodstva bahchevyh [Tekst] / Yu. A. Bykovskij, T. G. Kaleboshina // Kartofel' i ovoschi. - 2016. - №10. - S. 11-14
3. 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. - S. 46-51.

4. Dosphehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B. A. Dosphehov. - M.: Agropromizdat, 1985. - S. 351.
5. Litvinov, S. S. Metodika polevogo opyta v ovoshevodstve [Tekst] / S. S. Litvinov. - M.: Rossel'hozakademiya, 2011.
6. Monahos, G. F. Selekcija F1 gibridov redisa (*Raphanus sativus* L.) na osnove linij s muzhskoj steril'nost'yu [Tekst] / G. F. Monahos, A. A. Mironov, S. M. Tyuhanova // Ovoschi Rossii. - № 1(26). - 2015. - S. 8-12.
7. Monahos, G. F. Osobennosti selekcii partenokarpicheskikh gibridov F1 ogurca [Tekst] / G. F. Monahos, Chan Thi Kam Tu, A. A. Ushanov // Gavrich. - №2. - 2014. - S. 39-43.
8. Pivovarov, V. F. Nauchnoe nasledie N. I. Vavilova v selekcionno-geneticheskikh issledovaniyah ovoschnyh kul'tur vo VNII selekcii i semenovodstva ovoschnyh kul'tur [Tekst] / V. F. Pivovarov, N. I. Timin, L. Yu. Kan // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. - 2012. - T. 16. - № 3. - S. 683-690.
9. Radchenko, L. A. Kombinacionnaya sposobnost' partenokarpicheskikh linij ogurca po osnovnym hozyajstvenno-cennym priznakam [Tekst] / L. A. Radchenko // Ovovichivnictvo i bashtanictvo. - 2007. - Vyp. 53. - S. 149-152.
10. Savchenko, V. K. Metod ocenki kombinacionnoj sposobnosti geneticheski raznokachestvennyh naborov roditel'skikh form [Tekst] / V. K. Savchenko // Metodiki genetiko-selekcionnogo i geneticheskogo eksperimentov. - Minsk: Nauka i tehnika, 1973. - S. 48-78.

E-mail: BBSOS34@yandex.ru

УДК: 661.162.2

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ПРЕПАРАТОВ ОТ КОМПЛЕКСА БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ
В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**IMPROVEMENT OF FOOD POTATO PRODUCTION TECHNOLOGY
BY USING DRUGS FROM THE DISEASE AND PUNK COMPLEX
UNDER THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION**

А.Ю. Москвичев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Т.Л. Карпова, кандидат биологических наук, доцент

С.А. Егоров, студент 4 курса

A.Yu. Moskvichev. T.L. Karpova. S.A. Egorov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Рассматриваются вопросы совершенствования технологий возделывания картофеля при использовании биопрепарата и двух форм бишофита. Использовалась обработка клубней биологическим препаратом мизорином, а также проведение внекорневой подкормки растений картофеля двумя формами природного минерала – бишофита и бишокупра. На опытных делянках учитывались как поражаемость растений основными заболеваниями, так и продуктивность клубней картофеля. Следует отметить, что наименьшая поражаемость растений картофеля была отмечена при применении модифицированного природного минерала – бишокупра. Наибольший сбор клубней картофеля в 31,7 т/га был отмечен на варианте с применением биопрепарата мизорина для предпосевной обработки клубней на фоне с применением бишокупра в виде внекорневой обработки растений в период вегетации этой культуры. Также рассматриваются и результаты полевого эксперимента по применению инсектицидов различного класса против колорадского жука на посадках картофеля в условиях Нижнего Поволжья. Наибольший эффект был получен от применения препарата быстрого действия с пролонгированным защитным эффектом – Регент. Всё это доказывает, что достижение высокой продуктивности продовольственного картофеля без применения затратных препаратов не мыслится без их использования.

The article discusses the issues of improving potato growing technologies using bio-drugs and two forms of bischofite. The treatment of tubers with a biological drug of Misorin was carried out, as well as the foliar dressing of potato plants with two forms of a natural mineral, bischofite and bishocupra. On the experimental plots, both the damage of plants to the main diseases and the productivity of potato tubers were taken into account. It should be noted that the lowest damage to potato plants was observed when a modified natural mineral, bishocupra, was used. The largest collection of tubers of potatoes in 31.7 t / ha was noted on the variant with the use of biotranspirant mysorina for presowing treatment of tubers against a background using bishocupra in the form of foliar treatment of plants during the growing season of this culture. The article also examines the results of a field experiment on the use of insecticides of various classes against the Colorado potato beetle in potato plantations in the Lower Volga region. The greatest effect was obtained from the use of a rapid action drug with a prolonged protective effect - Regent. All this proves that achieving high productivity of food potatoes without the use of expensive drugs is not conceivable without their use.

Ключевые слова: мизорин, виды бишофита, продуктивность клубней, болезни картофеля, внекорневая подкормка, микроэлементы, прибавка урожая, статистическая обработка урожайных данных. колорадский жук, синтетические препараты, биологические препараты, экономический порог вредоносности, экономическая эффективность.

Key words: mizorin, bischofite species, tuber productivity, potato diseases, foliar top dressing, microelements, crop increment, statistical processing of harvest data. Colorado beetle, synthetic drugs, biological drugs, economic threshold of harmfulness, economic efficiency.

Введение. Насекомые-вредители и болезни способны нанести сильный ущерб урожаю картофеля, поэтому важно своевременно диагностировать и проводить защитные мероприятия, направленные на борьбу с вредными организмами [2, 8].

Большинство сельхозпроизводителей различных форм собственности, занимающихся возделыванием картофеля, нацелены в настоящее время на получение высоких урожаев картофеля с хорошим качеством его клубней. Урожай картофеля и качество его клубней связаны с особенностями технологий возделывания этой культуры. Из-за недостатка денежных средств они порой не вносят необходимого количества удобрений в требуемых соотношениях, не применяются средства защиты, не уделяют должного внимания семеноводству этой культуры, что ведёт к снижению продуктивности и ухудшению качества продукции, способствует развитию вредителей, болезней и сорняков в его посевах [1, 7].

Исследования российских и зарубежных учёных убедительно доказывают перспективность использования биологических препаратов в качестве средств защиты растений от различного типа возбудителей заболеваний. Эффективность биологических фунгицидов зачастую оказывается выше, чем химических. Связано это, в первую очередь, с тем, что к биологическим препаратам у вредных организмов не развивается резистентность [3, 4].

В спектр биопрепаратов входят непосредственно штаммы живых микроорганизмов, а также продукты их жизнедеятельности, получаемые с помощью биотехнологий. Как правило, их применяют при инокуляции семян растений и совместно с органическими удобрениями. Мизорин относится к микробиологическим препаратам, подавляющим широкий спектр фитопатогенных микроорганизмов практически на всех сельскохозяйственных культурах [6, 3].

Природный минерал бишофит представляет собой сложный комплекс минеральных солей и микроэлементов, жизненно необходимых растениям. При использовании бишофита и препаратов на его основе можно добиться повышения устойчивости растений к болезням, вредителям, повысить сохранность урожая [10].

Колорадский жук распространен во всех основных районах возделывания пасленовых культур России. В борьбе с ним наиболее эффективен химический метод, так как обладает быстротой действия, легко доступен и рентабелен. Нами проводились исследования по определению эффективности препаратов различных классов против этого вредителя в УНПЦ «Горная поляна». В годы исследований на посадках картофеля в опыте была отмечена высокая численность жуков и личинок колорадского жука (максимально до 140,2 экз./м²) и значительная поврежденность листовой поверхности (до 14,7 % в фазу бутонизации). Это обусловило необходимость проведения защитных мероприятий с использованием средств химической защиты [1, 5].

Материалы и методы. Для проведения эксперимента были выбраны 3 рекомендованных инсектицида против колорадского жука, 2 относятся к различным типам синтетических препаратов и один к биологическим.

Обработку растений проводили дважды за вегетацию – при появлении I возраста личинок колорадского жука и через три недели – посадки обрабатывались инсектицидами в дозах: Каратэ-Зеон, МКС (0,1 л/га), Регент ВДГ (0,02 кг/га), Битоксибациллин, П (4 кг/га). Расход жидкости составил 150 л/га. Вторая обработка была комплексной, в целях предупреждения развития фитофтороза готовили баковую смесь с добавлением фунгицида Ридомилголд МЦ, ВДГ– 2,5 кг/га. Результаты по определению технической эффективности препаратов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная эффективность применения инсектицидов против колорадского жука на посадках картофеля, 2014-2015 гг.

№ п/п	Исследуемый препарат	Численность личинок, экз. на 1 растение				Техниче- ская эффек- тивность, %	Поврежден- ность листо- вой поверхно- сти, %
		до обра- ботки	после обработки через				
			1 день	10 дней	21 день		
1 обработка							
1	Контроль	17,5	17,9	28,2	32,1	-	69,1
2	Каратэ-Зеон МКС (0,1 л/га)	17,2	2,1	3,1	16,5	87,5	9,4
3	Регент ВДГ (0,02 кг/га)	18,9	0,5	1,2	14,1	97,3	5,6
4	Битоксибациллин П (4 кг/га)	17,8	11,2	5,7	17,1	48,4	15,3
2 обработка							
1	Контроль	32,1	32,3	36,2	37,1	-	89,3
2	Каратэ-Зеон МКС (0,1 л/га)	16,5	3,1	3,7	5,1	88,7	11,1
3	Регент ВДГ (0,02 кг/га)	14,1	0,2	0,9	1,2	98,6	8,8
4	Битоксибациллин П (4 кг/га)	17,1	9,8	5,4	7,1	68,4	18,1

Техническая эффективность инсектицидов быстрого действия определялась на следующие после обработки сутки, максимальный эффект от применения препарата Битоксибациллин наблюдается на 7 сутки, поэтому для 3 варианта опыта расчеты проводились через неделю.

При анализе результатов эксперимента наблюдается наибольший эффект от применения препарата быстрого действия с пролонгированным защитным эффектом – Регент. Техническая эффективность обработок раннего картофеля сорта Романо Регентом составила 97,3-98,6 % в первой и второй обработках, Карате-Зеон – 87,5-88,7 %, а Битоксибациллином только 48,4-68,4 %. В условиях орошения, на фоне значительных материальных и трудовых затрат, важнейшим показателем, определяющим эффективность выращивания служит продуктивность растений.

Полевые исследования проводились в сухостепной зоне на севере Ергенинской возвышенности. Климатические условия места проведения исследований отличаются резкой континентальностью, повторяющимися из года в год засухами (гидротермический коэффициент 0,7). Зима холодная, малоснежная, относительная влажность в зимний период держится на уровне 80 %, летом этот показатель опускается до 40 и ниже.

В течение года выпадает 200-300 мм осадков, которые неравномерно распределены по сезонам: до двух третей выпадает в теплое время. Теплообеспеченность высокая – за вегетацию сумма активных температур достигает 2800-3300 °С. Почвенный комплекс отличается пестротой. Пахотные земли представлены в основном светло-каштановыми почвами с пятнами солонцов. Содержание гумуса колеблется в пределах 1,5...1,8 % гидролизующего азота – 6...9, подвижного фосфора – 2...4 и обменного калия – 5,0...5,5 мг на 100 г почвы. Соли представлены хлоридами, местами хлоридо-сульфатами.

Многофакторные опыты закладывались по методу сложных, или расщеплённых делянок с 2013 г. Размер общей делянки 100 м² и учётной 25...50 м². Повторность трёхкратная. Возделывали картофель при капельном орошении, сорт Романо. Режим орошения – поддержание почвенной влажности на уровне 75-80 % от ППВ. Целью наших исследований было выявление эффективности применения биопрепарата мизорин под картофель на фоне различных способов основной обработки и использование двух видов природного минерала бишофита для внекорневых обработок в период вегетации растений (естественного и наноструктурированного).

Естественный бишофит образовался в результате сложных геологических процессов на глубине от 900 до 1900 м в земных недрах. В качестве биологически активного вещества используется в виде раствора, содержащего сложный комплекс солей и более 20 макро- и микроэлементов. Технологическая обработка этого минерала путём электролитического окисления с использованием медных электродов позволяет получить химические соединения, повышающие его обеззараживающие свойства. Бишофит, прошедший такую обработку, получил название бишокупра [8, 4].

Мизорин – это один из видов бактериального удобрения, который считается безопасным, и является средством повышения урожайности картофеля. По отзывам ГПП «Экос»СНИИ сельскохозяйственной микробиологии Российской академии сельскохозяйственных наук, в среднем по стране была получена значительная прибавка, которая была равна 15-30 % со значительным повышением на 25 % содержания крахмала в клубнях. Использование мизорина снижает заболеваемость растений картофеля фитофторой в 2-4 раза, корневыми гнилями – в 3-4 раза, склеротинией – в 1,5-2 раза, кроме этого, прекращается поступление тяжёлых металлов в почву. Мизорин представляет собой в своём составе различные бактерии *Arthrobacter myosotis*, которые заселяют прикорневую систему растений (ризосферу), на поверхности корней различных сельскохозяйственных культур. Из атмосферы воздуха агробактерии фиксируют атмосферный азот, благодаря которым растения поглощают его; в дальнейшем образуются антибиотики против патогенных грибов и бактерий, лишая их пищи и жизненного пространства, выделяют стимулирующие вещества (природные аналоги ауксинов и гетероауксинов) и витамины, переводят макро- и микроэлементы в легкодоступные формы для растений [6, 9].

Мизорин имеет форму порошкового субстрата влажностью 60 % с прилипателем. Один грамм препарата содержит 2...4 млрд бактерий. Препарат следует хранить при температуре 8...10 °С в помещении, недоступном для солнечных лучей. При применении препарат прост и к тому же экономичен. Препарат используется для предпосевной обработки (1,2 кг на посадочную норму посадки клубней на 1 га) с помощью

опрыскивателей. Мизорин имеет мощное стимулирующее действие при обработке растений: ускоряет созревание, повышает устойчивость к засухе, заморозкам и другим неблагоприятным для растений условиям. Мизорин воздействует на патогенные организмы и, обладая широким спектром действия, подавляет развитие корневых гнилей в 2-5 раза, плодовых гнилей – в 1,5-4 раза, фитофторы – в 2-4 раза; ограничивает поступление и накопление в растениях нитратов; повышает урожайность, улучшает качество продукции и защищает от болезней [7].

Исследования препаратов биологического происхождения и двух форм биофита производились на производственных посадках картофеля. В процессе вегетации картофеля эти две формы биофита использовались в виде внекорневой подкормки, которая осуществлялась 3 раза за вегетацию: в период полных всходов, бутонизации и в конце цветения. Обработки производили опрыскивателем с концентрацией от 3 до 8 %. Внесение природного минерала биофита обеспечивает растения картофеля целым комплексом микроэлементов, увеличивая устойчивость этой культуры к различным заболеваниям [5, 11].

Целью данных исследований было выявление эффективности применения препаратов биологического происхождения для обработки клубней картофеля на фоне различных видов основной обработки орошаемой светло-каштановой почвы, а также внекорневой подкормки разновидностями биофита на растения картофеля в период его вегетации. Агротехника возделывания картофеля была принятой для данной зоны. Орошение обеспечивало влажность почвы в период вегетации на уровне 75...80 % от полевой влагоемкости.

Результаты и обсуждение. Приведённая математическая обработка урожайных данных картофеля по годам исследований показала, что величины прибавки урожая клубней от изучаемых факторов являются достоверными и только при обработке клубней биопрепаратов мизорин в отдельных вариантах их значения лежали в пределах ошибки опыта.

Полученные результаты показывают, что на контрольном варианте, без применения мизорина и биофита урожай клубней в среднем за 2 года составят 20,8 т с га. Обработка посевов картофеля биофитом при этой вспашке повышает урожайность на 2,4 т с единицы площади. Внедрение в технологию возделывания этой культуры мизорина приводит к дальнейшему увеличению урожайности картофеля уже 2,7 т с гектара. Причина необходимости применения природного минерала состоит в том, что биофит увеличивает снабжение растений микроэлементами, тем самым повышает устойчивость к различным заболеваниям.

Таблица 2 – Эффективность использования видов биофита для борьбы с болезнями картофеля, среднее за 2014-2015 гг.

Вариант опыта	Поражаемость картофеля болезнями, %		
	фитофтороз	макроспориоз	парша
Контроль	14,9	4,3	1,2
Биофит	9,3	2,7	0,7
Биокупр	5,1	1,1	0,4

В среднем за 2 года исследований биофит снизил процент заболевания фитофторозом при отвальной обработке на 5,6 %, при безотвально-мелиоративной – на 3,5 %. Прибавка урожая картофеля от биопрепарата и природного минерала (мизорин, биокупр) составила 4,1 т/га по отвальной и 6,1 т/га по безотвально-мелиоративной обработке, т.е. определяемое урожаем эффективное плодородие почв увеличилось на 26,2 % при традиционной и на 19,1 % при мелиоративной обработке.

Делая анализ таблицы 3, мы отмечаем, что обработка посадочного материала мизорина оказала положительное влияние на увеличение сбора клубней картофеля с 1 гектара на всех изучаемых вариантах, связанных с обработкой почвы и применением

разных форм природного минерала – бишофита, от 12,6 до 23,8 %. Следует отметить, что двухслойная глубокая обработка почвы повышала продуктивность клубней на 0,9 – 2,0 тонны на 1 га. Отличались по урожайности деланки с использованием «чистого» бишофита и модифицированного, т.е. обработанного электрическим током с применением медьсодержащих электродов от 19,1 до 23,8 % против 12,6-18,9 % прибавки урожая клубней картофеля относительно контрольного варианта. Нужно подчеркнуть, что результаты опыта были подвергнуты математической обработке и показали достоверность полученных прибавок урожая картофеля по всем трем изучаемым факторам.

Таблица 3 – Продуктивность клубней картофеля при использовании биопрепарата и видов бишофита (2014-2015 гг.)

Вариант	Без обработки клубней мезорином					При обработке клубней мезорином				
	Урожайность клубней, т/га			Прибавка урожая		Урожайность клубней, т/га			Прибавка урожая	
	2014 г.	2015 г.	Среднее за 2 года	т/га	%	2014 г.	2015 г.	Среднее за 2 года	т/га	%
Контроль	20,5	21,2	20,8	-	-	21	22	21,5	-	-
Бишофит	22,8	23,6	23,2	2,4	11,6	23,7	24,7	24,2	2,7	12,6
Бишокупр	24,1	25,3	24,7	3,9	18,8	24,9	26,3	25,6	4,1	19,1

2014 год НСР05 общая – 0,08, А (мизорин) – 0,01, В (формы бишофита) – 0,16, АВ – 0,04; 2015 года НСР05 общая – 0,09, А(мизорин) – 0,02, В (формы бишофиты) – 0,17, АВ – 0,05.

Результаты урожайности картофеля, полученной на различных вариантах применения инсектицидов Каратэ-зеон, Регент и Битоксибациллин в 2014 и 2015 годах, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Урожайность картофеля по вариантам опыта с применением различных инсектицидов, УНПЦ «Горная поляна», 2015-2016 гг.

№ п/п	Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
			ц/га	%
1	Контроль	12,8	-	-
2	Каратэ-Зеон, МКС (0,1 л/га)	29,2	16,4	128,1
3	Регент, ВДГ (0,02 кг/га)	31,4	18,6	145,3
4	Битоксибациллин, П (4 кг/га)	23,5	10,7	83,6
5	НСР ₀₅	2,25		

Наибольшая урожайность была получена при применении препарата Регента: урожайность сорта Романо в этом варианте составила 31,4 т/га. При применении Каратэ-Зеон урожайность оказалась ниже на 7,0 %: 29,2 т/га. Ещё более низкая урожайность оказалась на третьем варианте при применении Битоксибациллина – 23,5 т/га (снижение на 25,2 %). Урожайность в контрольном варианте составила 12,0 т/га.

Качество урожая картофеля было высоким и соответствовало сортовым характеристикам по содержанию крахмала, количество которого в клубнях колебалось от 16,1 до 14,6 %, витамина С – 8,5-9,8 мг/100 г. Таким образом, наиболее эффективным препаратом в защите картофеля от колорадского жука оказался инсектицид Регент.

Анализ экономической эффективности применения пестицидов на картофеле показывает, что все три варианта применения пестицидов дали значительный экономический эффект. Уровень рентабельности составил 171,8 % при применении Каратэ-

Зеон, 192,8 % на варианте с Регентом и 114,7 % при использовании Битоксибациллина и всего лишь 7,8 % – в контрольном варианте, что связано со значительным снижением урожайности на этом варианте.

Заключение. При возделывании продовольственного картофеля для получения значимых сборов клубней картофеля большое значение имеет борьба с болезнетворными патогенами, без увеличения пестицидной нагрузки фунгицидами на обрабатываемую площадь данной культуры. Именно такое использование данного препарата способствует снижению поражаемости основными болезнями, повышению продуктивности растений картофеля и получению экологически безопасной продукции.

В условиях УНПЦ «Горная Поляна» при производстве семенного и товарного картофеля необходима система мер по защите растений от комплекса вредителей. Защита картофеля должна носить интегрированный характер, включать в себя профилактические и истребительные мероприятия, направленные, в первую очередь, против колорадского жука, почвообитающих вредителей и тли как переносчика опасных заболеваний.

Для выявления вредителей необходима система мониторинга, включающая в себя почвенные раскопки в предпосевной период, позволяющие определить численность почвообитающих вредителей и перезимовавших особей колорадского жука. В фазу всходов определяют степень заселения.

Библиографический список

1. Елькина, Г.Я. Применение микроудобрений под картофель на подзолистых почвах [Текст] / Г.Я. Елькина // Картофель и овощи. – 2006. – №5. – С. 14.
2. Карпова, Т.Л. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов раннего картофеля/ Т.Л. Карпова, О.П. Комарова, М.С. Никулин //Евразийский союз учёных № 9/2014. Современные концепции научных исследований: сборник научных работ IX Межд. научн.-практ. конференции. – М., 2014. – С. 21-26.
3. Лебедева, Т.Б. Используйте экологически безопасные препараты [Текст] / Т.Б. Лебедева, Е.В. Надежкин // Картофель и овощи. – 2009. – №1. – С. 8.
4. Лысенко, Ю.Н. Биологизированная система защиты картофеля от болезней [Текст]/ Ю.Н. Лысенко, И.И. Плужников // Картофель и овощи. – 2005. – №3. – С. 28-30.
5. Мелихов, В.В. Экологизированные системы защиты растений в орошаемых севооборотах [Текст]/ В.Ф. Мамин, А.В. Ломтёв, О.П. Комарова. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2004. – 25 с.
6. Москвичев, А.Ю. Продуктивность клубней картофеля при использовании биопрепарата мизорин и бишофита на фоне разноглубинной обработки светло-каштановых почв Астраханской области [Текст]/ А.Ю. Москвичев, А.В. Балашов, В.В. Пятибратов// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – №3(15). – С. 48-53.
7. Москвичев, А.Ю. Применение мизорина и бишофита при возделывании картофеля на фоне разуплотнения почвы [Текст]/ А.Ю. Москвичев, А.В. Балашов, В.В. Пятибратов // Плодородие. – 2009. – №6(51). – С. 29-30.
8. Москвичев, А.Ю. Повышение урожайности картофеля при обработке клубней мизорином и подкормке бишофитом на фоне разной обработки светло-каштановых почв Нижней Волги [Текст]/ А.Ю. Москвичев, Е.А. Шарипова// Известия Нижней Волги. – 2016. – 3 (43).
9. Постников, А.Н. Урожайные свойства клубней картофеля при применении биологических препаратов [Текст]/ А.Н. Постников, А.В. Щетикова // Доклады ТСХА. – 2007. – №227. – С. 26-28.
10. Фомичев, В.Т., Разработка нового комбинированного наноструктурированного препарата на основе местного минерального сырья (бишофит) для защиты сельскохозяйственных культур от заболеваний [Текст] /В.Т. Фомичев, Н.А. Филимонова // Вестник АПК Волгоградской области. – 2010. – №5. – С. 24-25.
11. Himark, V. Dyrking of Karttofeler [Tekst] / V. Himark // Landbonyt. 1984. - V. 38. - №3.– P. 142-146.

Reference

1. El'kina, G. Ya. Primenenie mikroudobrenij pod kartofel' na podzolistykh pochvah [Tekst] / G. Ya. El'kina // Kartofel' i ovoschi. - 2006. - №5. - S. 14.
2. Karpova, T. L. Optimizaciya fitosanitarnogo sostoyaniya posevov rannego kartofelya/ T. L. Karpova, O. P. Komarova, M. S. Nikulin // Evrazijskij soyuz uchjonyh № 9/2014. Sovremennye koncepcii nauchnyh issledovanij: sbornik nauchnyh rabot IX Mezhd. nauchn. -- prakt. konferencii. - M., 2014. - S. 21-26.
3. Lebedeva, T. B. Ispol'zujte jekologicheski bezopasnye preparaty [Tekst] / T. B. Lebedeva, E. V. Nadezhkin // Kartofel' i ovoschi. - 2009. - №1. - S. 8.
4. Lysenko, Yu. N. Biologizirovannaya sistema zaschity kartofelya ot boleznej [Tekst]/ Yu. N. Lysenko, I. I. Pluzhnikov // Kartofel' i ovoschi. - 2005. - №3. - S. 28-30.
5. Melihov, V. V. }kologizirovannye sistemy zaschity rastenij v oroshaemyh sevooborotah [Tekst]/ V. F. Mamin, A. V. Lomtjov, O. P. Komarova. - Volgograd: VNIOZ, 2004. - 25 s.
6. Moskvichev, A. Yu. Produktivnost' klubnej kartofelya pri ispol'zovanii biopreparata mizorin i bishofita na fone raznoglubinnoj obrabotki svetlo-kashtanovyh pochv Astrahanskoj oblasti [Tekst]/ A. Yu. Moskvichev, A. V. Balashov, V. V. Pyatibratov// Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2009. - №3(15). - S. 48-53.
7. Moskvichev, A. Yu. Primenenie mizorina i bishofita pri vozdeleyvanii kartofelya na fone razuplotneniya pochvy [Tekst]/ A. Yu. Moskvichev, A. V. Balashov, V. V. Pyatibratov // Plodorodie. - 2009. - №6(51). - S. 29-30.
8. Moskvichev, A. Yu. Povyshenie urozhajnosti kartofelya pri obrabotke klubnej mizorinom i podkormke bishofitom na fone raznoj obrabotki svetlo-kashtanovyh pochv Nizhnej Volgi [Tekst]/ A. Yu. Moskvichev, E. A. Sharapova// Izvestiya Nizhnej Volgi. - 2016. - 3 (43). - S.
9. Postnikov, A. N. Urozhajnye svojstva klubnej kartofelya pri primenenii biologicheskikh preparatov [Tekst]/ A. N. Postnikov, A. V. Schetikova // Doklady TSXA. - 2007. - №227. - S. 26-28.
10. Fomichev, V. T., Razrabotka novogo kombinirovannogo nanostruktuirovannogo preparata na osnove mestnogo mineral'nogo syr'ya (bishofit) dlya zaschity sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot zabolevanij [Tekst]/ V. T. Fomichev, N. A. Filimonova // Vestnik APK Volgogradskoj oblasti. - 2010. - №5. - S. 24-25.
11. Himark, V. Dyrking of Karttofelers [Tekst] / V. Himark // Landbonyt. 1984. - V. 38. - №3. -- P. 142-146.

E-mail: agro@volgau.com

УДК 631.67452

**КОМБИНИРОВАННАЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ ОРОШЕНИЯ САДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ
THE COMBINED HYDROMELIORATIVE SYSTEM
FOR THE IRRIGATION OF GARDEN PLANTINGS**

Н.Н. Дубенок¹, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
А.В. Майер², кандидат сельскохозяйственных наук

N. N. Dubenok¹, A.V.Mayer²

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева», г. Москва

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

¹RGAU – MAA named after K. A. Timiryazev

²Federal state budgetary scientific institution all-Russian research Institute of hydraulic engineering
and land reclamation them. A. N. Kostyakova

В условиях сухостепной зоны Юга России, где характерны постоянное воздействие засух и суховеев, незначительное выпадение осадков, возможно получение высоких урожаев и качественной продукции плодовых и ягодных культур. В комплексе различных мелиоративных мероприятий важную роль в решении этих задач занимает разработка и создание принци-

пиально новых технических средств и технологий орошения. В настоящее время в Южных регионах России все большее распространение получают локальные способы орошения, такие как капельное и внутрисочвенное орошение. В Волгоградской области наибольшее применение среди малообъемных способов орошения для возделывания сельскохозяйственной продукции получили капельный и внутрисочвенный поливы. При неоспоримых преимуществах капельного и внутрисочвенного орошения (экономия поливной воды, автоматизация полива, амортизационные расходы, энергетические затраты) перед другими способами орошения, они имеют серьезный недостаток. Системой капельного орошения, как и внутрисочвенного, невозможно регулировать фитоклимат сада, проводить биологические и химические обработки, что пагубно влияет на урожайность плодовых и ягодных культур, а при засухах и суховеях вместе с возникновением паразитов, вредителей и болезней такое влияние может привести и к полной потере урожая. Одним из направлений решения вышеперечисленных задач, включая технологические приемы по борьбе с засухами и суховеями, является конструктивная разработка технических средств мелкодисперсного дождевания в сочетании с малообъемными способами орошения. Авторами предлагается разработка и применение в этих целях принципиально новой конструкции системы комбинированного орошения (капельный и внутрисочвенный полив в сочетании с мелкодисперсным дождеванием), направленной на создание новых технологий орошения для возделывания сельскохозяйственных и садовых культур путем использования технологий внутрисочвенного, капельного орошения и регулирования микроклимата.

In droughty conditions 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. In set 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. Now in the Southern regions of Russia the increasing distribution local ways of irrigation, such as receive drop, intra soil and aerosol 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 irrigation water, watering automation, amortization expenses, energy expenses) before other ways of irrigation, they have serious shortcoming. System of drop irrigation, as well as at intra soil, it is not possible to regulate garden plant climate, to carry out biological and chemical treatments that harmful influences productivity of fruit and berry crops, and at droughts and dry winds together with emergence of parasites, pests and diseases, such influence can lead and to complete loss of crop. One of the directions of the solution of task for fight against droughts and dry winds is constructive development of means aerosol sprinkling irrigations in combination to small-volume ways of irrigation, for partial regulation of plant climate of crop at high day temperatures and low atmospheric humidity, and also for fight against causal organisms of diseases of garden cultures. Authors offer application in these purposes essentially new design of system of the combined irrigation, (drop and intra soil watering with aerosol sprinkling irrigation), directed on creation of new technologies of irrigation for cultivation of crops. cultures by use of new technologies of intra soil, drop irrigation and microclimate regulation.

Ключевые слова: орошение, новые технологии, совершенствование, комбинированная система, микроклимат, регулирование.

Key words: the irrigation, new technologies, the improvement, the combined system, microclimate, regulation.

Введение. С каждым годом все большее значение для мировой экономики при выращивании плодовой продукции получает производство яблок. Выращиванием этих востребованных на рынке фруктов занимаются товаропроизводители более чем в 80 странах. Россия – страна, обладающая огромным потенциалом, на мировом рынке яблок, к сожалению, представлена только в роли покупателя. Новые рыночные отношения в России открыли путь импортным фруктам. Каждый из трех импортированных в

Россию фруктов – яблоко. Первое место среди поставщиков яблок является Китай (50 %), среди европейских стран – Польша. Китай контролирует 56 % производства яблок в мире. Россия вышла на первое место в мире по импорту яблок. На ее долю приходится 23 % мирового импорта яблок.

Для Российской Федерации вопросы обеспечения населения продуктами плодородства особенно актуальны, поскольку большая часть территории не имеет для этого благоприятных почв.

В настоящее время на предприятиях агропромышленного комплекса России большое значение придается выбору экологически безопасных и экологически эффективных технологий и технических средств полива. В значительной степени этим требованиям отвечают дождевание, внутрипочвенное, капельное и аэрозольное орошение. Постоянно возрастающий дефицит пресной воды и растущие цены на электроэнергию обуславливают дальнейшее расширение орошаемого земледелия на основе внедрения новых ресурсосберегающих технологий и способов орошения, которые позволяют повысить продуктивность орошаемого гектара и эффективность использования поливной воды.

На современном этапе совершенствования технологии орошения в системе «среда – вода – почва» создают благоприятные условия для возделывания садовых культур. Факторы, воздействующие на рост и развитие плодовых культур, не могут быть достаточно обеспечены применением одного способа полива и требуют их объединения для совместного проведения или чередования в течение периода роста и созревания различных способов орошения. К современным технологиям орошения относятся, в частности, способы внутрипочвенного и капельного орошения. Особенностью этих способов орошения является реализация технической возможности дозированной подачи поливной воды непосредственно в зону питания каждого садового дерева или ягодного кустарника. Объединение капельного, внутрипочвенного орошения в сочетании с мелкодисперсным дождеванием позволит в сухие и особенно в острозасушливые годы поддерживать необходимый поливной режим почвы и повышать влажность окружающего воздуха на 14...23 %, а также позволит понизить его температуру на 4...7 °С, что несомненно благоприятно скажется на урожайности возделываемой плодовой и ягодной продукции [1, 8, 5, 6, 11].

Материалы и методы. Для получения достоверного материала и всесторонней оценки результатов на всех вариантах опыта проводились следующие наблюдения:

1. При разработке системы комбинированного орошения был произведен гидравлический расчет рабочих трубопроводов, который сводился к подбору полипропиленовых труб требуемого диаметра для обеспечения конкретно выбранных способов полива и режимов орошения при следующих условиях:

- потери напора не должны превышать 0,05 МПа в голове распределительного трубопровода;

- расчеты велись по обычным методикам для турбулентного установившегося равномерного движения жидкости (Ф.А. Щевелев, О.Е. Ясониди).

2. Расходные характеристики капельных водовыпусков и распылительных насадок были выявлены на основании экспериментальных полевых исследований.

3. Подбор насоса для обеспечения рабочего режима работы системы комбинированного орошения осуществлялся исходя из гидравлического расчета магистрального, распределительных и поливных трубопроводов системы орошения.

4. Водно-физические свойства почвы определялись по общепринятым методикам.

5. Фактическая поливная норма рассчитывалась по показаниям расходомера, установленного на распределительный трубопровод в каждом варианте системы орошения.

6. Влажность почвы определяли послойно через 0,1 метр, до глубины на 1 метр, отбором почвенных образцов, термостатно-весовым методом

7. Сумарное водопотребление определяли методом упрощенного баланса

$$E = M + 10\mu P \pm \Delta W,$$

где E – суммарное водопотребление, $\text{м}^3/\text{га}$; M – оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$; P – сумма выпавших осадков за расчетный период, мм; μ – коэффициент использования осадков; ΔW – изменение запасов почвенной влаги за рассматриваемый период времени в слое 1,0 м, $\text{м}^3/\text{га}$.

8. Среднесуточное водопотребление определяем по фазам развития и роста растений.

9. Расчет норм минерального питания проводили по общепринятой методике. При этом учитывали нормативные выносы элементов питания урожаем и коэффициентом их возмещения при различной водообеспеченности почв подвижными формами азота, фосфора и калия.

10. Исследования по фитоклимату посева проводились на всех вариантах опыта. Ежедневно измеряли температуру воздуха в среде растений, относительную влажность воздуха, направление и скорость ветра, количество выпавших осадков.

Аспиральным психрометром МВ – 4М и гигрографом ежедневно измеряли относительную влажность воздуха, термометром и термографом измеряли температуру воздуха, температуру почвы термометрами Савинова ТМ – 5, осадки – полевым дождемером М – 99 на высоте 1,5 метра от поверхности почвы.

По каждому варианту измеряли температуру листьев микротермометрами АФИ в десятикратной повторности.

Метеоданные использовались метеостанцией г. Волгограда.

11. Исследования по оводненности тканей, дефицита влаги в листьях плодовых деревьев, определение концентрации клеточного сока проводили по методике ТСХА.

12. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной техники.

13. Экономическая оценка вариантов опыта проводилась в соответствии с требованиями методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов.

По данным многочисленных исследований, проведенных в нашей стране и за рубежом [1, 2, 4, 5], применение ресурсосберегающих способов полива связано со множеством нерешенных вопросов, касающихся технических средств дождевания, внутрпочвенного, капельного и аэрозольного орошения. Наряду с многочисленными преимуществами таких способов полива, как дождевание, внутрпочвенное, капельное и аэрозольное орошение характеризуется и рядом недостатков, которые препятствуют их широкому внедрению. Традиционные способы полива (затопление или дождевание) успешно применяются, например, в разреженных садах с мощной, глубоко проникающей в почву корневой системой, а в садах на карликовых подвоях могут приводить к неблагоприятным последствиям, наклону и полеганию деревьев под порывами сильного ветра и тяжести урожая вследствие переувлажнения верхнего слоя почвы большими поливными нормами, повреждению ветвей и листового аппарата струями оросительной воды. При капельном и внутрпочвенном орошении невозможно увлажнение листовой поверхности плодовых деревьев или ягодников.

С введением в систему капельного или внутрпочвенного полива функции мелко-дисперсного дождевания (МДД) мы получаем универсальную систему комбинированного орошения, способную не только выдерживать поливные и питательные режимы, регулировать влажность воздуха, но и успешно бороться с болезнями и паразитами садовых культур с помощью химических обработок плодовых насаждений [1, 5, 6, 7, 10].

Решение вопросов внедрения в практику сельскохозяйственного производства рассматриваемых способов внутрпочвенного (ВПО), капельного орошения (КО) и мелко-дисперсного дождевания путем их объединения с целью экономии поливной воды и устранения взаимных недостатков определило направление наших исследований на разработку и создание комбинированной системы орошения (КСО), отвечающей ресурсосберегающим технологиям и требованиям экономической безопасности (таблица 1).

Таблица 1 – Основные назначения различных способов орошения

Способ орошения	Увлажнение почвы	Увлажнение воздуха	Влагозарядка	Промывка от солей	Внесение удобрений	Внесение ростовых веществ	Терморегуляционное увлажнение растений	Провокационные поливы для роста сорняков	Противозаморозковые поливы
КО + МДД	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Капельное	+	-	-	-	+	-	-	-	-
МДД	х	+	х	-	-	+	+	х	+
Дождевание	+	х	+	-	+	-	+	+	х
ВПО	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Поверхностное	+	х	+	+	х	-	-	+	-

Примечание: « + » - обеспечивает; « - » - не обеспечивает; « х » - частично применимо

При совмещении способов орошения КО и МДД можно получить хорошие перспективы развития при возделывании плодовых и ягодных культур.

Для решения задачи в подборе дождеобразующей низконапорной установки, способной создать искусственный дождь высокого качества (500-700 микрон) при низком давлении воды порядка 0,01-0,02 МПа, нами предложена стационарная установка для проведения МДД на базе существующей многофункциональной системы орошения [2, 7]. Такая система позволяет осуществить двойное регулирование влажности почвы с помощью КО+ВПО и одновременно проводить при необходимости мелкодисперсное дождевание.

Двойное регулирование влажности почвы реализуют системой комбинированного орошения, которая включает в себя следующие конструктивные механизмы и комплектующие элементы: открытый или закрытый водозабор 1, электронасос для забора поливной воды 2, песчано-гравийный фильтр 4 с гидроциклоном для очистки воды 3, емкость гидроподкормщика 11, подводящий магистральный и распределительные трубопроводы 6,7, поливной трубопровод 9, закольцованные трубопроводы с капельными водовыпусками 15 (рисунок 1).

На поливных и закольцованных капельных трубопроводах посредством крепежных адаптеров монтируются мягкие полихлорвиниловые (ПВХ) трубки для подачи поливной воды (рисунок 2).

Микродождеватели для осуществления МДД выполнены в виде распылительных насадок с редукционными регулируруемыми клапанами (рисунок 3).

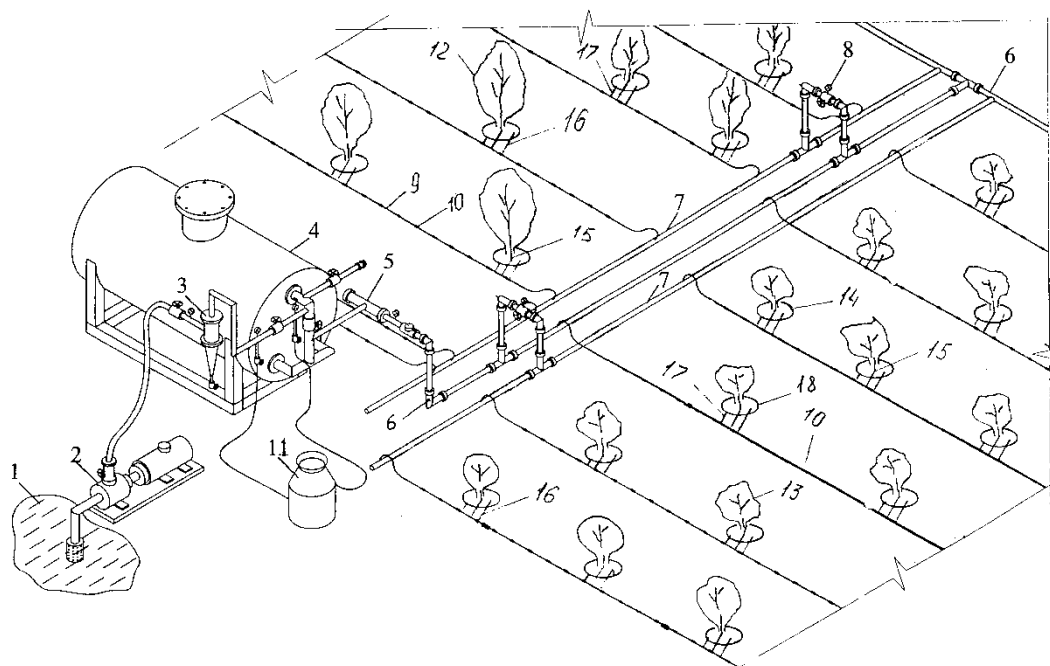


Рисунок 1 – Система комбинированного орошения плодового сада

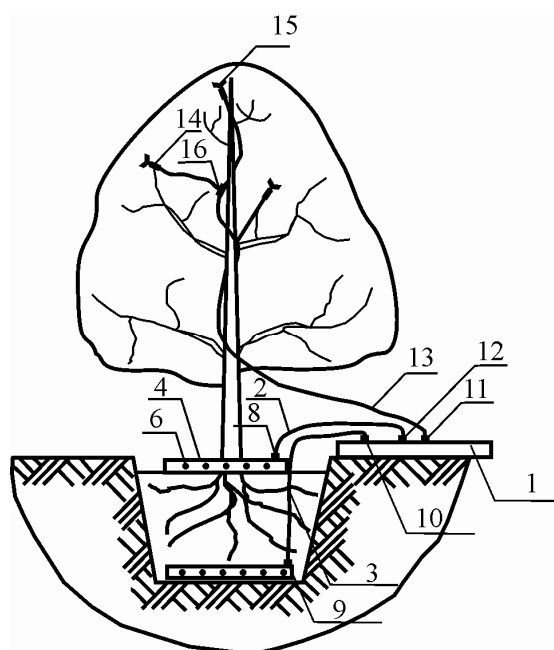


Рисунок 2 - Элементы напорной комбинированной системы для регулирования влажности почвы капельным и внутрипочвенным орошением в сочетании с мелкодисперсным дождеванием для регулирования фитолимата: 1 – поливной трубопровод, 2 – поливная трубка К.О., 3 – подводящая трубка для В.О., 4 – закольцованный капельный трубопровод для К.О., 5 – закольцованный капельный трубопровод для В.О., 6, 7 – капельницы, 8, 9 – входной адаптер, 10, 11, 12 – выходной адаптер, 13 – подводящая трубка для А.О., 14 – перепускной клапан, 15 – спринклер, 16 – соединительный тройник

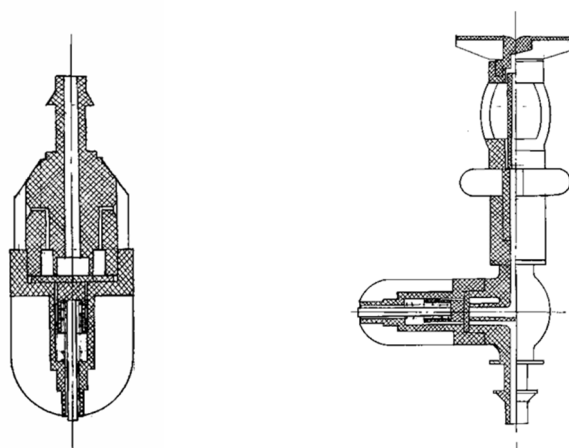


Рисунок 3– Распылители с редукционными клапанами

В режиме комбинированного регулирования почвы, которое осуществляется забором воды с открытого водоисточника или со скважины – электронасосом, вода поступает через гравийно-песчаный фильтр в магистральный трубопровод. С магистрального трубопровода вода подается в поливной трубопровод, затем к низконапорным закольцованным капельным и внутрипочвенным трубопроводам с капельными водовыпусками, обеспечивающими равномерный полив. Гидроподкормщик в описанной системе обеспечивает поочередную подачу полного объема питательных веществ в закольцованные поливные трубопроводы. Для перевода комбинированной системы орошения в режим мелкодисперсного дождевания в поливном трубопроводе при повышении напора воды создается рабочее давление до 0,02 МПа. Поливная вода поступает через трубки ПВХ 13 в распылительные насадки 14 для осуществления МДД.

В дальнейшей эксплуатации разработанной универсальной системы орошения предусматриваются конструктивные функции и решения, позволяющие осуществлять поливы омагниченной водой и водой, насыщенной углекислым газом (CO_2), т.е. ввод в эксплуатацию разработанной системы орошения дополнительных, технологически новых функциональных возможностей.

Основные показатели технической характеристики многофункциональной системы орошения:

1. Расход капельниц – 1,5-3,5 л/час.
2. Напор в капельном (зак. трубопроводе) на входе - 0,15 МПа.
3. Количество увлажнений при МДД за сутки – 8...14.
4. Давление в капельной линии при режиме МДД 0,17...0,2 МПа.
5. Расход поливной воды при МДД за одно увлажнение – 0,64...1,28 м³/га.
6. Продолжительность одного увлажнения при МДД – 0,5 мин.
7. Межполивной интервал увлажнений по времени – в зависимости от T воздуха $^{\circ}\text{C}$.
8. Количество закольцованных капельных трубопроводов – 2 на одно плодородное насаждение.

На данном этапе проводятся исследования по выявлению дополнительных возможностей рабочих функций системы комбинированного орошения.

Заключение. Совмещение способов комбинированного регулирования почвы и мелкодисперсного дождевания способствует повышению показателей фотосинтеза, активизирует все процессы роста и развития растений за счет регулирования микроклимата, что положительно сказывается на продуктивности возделываемой культуры.

Предложенная система комбинированного регулирования влажности почвы в сочетании с МДД позволит значительно сократить время работы электронасосной или дизельной станции в 1,5...2 раза, что, несомненно, скажется на экономии энергетических ресурсов, в особенности в регионах, где разведение садовых культур осуществляется на тяжёлых почвах.

Данное направление перспективно для разработок новых технологий при комбинированных способах орошения. Приведенные выше материалы показывают, что при использовании разработанной системы комбинированного орошения (ВПО + КО + МДД) при незначительных дополнительных затратах возможно проводить ряд необходимых технологических операций, в результате которых решаются задачи, направленные на снижение уязвимости производства садовых насаждений. При применении системы комбинированного орошения появляется возможность регулирования фитолимата сада, полностью осуществляется поддержание запланированного предполивного порога влажности почвы и увлажнение площади листового покрова, что способствует уменьшению в листьях дефицита влаги, осуществляется внос корневых, распыление химических и ростовых веществ, что в конечном результате, сказывается на урожайности плодовых и ягодных культур.

Библиографический список

1. Александров, А.Д. Мелиорация микролимата [Текст]/ А.Д. Александров // Земля Сибирская дальневосточная. – 1978. – № 4. – С.28-30.
2. Бородычев, В.В. Аэрозольное орошение сельскохозяйственных культур [Текст]/ В.В. Бородычев. – М.: Росагропромиздат, 1989. – С. 73.
3. 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.
4. Курбанов С.А. Исследование системы капельного орошения и мелкодисперсного дождевания [Текст]/ С.А. Курбанов, А.В. Майер // Проблемы развития АПК региона ДагАУ. – 2012. – № 3. – С. 5-9.
5. Майер, А.В. Разработка технических средств и методов 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.
6. Майер, А. В. Технические средства и технология комбинированного орошения и мелкодисперсного дождевания [Текст]/А.В. Майер, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2. – С. 3-8.
7. Майер, А.В. Многофункциональная система орошения для полива плодовых и овощных культур [Текст] /А.В. Майер, Ю.И. Захаров, Н.В. Криволуцкая // Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства. – М., 2013. – С. 183-187.
8. 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.
9. Регулирование фитолимата 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.
10. Шумаков, Б.Б. Аэрозольное орошение: технология и эффективность [Текст]/ Б.Б. Шумаков, В.В. Бородычев // Мелиорация и водное хозяйство. – 1988. – № 7. – С. 3-8.
11. Шумаков, Б.Б. Гидромелиоративные системы нового поколения [Текст] / Б.Б. Шумаков. – М.: ВНИИГиМ, 1997. – С. 109.

Reference

1. Aleksadrov, A. D. Melioraciya mikroklimate [Tekst]/ A. D. Aleksandrov // Zemlya Sibirskaya dal'nevostochnaya. - 1978. - № 4. - S.28-30.
2. Borodychev, V. V. A]rozol'noe oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst]/ V. V. Borodychev. - M.: Rosagropromizdat, 1989. - S. 73.

3. Guber, K. V. Sozdanie jkologicheski orientirovannyh gidromeliorativnyh sistem: itogi i perspektivy [Tekst]/ K. V. Guber // Metody i tehnologii kompleksnoj melioracii i jkosistemnogo vodopol'zovaniya. - M., 2006. - 281 s.

4. Kurbanov S. A. Issledovanie sistemy kapel'nogo oroshentya i melkodispersnogo dozhdevaniya [Tekst]/ S. A. Kurbanov, A. V. Majer // Problemy razvitiya APK regiona DagGAU. - 2012. - № 3. - S. 5-9.

5. Majer, A. V. Razrabotka tehniceskikh 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. -- S. 150-155.

6. Majer, A. V. Tehnicheskie sredstva i tehnologiya kombinirovannogo orosheniya i melkodispersnogo dozhdevaniya [Tekst]/A. V. Majer, V. S Bocharnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 2. - S. 3-8.

7. Majer, A. V. Mnogofunkcional'naya sistema orosheniya dlya poliva plodovyh i ovoschnyh kul'tur [Tekst] /A. V. Majer, Yu. I. Zaharov, N. V. Krivoluckaya // Melioraciya i problemy vostanovleniya sel'skogo hozyajstva. - M., 2013. - S. 183-187.

8. 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. - S. 6-9.

9. Regulirovanie fitoklimata v agrofитocenozah pri kombinirovannom oroshenii 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.

10. Shumakov, B. B. A]rozol'noe oroshenie: tehnologiya i jffektivnost' [Tekst]/ B. B. Shumakov, V. V. Borodychev // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 1988. - № 7. - S. 3-8.

11. Shumakov, B. B. Gidromeliorativnye sistemy novogo pokoleniya [Tekst] / B. B. Shumakov. - M.: VNIIGiM, 1997. - S. 109.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 635.25/26:631.811.98

ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РЕПЧАТОГО ЛУКА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ EFFECTIVE ELEMENTS OF ONION CULTIVATION AT DRIP IRRIGATION

Н.Ю. Петров¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.В. Калмыкова¹, кандидат сельскохозяйственных наук

О.В. Калмыкова¹, кандидат сельскохозяйственных наук

В.В. Зволинский²

N.Y. Petrov¹, E.V. Kalmykova¹, O.V. Kalmykova¹, V.V. Zvolinsky²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое займище

¹Volgogradsky State Agrarian University

²State University Caspian research Institute of arid agriculture

В статье исследовано воздействие регулятора роста растений на лук репчатый при капельном орошении. Доказано, что кремнийорганический препарат Энергия-М стимулировал рост и развитие растений, повышал продуктивность лука. Выявлены наиболее перспективные для почвенно-климатических условий Нижнего Поволжья гибриды лука репчатого, обладающие высокими адаптационными возможностями и значительной потенциальной урожайностью, в сочетании с оптимальным уровнем питания и водопотребления. В полевом опыте проводились фенологические наблюдения, учёт водопотребления и биологической урожайности по сборам с определением структуры урожая, массы товарного плода и товарности. Объектом исследования являлись сорт лука репчатого Волгодонец (в качестве стандарта) и на конкурсное испытание были взяты гибриды – Октант F₁ и Валеро F₁, со сроком вегетации 105...110 суток. Площадь учетной делянки составля-

ла 50,4 м². Норма высева составляла 1 млн всхожих семян на гектар. Повторность опыта трёхкратная. Расположение делянок систематическое. Применялась 4-х строчечная схема посева. Посев осуществлялся сеялкой Агрикола-1,4 с микропроцессорным управлением и контролем качества. В получении высоких устойчивых урожаев большое значение имеет капельное орошение в сочетании с применением регулятора роста Энергия-М при возделывании лука репчатого, что в совокупности стимулировало рост и развитие растений. При этом в среднем по вариантам биомасса растений увеличивалась, в сравнении с контролем, на 25,7 %, средняя масса луковиц – на 28,3 %, а общая урожайность лука-репки – 46,6 %.

The influence of plant growth regulator on onion in the case of drip irrigation is investigated in the article. It is proved that the silicon-organic preparation Energia-M stimulated the growth and development of plants, increased the productivity of onions. The most promising on the soil-climatic conditions of the Lower Volga region are hybrids of onion, which have high adaptive capacity and significant potential yield, in combination with the optimal level of nutrition and water consumption. In the field experiment, phenological observations were carried out, water consumption and biological yields were taken into account with the determination of the crop structure, the weight of the commodity fruit and the marketability. The object of research was the onion variety of Volgodonets (as a standard) and hybrids - Octant F1 and Valero F1, with a vegetation period of 105 ... 110 days were taken for the competitive test. The area of the registered plot was 50.4 m². The seeding rate was 1 million germinated seeds per hectare. The repetition of the experiment is threefold. The location of the plots is systematic. A 4-line seeding scheme was used. The sowing was carried out by Agricola-1,4 seeder with microprocessor control and quality control. In the production of high sustainable yields, drip irrigation is of great importance in combination with the use of the growth regulator Energia-M in the cultivation of onions, which together stimulated the growth and development of plants. At the same time, on average, the biomass of plants increased by 25.7% in comparison with the control, the average weight of bulbs increased by 28.3%, and the total yield of onion - turnip - 46.6%.

Ключевые слова: лук репчатый, сорт, гибрид, регулятор роста растений Энергия-М, урожайность, капельное орошение.

Key words: onion, variety, hybrid, plant growth regulator Energia-M, yield, drip irrigation.

Введение. Нижнее Поволжье – один из перспективных регионов для выращивания лука, так как климатические ресурсы в сочетании с орошением обеспечивают формирование высоких урожаев [1, 4].

Лук репчатый является высоковитаминизированной овощной культурой, тем самым наиболее ценной.

Современная ситуация на рынке российского продовольствия в России изменилась, и у отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей появился реальный шанс занять достойную нишу, в том числе, в сегменте лукового рынка [3, 5].

Урожайность лука на современном уровне в основных лукосеющих странах достигает 46,4..51,7 т/га. В свою очередь, средняя урожайность лука в России составляет 22,6 т/га. Использование капельного орошения позволяет строго ориентироваться на биологические потребности репчатого лука. Поэтому актуальным является повышение продуктивности репчатого лука на орошаемых плантациях не менее 100 т/га и соблюдение принципов ресурсосбережения и экологической безопасности производства [2, 4, 6, 7].

Цель наших исследований – выявить эффективность применения регуляторов роста в посевах репчатого лука в условиях орошения на каштановых почвах Волгоградской области.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились с 2011 года в соответствии с поставленными целями на опытных участках ГНУ Прикаспийского НИИ аридного земледелия (Астраханская область, Черноярский район, с. Солёное Займище) в зоне резко континентального климата.

Опытный участок расположен в правобережной степи Черноярского района Астраханской области на расстоянии 3 км южнее с. Соленое Займище в подзоне светло-каштановых почв Северо-Западного Прикаспия. Почвенный покров участка представлен подтипом светло-каштановых солонцеватых почв без наличия пятен солонцов. Гранулометрический состав пахотного слоя опытного участка среднесуглинистый. Рельеф опытного участка выровненный, с небольшим юго-восточным уклоном. Средний уровень залегания грунтовых вод находится на глубине 15...20 м.

Сильная засушливость, обилие солнечной инсоляции, неблагоприятные температурные условия, которые сильно затрудняют ведение сельскохозяйственного производства. Испаряемость в теплый период года достигает 800...1000 мм при средней величине ГТК – 0,2...0,3, что ярко отражает экстремальные климатические условия.

Объектом исследования являлись сорт лука репчатого Волгодец (в качестве стандарта) и на конкурсное испытание были использованы гибриды – Октант F₁ и Валеро F₁ со сроком вегетации 105...110 суток. Площадь учетной делянки составляла 50,4 м². Нормы высева – 1 млн всхожих семян на гектар. Повторность опыта трёхкратная. Расположение делянок систематическое. Применялась 4-х строчечная схема посева.

Осенью участок был вспахан на глубину 0,22...0,24, весной проводилась культивация участка, затем осуществлялось фрезерование на глубину 0,12 м. Также, начиная с появления первых симптомов (вторая декада июня), один раз в 12 суток проводили обработку против пероноспороза. Обработку проводили препаратом «Ридомил голд МЦ» в норме расхода препарата 2,5 кг/га и расходом рабочей жидкости 300...500 л/га с прилипателем «Сильвет Голд» (с контактными препаратами используется в концентрации 0,01...0,10 %, в полевых условиях 0,20 л/га в 500 л/га рабочего раствора).

Посев осуществлялся сеялкой Агрикола-1,4 с микропроцессорным управлением и контролем качества.

После посева применяли обработку гербицидом «Ураган» в концентрации 5...6 л/га, при этом важным условием эффективного действия препарата являлась влажность почвы. Внесение препарата по сухой почве не давало результата. При отрастании однолетних злаковых и двудольных сорняков до фазы второго настоящего листа (в поздние стадии эффективность препарата резко снижается) и при условии наличия у лука первого настоящего листа проводили обработку препаратом «Гоал 2Е» в концентрации 0,2...0,3 л/га. Каждая последующая обработка (в зависимости от условий сезона) «Гоалом 2Е» проводилась с повышением концентрации на 0,1 л/га. Максимальная концентрация «Гоала 2Е» составляла 0,6 л/га. При этом расход рабочей жидкости составлял 200...300 л/га. Все обработки и нормы расхода использовались в соответствии с соблюдением технических регламентов применения препаратов.

В опытах исследовали действие регулятора роста нового поколения Энергия-М.

ЭНЕРГИЯ-М – новый перспективный кремнеуксисный регулятор роста растений, зарегистрированный в 2008 году [8, 10]. Использовали в дозе 0,1 г/л воды путем обработки семян перед посевом – замачивание на 30...40 минут (расход рабочего раствора – 1 л/кг) и некорневых обработок на площади 1 га в дозе 10 г на 300 г воды в течение вегетационного периода (опрыскивание растений в фазе 4...5 листьев и в период массового формирования луковиц).

Полив исследуемых культур осуществлялся системой капельного орошения, для поддержания предполивного порога влажности почвы в активном слое 70...75 % НВ в первой половине вегетации и 80...85 % от НВ – во второй половине в соответствии с рекомендациями известных в регионе исследователей. Полив проводили в течение 4 месяцев, причем за май-июнь оросительная норма в среднем по годам исследования составляла 2400 м³/га, а за июль-август – 4100 м³/га. Оросительная норма за вегетацию равнялась 6500 м³/га. Суммарное водопотребление при этом находилось на уровне 7927,0 м³/га (таблица 1).

Таблица 1 – Водный баланс посевов лука репчатого в опыте (среднее за 2011...2016 гг.)

Показатель	
Осадки за период посадки-уборка, мм	95,0
Поливная вода, мм	650,0
Продуктивный запас влаги на начало вегетации, мм	115,6
Продуктивный запас влаги на конец вегетации, мм	38,7
Суммарное водопотребление, м ³ /га	7927,0

Наибольший удельный вес в структуре суммарного водопотребления принадлежал оросительной норме – 82,0 %.

Результаты и обсуждение. Капельное орошение как способ полива в наибольшей степени соответствует биологии репчатого лука, обеспечивает возможность использования энергоэкономичных, интенсивных технологий с получением гарантированных урожаев.

Капельный полив позволял осуществлять обработку почвы, опрыскивание и сбор урожая в любое время, независимо от проведения орошения, так как участки почвы между рядами на протяжении всего сезона остаются сухими, не образовывалась почвенная корка и сохранялась структура почвы при поливе.

Наблюдения, проводимые в течение вегетационного периода, показали, что препарат Энергия-М не оказал существенного влияния на полевую всхожесть семян, но положительно влиял на рост и развитие растений лука.

На начальном этапе развития поливные нормы составили 45...50 м³/га. По мере роста растений водопотребление возрастало до 115 м³/га. Уход за растениями, кроме регулярных поливов, заключался в рыхлении междурядий.

С начала периода активного роста луковицы, который характеризовался торможением развития вегетативной части и началом активного перераспределения пластических веществ в запасающие органы (луковицу), повышали порог предполивной влажности почвы до 80...85 % НВ, что способствовало формированию более качественной продукции.

За период исследований на опытном орошаемом участке с 1 июня по 15 августа (период технической спелости лука) было проведено 6 отборов почвенных проб для установления влажности почвы в ее полуметровом слое. По итогам определения в лабораторных условиях термостатно-весовым методом были получены следующие данные по влажности почвы опытного участка (таблица 2).

Анализ данных таблицы 2 показывает, что вегетация в период активного роста и развития растения лука проходила в условиях достаточного увлажнения, учитывая принятый режим капельного орошения.

Таблица 2 – Динамика влажности полуметрового слоя подтипом
светло-каштановой почвы в посевах лука репчатого, среднее по сортам

№ п/п	Дата определения	Влажность почвы, % НВ
1	28.05...04.06	87,8
2	15.06...25.06	83,2
3	01.07...09.07	88,4
4	13.07...21.07	80,2
5	30.07...06.08	91,0
6	10.08...17.08	77,6

В таблице 3 представлены значения коэффициента суммарного водопотребления посевов лука репчатого по вариантам опыта, среднее по годам исследования.

Таблица 3 – Коэффициент водопотребления посевов лука репчатого, (2011...2016 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Средняя масса плода, г	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Волгодонец					
1	Контроль (замачивание в воде)	7927,0	65	50,2	157,9
2	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	7927,0	68	55,7	142,3
3	Первое опрыскивание в фазу 4...5 листа (10 г/га) + второе опрыскивание в фазу массового образования луковиц (10 г/га)	7927,0	73	62,3	127,2
4	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян) + первое опрыскивание в фазу 4...5 листа (10 г/га) + второе опрыскивание в фазу массового образования луковиц (10 г/га)	7927,0	82	75,6	104,9
Октант F1					
1	Контроль (замачивание в воде)	7927,0	95	92,0	88,2
2	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	7927,0	100	105,3	75,3
3	Первое опрыскивание в фазу 4...5 листа (10 г/га) + второе опрыскивание в фазу массового образования луковиц (10 г/га)	7927,0	108	112,6	70,4
4	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян) + первое опрыскивание в фазу 4...5 листа (10 г/га) + второе опрыскивание в фазу массового образования луковиц (10 г/га)	7927,0	118	127,5	62,2
Валеро F1					
1	Контроль (замачивание в воде)	7927,0	90	94,4	84,0
2	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	7927,0	96	109,1	72,7
3	Первое опрыскивание в фазу 4...5 листа (10 г/га) + второе опрыскивание в фазу массового образования луковиц (10 г/га)	7927,0	110	125,7	63,1
4	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян) + первое опрыскивание в фазу 4...5 листа (10 г/га) + второе опрыскивание в фазу массового образования луковиц (10 г/га)	7927,0	121	142,1	55,8
НСР 05	2,45				

Наиболее продуктивно, как следует из таблицы 3, расходовались ресурсы влаги на формирование урожая лука Валеро F₁ на варианте с использованием регулятора роста по всей вегетации, включая предпосевную обработку семян – 55,8 м³/т товарной продукции. Достаточно эффективным по показателю коэффициента водопотребления было возделывание лука репчатого Октант F₁ – 62,2 м³/т.

Биомасса растений увеличивалась, в сравнении с контролем, в среднем на 45...52 % и более чем на 20 % превышала биомассу растений с варианта, где проводилось только предпосевное замачивание семян. Перед уборкой урожая измеряли диаметр

луковиц в двух направлениях (горизонтальном и вертикальном) и определяли среднюю массу луковиц. Луковицы на фоне применения Энергии-М были более крупными, масса их увеличивалась на 5,0...15,0 %. Применение Энергии-М только для замачивания семян лука перед посевом оказалось недостаточным. Так, если на ранних стадиях развития растений можно было отметить эффект стимуляции роста растений, то к уборке урожая разница между вариантом с обработкой семян и контролем становилась минимальной (в пределах 3...7 %) и несущественной.

Использование препарата для двухкратного опрыскивания вегетирующих растений обеспечило увеличение массы луковиц на 16,8...21,8 %, по сравнению с контролем. Но этот показатель также уступал уровню комплексного применения Энергии-М, где прибавка средней массы луковиц достигала от 24,2 % до 36,1 %, что положительно сказалось на продуктивности культуры. Прибавка урожая лука репчатого от обработок Энергии-М составляла от 14,5 % до 50,5 %. При этом минимальное повышение урожая наблюдалось в варианте, где применяли только предпосевное замачивание семян лука на гибриде Октавт F₁. Причем статистически этот результат был равным контрольному, т.к. разница находится в пределах НСР₀₅ (наименьшей существенной разности, равной 2,45 т/га). Максимальное повышение урожайности вызывало комплексное использование препарата для замачивания семян и двухкратного опрыскивания растений в рекомендованных дозах при орошении на варианте Валеро F₁ – 142,1 т/га.

Заключение. Таким образом, в получении высоких устойчивых урожаев большее значение имеет капельное орошение в сочетании с применением регулятора роста Энергии-М при возделывании лука репчатого, что в совокупности стимулировало рост и развитие растений. При этом, в среднем по вариантам биомасса растений увеличивалась, в сравнении с контролем на 25,7 %, средняя масса луковиц – на 28,3, а общая урожайность лука-репки – 46,6 %.

Библиографический список

1. Агротехнологии и научное обеспечение интенсивного земледелия Нижней Волги на современном этапе [Текст]/ А.А. Жилкин, В.П. Зволинский, А.Ф. Туманян и др. – М.: Современные тетради, 2005. – 506 с.
2. Айтбаев, Т.Е. Основные итоги научных исследований по удобрению овощных культур и картофеля [Текст]/ Т.Е. Айтбаев, У.Ж. Сапарова // Современное состояние картофелеводства и овощеводства и их научное обеспечение: материалы Международной научно-практической конференции. – С Кайнар, НИИКОХ. – Алматы «Алейрон», 2006. – С. 494-499.
3. Боровой, Е.П. Адаптивная технология возделывания репчатого лука на светлосаптановых почвах Волгоградской области [Текст] / Е.П. Боровой, О.А. Матвеева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №4 (20). – С. 31-35.
4. Выращивание лука репчатого на Нижней Волге [Текст] : монография / М. Ю. Анишко, В. П. Зволинский, М. Ю. Пучков, В. Г. Головин. – Астрахань, 2011. – 227 с.
5. Зволинский, В.П. Результаты технологии возделывания овощных культур на примере крестьянско-фермерских хозяйств [Текст] / В.П.Зволинский, Н.В. Тютюма, А.Н. Бондаренко // Овощеводство и бахчеводство открытого грунта. Проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практического семинара. – Изд-во: Прикаспийский НИИ аридного земледелия, 2016. – С. 72-80.
6. Калмыкова, Е.В. Перспективные направления хранения и транспортировки овощной продукции [Текст]/ Е.В. Калмыкова, Е.А. Карпачева, Е.С. Таранова // Пути улучшения повышения качества хранения и переработки сельскохозяйственной продукции и ее экономическое значение в развитии сельского хозяйства. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2015. – С. 74-79.

7. Калмыкова, Е.В. Влияние регуляторов роста на продуктивность лука репчатого [Текст]/ Е.В. Калмыкова, О.В. Калмыкова // Агротехнологии в сельском хозяйстве: традиции и инновации для устойчивого производства конкурентоспособной продукции : сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященная 100-летию академика Д.К. Беляева. – 2017. – Том 1. – С. 100-104.

8. Калмыкова, Е.В. Применение регуляторов роста на луке репчатом [Текст]/ Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров, О.В. Калмыкова// Актуальные проблемы в современном земледелии и пути их решения : сборник материалов научно-исследовательской конференции, посвящ. Дню студенческой науки 26 мая 2017 г. / Редкол.: Е.А. Джиргалова [и др.]. – Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2017. – С. 5-9.

9. Петров, Н.Ю. Элементы повышения урожайности репчатого лука на светлоресничных почвах [Текст] / Н.Ю. Петров, В.Н. Павленко, В.И. Чунихин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №2 (18). – С. 51-55.

10. Плещачёв, Ю.Н. Оптимизация условий выращивания лука репчатого в условиях Волгоградской области [Текст] / Ю.Н. Плещачёв, Н. Ю. Петров, В.И. Чунихин // Научное обеспечение развития АПК аридных территорий: теория и практика / Составление и редакция: В.П. Зволинский, Т.В. Воронцова, Н.В. Тютюма, Р.К. Туз. – М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2011. – С. 76-85.

11. Плещачёв, Ю.Н. Водопотребление лука репчатого в условиях Волгоградской области [Текст] / Ю.Н. Плещачёв, В.И. Чунихин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2. – С. 65-69.

Reference

1. Agrotehnologii i nauchnoe obespechenie intensivnogo zemledeliya Nizhnej Volgi na sovremennom etape [Tekst]/ A. A. Zhilkin, V. P. Zvolinskij, A. F. Tumanyan i dr. - M.: Sovremennye tetrady, 2005. - 506 s.

2. Ajtbaev, T. E. Osnovnye itogi nauchnyh issledovanij po udobreniyu ovoschnyh kul'tur i kartofelya [Tekst]/ T. E. Ajtbaev, U. Zh. Saparova // Sovremennoe sostoyanie kartofelevodstva i ovoshevodstva i ih nauchnoe obespechenie: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - S. Kajnar, NIIKON. - Almaty "Alejron", 2006. - S. 494-499.

3. Borovoj, E. P. Adaptivnaya tehnologiya vozdel'yvaniya repchatogo luka na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volgogradskoj oblasti [Tekst] / E. P. Borovoj, O. A. Matveeva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2010. - №4 (20). - S. 31-35.

4. Vyrashchivanie luka repchatogo na Nizhnej Volge [Tekst] : monografiya / M. Yu. Anishko, V. P. Zvolinskij, M. Yu. Puchkov, V. G. Golovin. - Astrahan', 2011. - 227 s.

5. Zvolinskij, V. P. Rezul'taty tehnologii vozdel'yvaniya ovoschnyh kul'tur na primere krest'yansko-fermerskih hozyajstv [Tekst] / V. P. Zvolinskij, N. V. Tyutyuma, A. N. Bondarenko // Ovoshevodstvo i bahchevodstvo otkrytogo grunta. Problemy i perspektivy razvitiya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskogo seminar. - Izd-vo: Prikaspijskij NII aridnogo zemledeliya, 2016. - S. 72-80.

6. Kalmykova, E. V. Perspektivnye napravleniya hraneniya i transportirovki ovoschnoj produkcii [Tekst]/ E. V. Kalmykova, E. A. Karpacheva, E. S. Taranova // Puti uluchsheniya povysheniya kachestva hraneniya i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii i ee jkonomicheskoe znachenie v razvitii sel'skogo hozyajstva. - Astrahan': Izd-vo AGTU, 2015. - S. 74-79.

7. Kalmykova, E. V. Vliyanie regul'yatorov rosta na produktivnost' luka repchatogo [Tekst]/ E. V. Kalmykova, O. V. Kalmykova // Agrotehnologii v sel'skom hozyajstve: tradicii i innovacii dlya ustojchivogo proizvodstva konkurentosposobnoj produkcii : sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyaschennaya 100-letiyu akademika D. K. Belyaeva. -- GOROD, 2017. - Tom 1. - S. 100-104.

8. Kalmykova, E. V. Primenenie regul'yatorov rosta na luke repchatom [Tekst]/ E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov, O. V. Kalmykova// Aktual'nye problemy v sovremennom zemledelii i puti ih resheniya : sbornik materialov nauchno-issledovatel'skoj konferencii, posvyasch. Dnyu studencheskoj nauki 26 maya 2017 g. / Redkol.: E. A. Dzhirgalova [i dr.]. - }lista: Izd-vo Kalm. un-ta, 2017. - S. 5-9.

9. Petrov, N. Yu. }lementy povysheniya urozhajnosti repchatogo luka na svetlo-kashtanovyh pochvah [Tekst] / N. Yu. Petrov, V. N. Pavlenko, V. I. Chunihin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2010. - №2 (18). - S. 51-55.

10. Pleskachjov, Yu. N. Optimizaciya uslovij vyraschivaniya luka repchatogo v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst] / Yu. N. Pleskachjov, N. Yu. Petrov, V. I. Chunihin // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK aridnyh territorij: teoriya i praktika / Sostavlenie i redakciya: V. P. Zvolinskij, T. V. Voroncova, N. V. Tyutyuma, R. K. Tuz. - M.: Izdatel'stvo "Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk", 2011. - S. 76-85.

11. Pleskachjov, Yu. N. Vodopotreblenie luka repchatogo v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst] / Yu. N. Pleskachjov, V. I. Chunihin // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - № 2. - S. 65-69.

E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

УДК 631.432.3

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ВЛАГИ В ЗОНЕ АЭРАЦИИ

APPLICATION OF MAIN HYDROPHYSICAL CHARACTERISTICS FOR MODELING OF VERTICAL MOISTURE MOTION IN THE AERATION AREA

А.Н. Салугин, доктор сельскохозяйственных наук

A. N. Salugin

*Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград*

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

Рассмотрены приемы моделирования движения воды в ненасыщенной зоне аэрации для почв с различным гранулометрическим составом: песок (Sand), суглинистый песок (Loamy sand) и суглинок (Loam). С помощью модифицированного уравнения Дарси описан метод расчета скорости перемещения влаги с использованием данных, полученных восстановлением основной гидрофизической характеристики: водоудерживающей способности (ОГХ) и влагопроводности. Послойный расчет скорости перемещения влаги основан на использовании кривой водоудерживающей способности – зависимости влажности от матричного давления, включающего в себя капиллярный и гравитационный потенциалы. Приведены примеры расчета передвижения влаги в верхнем орошаемом слое. Установлена высокая чувствительность влагопроводности почвогрунтов к гранулометрическому составу в ненасыщенной области зоны аэрации. При низкой влажности легкие почвы проводят влагу хуже, чем тяжелые из-за различия пленочно-капиллярной составляющей. Для влажности выше наименьшей влагоемкости гидрофизические характеристики изменяются настолько, что характер вертикального перемещения влаги качественно изменяется. Разработанный метод позволяет внедрять результаты математических моделей по восстановлению ОГХ в практику оптимального проектирования ирригационных систем.

Methods for simulating the movement of water in an unsaturated aeration zone for soils with different granulometric compositions are considered: sand, loamy sand and loam. Using the modified Darcy equation, a method is described for calculating the rate of moisture transfer using data obtained by reconstructing the basic hydrophysical characteristic: water holding capacity (OCS) and moisture conductivity. The layer-by-layer calculation of the rate of moisture transfer is based on the use of a curve of water-holding capacity-the dependence of moisture on the matrix pressure, which includes capillary and gravitational potentials. Examples of the calculation of the movement of moisture in the upper irrigated layer are given. The high sensitivity of hydraulic conductivity to soil granulometric composition in the unsaturated zone of aeration. At low humidity light soil moisture is carried out worse than heavy due to the difference

in film-capillary component. For humidity above the lowest water capacity hydrophysical characteristics are changed so that the character of the vertical movement of moisture changes qualitatively. The developed method makes it possible to introduce the results of mathematical models on the restoration of the OGS into the practice of optimal design of irrigation systems.

Ключевые слова: *основная гидрофизическая характеристика, влагопроводность, матричное давление, градиент влажности и давления, капиллярный потенциал.*

Key words: *basic hydrophysical characteristic, moisture conductivity, matrix pressure, moisture and pressure gradient, capillary potential.*

Введение. Впитывание как процесс накопления влаги в почве характеризуется суммарным количеством воды (интегральный показатель) и скоростью накопления. Кумулятивное впитывание измеряется накопленной влагой за некоторый промежуток времени. При этом скорость перемещения влаги будет меняться. Если за 1 час вода проникла на 2 см, а за второй – еще на 1 см, то общий показатель будет 3 см за 2 часа. При таком дискретном описании процесса скорость была сначала 2 см/час, а затем 1 см/час. Непрерывное описание такого процесса достигается с помощью дифференциальных уравнений в частных производных [7, 6]. Экспериментально вертикальное движение почвенной влаги можно исследовать как в полевых условиях, так и лабораторных или на лизиметрах.

Прежде чем перейти к задаче о вертикальном перемещении влаги в ненасыщенных почвах легкого гранулометрического состава рассмотрим некоторые сопровождающие это явления процессы. Результаты восстановления ОГХ и данные по гравитационному стоку [7] являются исходным информационным обеспечением в виде начальных параметров моделирования вертикального перетока воды между верхними слоями почвы.

Материалы и методы. Покажем, что гидрофизические константы (НВ, ПВ, МГ и плотность), а также зависимость влагопроводности от влажности и восстановленная с их помощью основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) позволяют успешно решать задачи вертикального перемещения влаги в ненасыщенных почвах. Процесс движения воды в пористой среде в случае неполного насыщения описывается законом

Дарси [2] в виде:

$$q = \frac{Q}{st} = K_{\phi} \frac{\Delta P}{\Delta z}, \quad (1)$$

где Q – количество воды протекшей через площадку s за время t , Δz – толщина слоя почвы; ΔP – изменение почвенного давления при изменении глубины на толщину слоя (мм вод. ст.); K_{ϕ} – коэффициент фильтрации – влагопроводность при полном насыщении.

В этой формуле поток является аналогом гравитационного стока. При полном насыщении ($P=0$) K_{ϕ} будет равен скорости стока и является гидрофизической для конкретной почвы. Размерность K_{ϕ} равна размерности скорости гравитационного стока. Действительно:

$$K_{\phi} = \frac{Q}{st} = \frac{L^3}{L^2 T} = \frac{L}{T} = LT^{-1} (\text{мм} / \text{сут}).$$

Отметим, что закон Дарси дает завышенное значение вертикального стока, так как s – это общая площадь поверхности фильтрации. Это неверно потому, что пористость почвы имеет две составляющие: активную и неактивную. Неактивная часть принадлежит высокодисперсной составляющей гранулометрического состава. В областях с большой удельной поверхностью в почве имеется большое количество тупиковых пор, не участвующих в движении влаги, что приводит к отмеченному эффекту.

Таким образом, если учесть, что активная пористость – это разность между общей и неактивной, то реальная скорость перемещения влаги будет несколько выше.

Коэффициент фильтрации (K_f), используемый в потоковых моделях, обычно определяют с помощью метода малых площадей (рамный метод) [3]. При изменении напора воды K_f измеряют, по количеству дополнительной до соответствующего уровня воды за единицу времени. Считая, что гравитационный градиент близок к единице, здесь можно использовать формулу: $K_f = Q/st$. При описании движения влаги в ненасыщенной зоне будем использовать приближенную модель в виде модифицированного уравнения Дарси [3].

Результаты и обсуждение. В моделях по вертикальному переносу влаги участвует влагопроводность почвы, которая не является постоянной величиной в отличие от коэффициента K_f , а зависит от влажности или капиллярного давления. Это происходит потому, что с изменением количества влаги в ненасыщенной зоне изменяется матричное (капиллярно-сорбционное) давление (P) [1]. В таблице 1 приведены данные коэффициента влагопроводности K_f для различных типов почв [3].

Таблица 1 – Коэффициент влагопроводности различных типов почв при насыщении

Почва	Диапазон $K_f(\text{см}\cdot\text{с}^{-1})$
Гравий	$1,9\cdot 10^{-2}-1,6\cdot 10^{-1}$
Грубый песок	$1,4\cdot 10^{-4}-3,3\cdot 10^{-3}$
Песок	$1,9\cdot 10^{-3}-1,2\cdot 10^{-1}$
Средний песок	$5,6\cdot 10^{-4}-8,3\cdot 10^{-3}$
Неоднородный гравий и песок	$2,8\cdot 10^{-5}-8,3\cdot 10^{-4}$
Грубый оторфованный песок	$1,9\cdot 10^{-4}-2,2\cdot 10^{-4}$
Тонкий оторфованный песок	$8,3\cdot 10^{-6}-1,8\cdot 10^{-5}$
Моренный гравий	$8,3\cdot 10^{-7}-3,9\cdot 10^{-5}$
Моренный песок	$8,3\cdot 10^{-8}-1,7\cdot 10^{-5}$
Опесчанная легкая глина	$8,3\cdot 10^{-8}-2,2\cdot 10^{-7}$
Пылеватый моренный песок	$2,8\cdot 10^{-8}-1,7\cdot 10^{-7}$
Опесчаненный тяжелый суглинок	$2,8\cdot 10^{-8}-2,2\cdot 10^{-7}$
Суглинок	$1,7\cdot 10^{-9}-1,7\cdot 10^{-7}$
Тяжелая глина	$1,4\cdot 10^{-9}-2,5\cdot 10^{-9}$

В ненасыщенном режиме почва способна всасывать в себя влагу, совершая работу по преодолению сил тяжести капиллярными силами. Отметим, что давление водяного столба направлено вертикально вниз и считается положительным; капиллярное давление при этом – отрицательно, так как направлено вверх. Таким образом, для ненасыщенных почвогрунтов закон Дарси можно записать в модифицированном виде:

$$q = -K(h) \frac{\partial h}{\partial z}, \quad (2)$$

где q – скорость стока; $K(h)$ — коэффициент влагопроводности, зависящий от давления, $\frac{\Delta h}{\Delta z}$ – градиент полного давления (капиллярного и гравитационного).

Таким образом, уравнение Дарси можно использовать для ненасыщенных грунтов в том случае, когда коэффициент влагопроводности зависит от содержания воды в почве (влажности). Более того, потенциал влаги (работа по перемещению элементарного объема воды в свободную от почвенного потенциала зону) также зависит от ее количества. Это есть, не что иное, как балансовое соотношение: изменение влажности во времени равно приращению количества воды на отрезке Δz профиля. Физически это означает, что по мере уменьшения влажности кривизна поверхности раздела между жидкостью и газом в почве возрастает, а толщина водяной пленки на твердой поверхности почвенных частиц уменьшается. Влага при этом за счет твердой фазы становится менее подвижной, и влагопроводность уменьшается.

Таким образом, изменение влажности во времени приводит к изменению скорости потока воды q на данном перепаде высот, если речь идет о вертикальном движении, и можно записать:

$$\frac{\Delta \theta}{\Delta t} = - \frac{\Delta q}{\Delta z}. \quad (3)$$

Знак минус означает, что градиент гравитационного давления направлен вниз (с увеличением z , давление падает). Подставив уравнение (2) в (3), получим:

$$\frac{\Delta \theta}{\Delta t} = - \frac{\Delta}{\Delta z} \left(K(h) \frac{\Delta h}{\Delta z} \right), \quad (4)$$

где θ – влажность, h – полный потенциал почвенной влаги (капиллярно-сорбционный и гравитационный), z – координата глубины.

Последнее уравнение позволяет решать задачи о вертикальном перемещении. Запишем его в более удобном виде для практического применения, чтобы выполнять расчеты вертикального перемещения воды между верхними слоями почвенного профиля. Заметим, что в ненасыщенной почве давление является отрицательной величиной и движение влаги направлено в сторону более низких значений давления. Отсюда следует, что в расчетах необходимо учитывать знак давления почвенной влаги: за положительное направление потока принимается восходящее к поверхности почвы. Перепишем (2) в наиболее удобном виде для расчетов вертикального переноса:

$$q = -K(h) \left(\frac{\Delta(P-z)}{\Delta z} \right) = K(h) \left(\frac{P_2 - P_1}{\Delta z} - 1 \right), \quad (5)$$

где $\Delta P / \Delta z$ — изменение давления на расстоянии Δz между двумя слоями по вертикали, $K(h)$ – коэффициент влагопроводности при заданном давлении.

Отметим, что почва представляет собой гетерогенную среду, состоящую из капилляров различного диаметра. По мере заполнения водой все крупные поры будут заполняться и проводить влагу. Если удалять затем влагу (иссушение почвы), то в эти капилляры будет входить воздух и они уже не будут участвовать в перемещении воды из-за «воздушных пробок». При этом сокращается площадь водопроводящих капилляров, что приводит к уменьшению влагопроводности. При дальнейшем иссушении давление влаги снижается, опустошаются и другие капилляры и остаются самые тонкие, определяющие предельно возможную влагопроводность. Таким образом, влагопроводность является функцией капиллярного давления или влажности $K(h) = f_h(h)$; $K(\theta) = f_\theta(\theta)$. Явный полуэмпирический вид этой функции, используемый в нашей технологии, был взят из работ Ван-Генухтена и Симунека [12, 13]. Эти авторы на протяжении многих лет исследуют процессы переноса в пористых средах, используя полуэмпирический метод. Сначала подбирается некоторая непрерывная со своими первыми и вторыми производными функция для описания, например, влагопроводности. В качестве неизвестных эти функции включают гидрофизические параметры почв. Затем, используя экспериментальные данные, методом наименьших квадратов «подгоняют» теоретическую зависимость под наблюдаемую кривую. Используя репрезентативную выборку по гидрофизическим свойствам почв, эти авторы получили значения гидрофизических параметров для двенадцати типов почв (таблица 2). Для влагопроводности использовалась функция:

$$K(S_e) = K_\phi S_e^\lambda \left\{ 1 - [1 - S_e^{1/m}] \right\}^2, S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}, \quad (6)$$

где K_ϕ – влагопроводность при полном насыщении, мм/сут.; S_e – приведенная влажность, отражающая количество влаги, участвующей в движении, (–); θ – наблюдаемая влажность, θ_r – гигроскопическая влажность, θ_s – влажность насыщения; λ – параметр, характеризующий неоднородность порового пространства зависит от типа почв; m – параметр, отражающий распределение почвенных частиц по размерам.

На рисунке 1 показана зависимость влагопроводности от потенциала почвенной влаги (почвенного давления). Из рисунка явствует четкая зависимость способности почвы пропускать через себя влагу от давления (изменение на несколько порядков). Этот факт указывает на то, что в процессе иссушения или увлажнения изменяется механизм переноса влаги: сухая почва проводит влагу хуже, чем «мокрая».

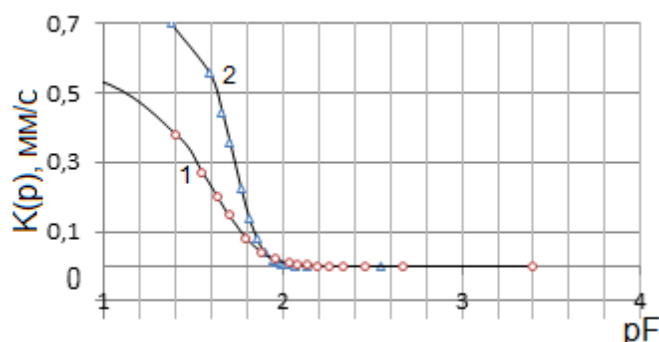


Рисунок 1 – Влагопроводность как функция матричного потенциала для двух типов почв: 1 – суглинок (*Loam*), 2 – песок (*Sand*)

Водоудерживающая способность почвы или основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) определяется экспериментально. Следует отметить, что сложность этих опытов состоит в том, что приходится привлекать различные методы и приборы для измерения почвенного потенциала во всем диапазоне давлений (мембранный пресс, капилляриметр, тензиометр, т.д.). Поэтому в настоящее время разрабатываются методы получения этой гидрофизической характеристики с использованием полуэмпирического подхода «восстановления» кривой ОГХ по гранулометрическому составу и гидрофизическим константам (НВ, ВЗ, ПО, МГ, плотность и др.) [1,5,7].

В методе Ван-Генухтена [7] ОГХ водоудержание $\theta(h)$ записывается в виде:

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left(1 + |\alpha h|^n\right)^m}, m = 1 - \frac{1}{n}. \quad (7)$$

где n – параметр, отражающий гранулометрические характеристики, (–); h – матричный потенциал (давление) (мм вод. ст.); α – коэффициент входа воздуха.

Полученные нами в работе [7] расчетным путем таблицы восстановленных ОГХ и данные по влагопроводности служат исходными данными для расчета вертикального тока воды в почве с помощью уравнения (4).

Рассмотрим пример. Пусть верхний слой почвы легкого гранулометрического состава (*Sand*) увлажнен до наименьшей влагоемкости $НВ=0,06 \text{ см}^3/\text{см}^3$, а влага от дождя с интенсивностью 1 см перемещается в следующий нижний слой с влажностью $0,05 \text{ см}^3/\text{см}^3$.

При выпадении 1 см дождя произойдет увеличение объемной влажности и увеличение давления почвенной влаги в верхнем слое. Это увеличение можно определить по имеющейся у нас кривой ОГХ при $\theta_s=0,43$ и $\theta_r=0,045$ [7] (при насыщении $\theta_s=0,43$ давление равно нулю). Если уменьшить влажность до НВ — $0,06 \text{ см}^3/\text{см}^3$, то ему будет соответствовать давление $pF=2,395$ ($248 \text{ см}^3/\text{см}^3$). Следовательно, перепад давления составит 248 см вод. ст. Посмотрим, как при этом изменится влагопроводность. С помощью программы RETC из таблицы для $K(h)$ выходного файла можно определить значение влагопроводности, соответствующей такому изменению почвенного давления. Исходные гидрофизические параметры и влагопроводность при полном насыщении для двенадцати типов почв представлены в таблице 2.

По данным выходного файла RETC, было отмечено, что влагопроводность K существенно снизилась: при влажности равной НВ она стала $0,02107 \text{ мм/сут}$. Таким образом, все данные для подсчета количества вертикально перемещенной влаги у нас имеются. Подставим в уравнение $q = K(\theta) \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta z} - 1 \right)$ значения для $K(\theta)=0,02107 \text{ мм/сут}$;

$$p_1=248 \text{ см.}; p_2=0 \text{ и } \Delta z=20 \text{ см и получим: } q = 0,02107 \text{ мм/сут} \left(\frac{248-0}{20} - 1 \right) \text{ или}$$

$$q = 0,02107 \cdot 11,4 \text{ мм/сут} = 0,24 \text{ мм/сут}, \text{ где } \Delta p=p_1-p_2, p_1=248 \text{ см} - \text{ из полученной кривой } K(\theta) \text{ RETC, } p_2=0.$$

Таблица 2 – Средние значения гидрофизических параметров для определения водоудержания и влагопроводности для почвенных текстур [12, 13]

Тип почвы	$\theta_r, \text{ см}^3/\text{см}^3$	$\theta_s, \text{ см}^3/\text{см}^3$	$\alpha, 1/\text{см}$	$n, (-)$	$K_0, \text{ см/д}$
Sand	0,045	0,43	0,145	2,68	712,8
Loamy Sand	0,057	0,41	0,124	2,28	350,2
Sandy Loam	0,065	0,41	0,075	1,89	106,1
Loam	0,078	0,43	0,036	1,56	24,96
silt	0,034	0,46	0,016	1,37	6,00
silt Loam	0,067	0,45	0,020	1,41	10,80
Sandy Clay Loam	0,100	0,39	0,059	1,48	31,44
Clay Loam	0,0%	0,41	0,019	1,31	6,24
Si% Clay Loam	0,089	0,43	0,010	1,23	1,68
Sandy Clay	0,100	0,38	0,027	1,23	2,88
Silty Clay	0,070	0,36	0,005	1,09	0,48
Clay	0,068	0,38	0,008	1,09	4,80

Аналогично проведем расчеты для почвы типа суглинок (Loam) с наименьшей влажностью (НВ) $0,26 \text{ см}^3/\text{см}^3$. Коэффициент фильтрации при нулевом давлении равен 1, а при влажности $0,26 \text{ см}^3/\text{см}^3$ он равен, согласно выходному файлу RETC, $-0,00224 \text{ см/сут}$. Давление при этом равно $796,1 \text{ см.вод.ст.}$, что соответствует $pF=2,901$ (рисунок 2). Таким образом, на глубине $\Delta z=20 \text{ см}$ будет наблюдаться гравитационный вертикальный сток, равный

$$q = K(\theta) \left(\frac{\Delta p}{\Delta z} - 1 \right) = 0,00224 \text{ см/сут} \left(\frac{796,1}{20} - 1 \right) = 0,00224 \left(\frac{796,1 - 20}{20} \right) = 0,87 \text{ мм/сут, т.е.}$$

почти в четыре раза выше предыдущего. И, наконец, для почвы типа суглинистый песок (Loamy Sand), скачок давления равен $601,1 \text{ см}$ ($pF=2,785$), а влагопроводность па-

$$\text{дает до } 0,024 \text{ мм/сут. В итоге имеем: } q = 0,024 \text{ мм/сут} \left(\frac{601,1 - 20}{20} \right) = 0,69 \text{ мм/сут.}$$

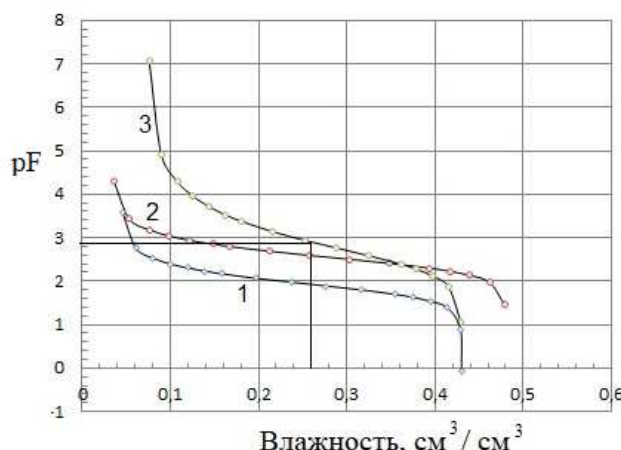


Рисунок 2 – Зависимость влажности от потенциала почвенной влаги $\theta(pF)$ – влагоудерживающая способность – для трех типов почв: 1 – песок (Sand), 2 – суглинистый песок (Loamy Sand), 3 – суглинок (Loam). Прямые линии отмечают связь между влажностью и давлением при расчете вертикального стока для суглинка (Loam)

Закключение. Из приведенных примеров видно существенное различие в вертикальном продвижении влаги в почвах разного гранулометрического состава. Если наблюдать вертикальный сток при начальной влажности НВ, которая различна для этих образцов, то можно отметить, что наибольшее количество влаги в верхнем 20 см слое перетечет в суглинке (Loam) – 0,87 мм/сут. На втором месте суглинистый песок (Loamy Sand) – 0,69 мм/сут. В песке (Sand) переток заметно медленнее – 0,24 мм/сут.

Анализируя полученные результаты, приходим к выводу о том, что восстановление ОГХ с использованием математического моделирования (программа RETC [12]) дает ценную информацию для моделирования процессов вертикального перетока. Приведенные примеры с тремя качественно различными почвами носят демонстрационный характер. Они показывают, как с помощью ОГХ и кривой $K(h)$ получить практические результаты. Количественные данные, полученные по этой методике, могут быть полезны и использованы работниками, занятыми в орошаемом выращивании сельскохозяйственных культур [10].

Данное конкретное предложение по использованию ОГХ для расчетов оптимальных режимов ирригации в аридных зонах России, в значительной мере дополняют наши предыдущие исследования в контексте водообеспечения сельскохозяйственного производства в аридных регионах [8, 4, 9]. Развитие технологии восстановления почвенных гидрофизических характеристик в виде ОГХ и $K(\theta)$ будет нами использовано для анализа гидрофизических характеристик песчаных почв Волго-Донского междуречья [4, 5].

Библиографический список

1. Воронин, А.Д. Энергетическая концепция физического состояния почв [Текст]/ А.Д. Воронин // Почвоведение, 1990. – №5. – С. 7-19.
2. Глобус, А.М. Почвенно-гидравлическое обеспечение агроэкологических математических моделей [Текст]/ А.М. Глобус. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 427 с.
3. Качинский, Н.А. Физика почвы [Текст]/ Н.А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1979. – 357с.
4. 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.
5. 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.

6. Роде, А.А. Основы учения о почвенной влаге [Текст]/ А.А. Роде. – Л.: Гидрометиздат, 1965. – 663 с.
7. Салугин, А.Н. Восстановление гидрофизических характеристик почв с помощью математического моделирования [Текст]/ А.Н. Салугин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – №66(2). – С. 205-209.
8. Салугин, А.Н. Динамическое моделирование деградационных процессов в агроэкологии [Текст] : диссер... докт. с.-х. наук / А.Н. Салугин. – Волгоград, 2006. – 313 с.
9. Салугин, А.Н. Влагопроницаемость ненасыщенных почвогрунтов аридной зоны [Текст] / А.Н. Салугин, А.К. Кулик, М.В. Власенко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – №1. – С. 21-24.
10. Турко, С.Ю. Математическое описание процессов роста и урожайности кормовых культур в аридных условиях [Текст]/ С.Ю. Турко, М.В. Власенко, А.К. Кулик // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – №2(38). – С. 18-22.
11. Шеин, Е.В. Курс физики почв [Текст] / Е.В. Шеин. – М.: МГУ, 2005. – 432 с.
12. Van Genuchten, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils / M. Th. Van Genuchten // Soil Sci. Soc. Am. J. 1980. V. 44. pp. 892-898.
13. Simunek, J. Development and Applications of the HYDRUS and STANMOD Software Packages and Related Codes / J. Simunek, M. Th van Genuchten., M. Sejna// Vadose Zone Journal. 2007. Vol. 7. No. 2. pp. 587-600.

Reference

1. Voronin, A.D. }nergeticheskaya koncepciya fizicheskogo sostoyaniya pochv [Tekst]/ A. D. Voronin // Pochvovedenie, 1990. - №5. - S. 7-19.
2. Globus, A.M. Pochvenno-gidravlichesкое obespechenie agro]kologicheskikh matematicheskikh modelej [Tekst]/ A. M. Globus. - L.: Gidrometizdat, 1987. - 427 s.
3. Kachinskij, N. A. Fizika pochvy [Tekst]/ N. A. Kachinskij. - M.: Vysshaya shkola, 1979. - 357s.
4. 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 s.
5. Kulik, A. K. Opresnenie i vodnost' r. Kumylgi pod vliyaniem peskov [Tekst]/ A. K. Kulik, M. V. Vlasenko // Puti povysheniya]ffektivnosti oroshaемого zemledeliya. - 2014. - №56-2. - S. 14-18.
6. Rode, A. A. Osnovy ucheniya o pochvennoj vlagi [Tekst]/ A. A. Rode. - L.: Gidrometizdat, 1965. - 663 s.
7. Salugin, A.N. Vosstanovlenie gidrofizicheskikh harakteristik pochv s pomosh'yu matematicheskogo modelirovaniya [Tekst]/ A. N. Salugin // Puti povysheniya]ffektivnosti oroshaемого zemledeliya. - 2017. - №66(2). - S. 205-209.
8. Salugin, A.N. Dinamicheskoe modelirovanie degradacionnyh processov v agro]kologii [Tekst] : disser... dokt. s. -- h. nauk / A. N. Salugin. - Volgograd, 2006. - 313 s.
9. Salugin, A. N. Vlagopronicaemost' nenasyschennyh pochvogruntov aridnoj zony [Tekst] / A. N. Salugin, A. K. Kulik, M. V. Vlasenko // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. - 2017. - №1. - S. 21-24.
10. Turko, S.Yu. Matematicheskoe opisanie processov rosta i urozhajnosti kormovyh kul'tur v aridnyh usloviyah [Tekst]/ S. Yu. Turko, M. V. Vlasenko, A. K. Kulik // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - №2(38). - S. 18-22.
11. Shein, E.V. Kurs fiziki pochv [Tekst] / E. V. Shein. - M.: MGU, 2005. - 432 s.
12. Van Genuchten, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils / M. Th. Van Genuchten // Soil Sci. Soc. Am. J. 1980. V. 44. pp. 892-898.
13. Simunek, J. Development and Applications of the HYDRUS and STANMOD Software Packages and Related Codes / J. Simunek, M. Th van Genuchten., M. Sejna// Vadose Zone Journal. 2007. Vol. 7. No. 2. pp. 587-600.

E-mail: saluginan@mail.ru

УДК 631.8:633.16

**ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
EXTRACTION OF THE YARIAN BARLEY ON THE LIGHT-CHESTNUT
SOILS OF THE VOLGOGRAD REGION**

В.М. Жидков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
О.Г. Чамурлиев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Л.А. Феофилова, соискатель

V.M. Zhidkov, L.A. Feofilov, O.G. Chamurliiev

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Представлены опытные данные по комплексному влиянию способов основной обработки почвы и бактериальных удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» на агрофизические, водно-физические показатели почвы и продуктивность ячменя. Установлено, что применение плоскорезных обработок не приводит к уплотнению пахотного слоя выше биологического оптимума и нарушению аэрации почвы, в связи с чем, возможно их применение без ущерба для возделывания ярового ячменя. Изучено влияние способов основной обработки почвы и внесения минеральных и бактериальных удобрений на водопотребление ячменя и эффективность использования влаги единицей продукции. Обобщены многолетние данные по урожайности ярового ячменя по изучаемым вариантам. Установлено преимущество двукратного внесения «Азотовит» и «Фосфатовит» на фоне плоскорезной обработки на глубину 0,20-0,22 м. Урожайность по этому варианту составила – 1,7 т/га, что выше, по сравнению с вариантом, где вносились только минеральные удобрения – 0,63 т/га. Представлены расчет прибыли, рентабельность технологии возделывания ярового ячменя и определен экономически выгодный вариант опыта, включающий двукратное внесение бактериальных удобрений на фоне плоскорезной обработки почвы на глубину 0,20...0,22 м. Рентабельность составила 46,2 %. На основании проведенных исследований даны рекомендации применения технологии в Волгоградской области.

The article presents experimental data on the integrated influence of ways of the basic processing of soil and bacterial fertilizers "Azotovit" and "Fosfatov" on agrophysical, podniesinski soil indicators and productivity of barley. The use of ploskorezy treatments leads to compaction of the arable layer above the biological optimum and impaired soil aeration, therefore their application is possible without compromising the cultivation of spring barley. The influence of methods of primary tillage and application of mineral and bacterial fertilizers on barley water consumption and efficiency water production unit. Summarized long-term data on the productivity of spring barley on the learning options. The advantage of the double inclusion "Azotovit" and "Fosfatov" in the background ploskorezy treatment at a depth of 0.20-0.22 m. the yield in this embodiment was 1.7 t/ha, which is higher than where were made only mineral fertilizers – 0,63 t/ha. A calculation of profits, the profitability of the technology of cultivation of spring barley and identified cost-effective version of the experience includes a two-fold introduction of bacterial fertilizers on the background of ploskorezy processing of soil to a depth of 0.20 – 0,22 m. the Margin amounted to 46.2%. On the basis of the conducted researches it is theoretically substantiated, experimentally confirmed and the findings and recommendations of the use of technology in the Volgograd region

Ключевые слова: земледелие, основная обработка почвы, бактериальные удобрения.

Key words: agriculture, basic soil, bacterial fertilizers.

Введение. Роль засушливых районов страны и, в частности, Нижнего Поволжья в производстве зерна исключительно велика. Между тем, частые засухи, водная эрозия и дефляция почвы приводят к тому, что урожаи и валовые сборы зерна в подзоне свет-

ло-каштановых почв Нижнего Поволжья подвергаются огромным колебаниям, поэтому остро стоит вопрос борьбы с засухой с целью повышения урожаев, обеспечения их устойчивости и преодоления негативного влияния погодных условий.

В настоящее время с изменением экономических условий и возможностей сельскохозяйственного производства возникла необходимость уточнения, а в ряде случаев и пересмотра сложившихся агротехнологических приемов при выращивании ячменя, отвечающих требованиям интенсивной технологии [8, 9, 10].

Одним из перспективных решений этой проблемы является широкое внедрение экологически безопасных систем земледелия, одним из элементов которых является применение микробиологических препаратов комплексного действия. В настоящее время интерес к внедрению различных стимуляторов роста растений в с.-х. производстве все более возрастает. Появление новых, более современных бактериальных удобрений выдвигает необходимость их научного обоснования [3, 4, 5].

Материалы и методы. Целью наших исследований было изучение различных способов основной обработки почвы и бактериальных удобрений на урожайность ярового ячменя и экономическую эффективность возделывания этой культуры на светло-каштановых почвах Волгоградской области.

Для выполнения этой цели решались следующие задачи:

- изучить агрофизические показатели почвы в зависимости от способов основной обработки почвы;
- изучить водный режим почвы и водопотребление посевов в зависимости от изучаемых факторов;
- установить влияние различных способов основной обработки почвы и применения микробиологических удобрений на засорённость посевов ярового ячменя;
- установить зависимость продуктивности ярового ячменя от изучаемых факторов;
- дать экономическую оценку эффективности различных способов основной обработки почвы в сочетании с применением бактериальных удобрений.

Схема опыта включала изучение двух факторов:

Фактор А – способ основной обработки почвы с включением 3 вариантов:

A₁ – отвальная обработка на глубину 0,20-0,22 м (контроль);

A₂ – плоскорезная обработка на глубину 0,20-0,22 м;

A₃ – плоскорезная обработка на глубину 0,12-0,14 м.

Фактор В – изучение минеральных и бактериальных удобрений с включением 4 вариантов:

B₁ – без удобрений (контроль);

B₂ – N₆₀ P₆₀ K₆₀;

B₃ – N₆₀ P₆₀ K₆₀ + «Азотовит» + «Фосфатовит» однократного внесения в фазу 1-2 листьев в дозе 0,4 + 0,4 л/га каждого препарата;

B₄ – N₆₀ P₆₀ K₆₀ «Азотовит» + «Фосфатовит» двукратного внесения в фазы 1-2 листьев и кущения в дозе 0,4 + 0,4 л/га каждого препарата.

Экспериментальная часть диссертационной работы выполнена в 2008...2010 гг. в УНПЦ «Горная Поляна», которое расположено в междуречье Волги и Дона.

Реакция почвенного раствора светло-каштановых солонцеватых почв – слабощелочная, что связано с насыщением почвенно-поглощающего комплекса обменным Na. Сумма поглощенных оснований составляет 23,5 мг - экв. на 100 г почвы.

Почва опытного участка светло-каштановая, содержание гумуса 1,5..1,7 %, обеспеченность гидролизируемым азотом низкая, подвижным фосфором – средняя, обменным калием высокая [5]. Агротехника возделывания ячменя в опытах была общепринятая для Волгоградской области [10]. Повторность опыта трехкратная. Общая площадь опытной делянки – 200 м², учетной – 150 м².

Результаты и обсуждение. Одной из важнейших задач при обработке почвы является придание оптимального сложения пахотному слою. П.А. Костычев, характеризуя процесс почвообразования и факторы, его обуславливающие, на первое место ставил физические свойства почвы, особенно плотность ее сложения [6, 7].

В наших исследованиях плотность почвы в зависимости от способов основной обработки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Плотность почвы в слое 0-0,3 м (в среднем за 2008 - 2010 гг.), т/м³

Варианты опыта		Сроки определения			
Фактор А	Фактор В	При посеве		При уборке	
А ₁	В ₁	1,22	1,25	1,38	1,40
	В ₂		1,23		1,39
	В ₃		1,22		1,38
	В ₄		1,20		1,35
А ₂	В ₁	1,23	1,26	1,4	1,42
	В ₂		1,23		1,41
	В ₃		1,22		1,40
	В ₄		1,21		1,40
А ₃	В ₁	1,26	1,28	1,46	1,48
	В ₂		1,26		1,46
	В ₃		1,26		1,45
	В ₄		1,24		1,45

Как видно из данных таблицы, наиболее высокая плотность в среднем за годы исследований при посеве была на варианте с мелкой плоскорезной обработкой – 1,26 т/м³. При вспашке на глубину 0,20-0,22 м и глубокой плоскорезной обработке плотность была практически одинакова и равнялась 1,22-1,23 т/м³. Разницы по этому показателю по фактору В при посеве ячменя не наблюдалось.

К моменту уборки плотность почвы на мелкой плоскорезной обработке составила 1,46 т/м³, что на 5,8 % выше контроля и на 4,0 %, в сравнении с плоскорезной обработкой на 0,20-0,22м. По фактору В при уборке наименьшая плотность отмечена на варианте с двукратным внесением бактериальных удобрений – 1,40 т/м³, что на 2,8 % ниже контроля.

Одним из сопутствующих показателей плотности почвы является общая скважность, характеризующая суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы.

Установлено, что фон с мелкой плоскорезной обработкой уступает вспашке и глубокой плоскорезной обработке по воздухообеспеченности. Так, на фоне вспашки скважность по фазам роста растений изменялась от 55,1 до 48,8 %, а на варианте с плоскорезной обработкой на глубину 0,12-0,14 м этот показатель был равен 53,3-46,2 %. Наиболее приближенным к контролю оказался вариант с глубокой плоскорезной обработкой – 54,4-48,1 %. Разница между вспашкой и плоскорезной обработкой на глубину 0,20-0,22 м составила 0,7 %.

Таким образом, плоскорезные обработки не приводят к уплотнению пахотного слоя выше биологического оптимума и нарушению аэрации почвы, в связи с чем, возможно их применение без ущерба при возделывании ярового ячменя [2].

Создание оптимального водно-физического режима почвы способствует увеличению водоудерживающей способности почвы, оптимизации соотношения в почве воды и воздуха, повышению устойчивости почвенных агрегатов к воде, что в результате позволяет растениям более интенсивно использовать влагу из почвы, а также уменьшать испарение воды с поверхности почвы.

Водопотребление различных культур в различных почвенно-климатических зонах не одинаково, что обуславливается биологическими особенностями растений, динамикой их роста, величиной урожая, а также агрометеорологическими условиями.

Таблица 2 – Структура водного баланса, суммарное и среднесуточное водопотребление ячменя по вариантам опыта (в среднем за 2008-2010 гг.)*

Вариант опыта		Элементы водного баланса		Суммарное водопотребление, мм/га	Среднесуточное водопотребление, мм/сутки
Фактор А	Фактор В	Атмосферные осадки, мм	Использовано запасов влаги из почвы, мм		
А ₁	В ₁	$\frac{99,27}{58,1}$	$\frac{71,73}{41,9}$	171,0	1,99
	В ₂	$\frac{99,27}{58,3}$	$\frac{71,1}{41,7}$	170,4	1,98
	В ₃	$\frac{99,27}{58,4}$	$\frac{70,9}{41,6}$	170,2	2,04
	В ₄	$\frac{99,27}{58,3}$	$\frac{71,1}{41,7}$	170,4	2,06
А ₂	В ₁	$\frac{99,27}{57,7}$	$\frac{73,0}{42,3}$	172,3	1,97
	В ₂	$\frac{99,27}{57,6}$	$\frac{73,1}{42,4}$	172,4	2,01
	В ₃	$\frac{99,27}{57,7}$	$\frac{72,9}{42,3}$	172,2	2,04
	В ₄	$\frac{99,27}{57,8}$	$\frac{72,6}{42,2}$	171,9	2,08
А ₃	В ₁	$\frac{99,27}{59,6}$	$\frac{67,5}{40,4}$	166,8	1,92
	В ₂	$\frac{99,27}{59,6}$	$\frac{67,4}{40,4}$	166,7	1,94
	В ₃	$\frac{99,27}{59,7}$	$\frac{67,3}{40,3}$	166,6	1,97
	В ₄	$\frac{99,27}{59,7}$	$\frac{67,3}{40,3}$	166,6	2,01

*Примечание: числитель – мм; знаменатель – % от суммарного расхода.

Как видно из таблицы, основной статьей приходного баланса являются атмосферные осадки. В зависимости от изучаемых вариантов они составляют 57,6-59,5 % от общего водопотребления. Использование влаги из почвы – 40,3-42,4 % соответственно. Установлено, что максимальная эвапотранспирация отмечена на варианте с плоскорезной обработкой на глубину 0,20-0,22 м и равнялась 172,1 мм, при 170,3 мм на контроле. Среднесуточное водопотребление изменялось в зависимости от изучаемых вариантов от 1,92 до 2,08 мм в сутки.

Критерием комплексной оценки эффективности водных ресурсов является коэффициент водопотребления, данные по которому представлены в таблице 3.

Полученные данные свидетельствуют о преимуществе плоскорезной обработки на глубину 0,20-0,22 м [1]. В среднем по всем изучаемым вариантам удобрений здесь этот показатель равен 144,2, а на контроле – 165,9 мм на тонну зерна, что на 15,0 % выше.

Таблица 3 – Коэффициенты водопотребления посевами ячменя
(в среднем за 2008...2010 гг.), мм/т

Вариант		Суммарное водопотребление, мм	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, мм/т
Фактор А	Фактор В			
А ₁	В ₁	171,0	0,75	228,0
	В ₂	170,4	1,02	167,1
	В ₃	170,2	1,14	149,3
	В ₄	170,4	1,43	119,2
А ₂	В ₁	172,3	0,90	191,4
	В ₂	172,4	1,07	161,1
	В ₃	172,2	1,40	123,0
	В ₄	171,9	1,70	101,1
А ₃	В ₁	166,8	0,87	191,7
	В ₂	166,7	1,08	154,4
	В ₃	166,6	1,27	131,2
	В ₄	166,6	1,60	104,1

Следует отметить, что варианты с применением бактериальных удобрений отличались меньшим коэффициентом водопотребления, по сравнению с вариантами без обработки ими растений ячменя. Так, в среднем за годы исследований на контрольном варианте без удобрений расходовалось в среднем по изучаемым вариантам обработки почвы – 203,7, на варианте с внесением минеральных удобрений – 160,9, а на варианте с двукратным внесением бактериальных удобрений – только 108,1 мм на тонну зерна, что на 47,0 % ниже контроля.

Наиболее эффективно влага использовалась при бинарном взаимодействии плоскорезной обработки на глубину 0,20-0,22 м и двукратном внесении бактериальных удобрений – 101,1 мм на тонну зерна.

Способы основной обработки почвы и удобрения, влияя на водные, воздушные, физические свойства почвы, оказывают прямое влияние на уровень продуктивности ячменя.

Таблица 4 – Урожайность зерна ячменя по вариантам опыта, т/га

Вариант опыта		Год			
Фактор А	Фактор В	2008	2009	2010	Средняя
А ₁	В ₁	0,42	1,10	0,72	0,75
	В ₂	0,57	1,50	1,01	1,02
	В ₃	0,69	1,60	1,14	1,14
	В ₄	1,05	1,80	1,43	1,43
А ₂	В ₁	0,55	1,20	0,95	0,90
	В ₂	0,64	1,40	1,17	1,07
	В ₃	0,86	1,80	1,44	1,40
	В ₄	1,12	2,20	1,70	1,70
А ₃	В ₁	0,48	1,30	0,84	0,87
	В ₂	0,60	1,60	1,05	1,08
	В ₃	0,71	1,80	1,30	1,27
	В ₄	1,09	2,10	1,60	1,60
НСР ₀₅ (А)		0,011	0,082	0,007	
НСР ₀₅ (В)		0,012	0,095	0,008	
НСР ₀₅ (АВ)		0,011	0,082	0,007	
НСР ₀₅ общая		0,022	0,164	0,001	

Максимальная урожайность ячменя формируется при двукратном внесении Азотовита и Фосфатовита по плоскорезной обработке почвы на 0,20-0,22 м. На этом варианте урожайность ячменя в среднем за 3 года составила 1,7 т/га, что превышает контроль на 47,1 %.

С экономической точки зрения, наиболее выгодным являются варианты с двукратным внесением бактериальных удобрений на фоне плоскорезной обработки почвы на 0,20-0,22 м. Себестоимость 1 т зерна на этом варианте равнялась 3657 руб. с уровнем расчетной прибыли 2842,9 руб., и рентабельностью 77,7 %. Обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что на светло-каштановых почвах Волгоградской области целесообразно применять новые, более современные бактериальные удобрения «Азотовит» и «Фосфатовит».

Заключение. При возделывании раннего ярового ячменя сорта «Прерия» на зерно для получения урожайности 1,5-2,0 т/га на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья рекомендуется применять бактериальные удобрения «Азотовит» + «Фосфатовит» в дозе 0,4 + 0,4 л/га с расходом рабочей жидкости 200 л/га на фоне внесения минеральных удобрений N₆₀ P₆₀ K₆₀ в фазы 1-2 листа и кущения на фоне безотвальной обработки плоскорезом КППГ – 2,2 на глубину 0,20-0,22 м, что обеспечит значительный рост производительности труда, сокращение сроков подготовки почвы и снижение потребности в топливе.

Библиографический список

1. Беленков, А.И. Совершенствование полевых севооборотов и основной обработки светло-каштановых почв в условиях Волгоградской области [Текст] / А.И. Беленков, А.А. Холод, В.П. Шачнев // Известия ТСХА. – 2009. – №3. – С. 38-45.
2. Беленков, А.И. Севообороты и обработка почвы в степной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья [Текст] / А.И. Беленков. – М., 2010. – 279 с.
3. Сёмина, Н.И. Применение бактериальных удобрений при возделывании подсолнечника [Текст] / Н.И. Сёмина, Ю. Н. Плескачев // Пути повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов в условиях аридного земледелия / Составление и редакция: В.П. Зволинский, Н.В. Тютюма, Р.К. Туз – М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2012. – С. 128-131.
4. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста [Текст] / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2004. – №1. – С. 24-26.
5. Демченко, М.М. Влияние бактериальных и органических удобрений на симбиотическую азотфиксацию и продуктивность нута в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: (06.01.09) [Текст] / М.М. Демченко. – Волгоград, 2003. – 24 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Костычёв, П.А. Учение о механической обработке почв [Текст] / П.А. Костычев. – Санкт-Петербург: Издание А.Ф. Девриена, 1885. – С. 245-312.
8. Тимирязев, К.А. Земледелие и физиология растений [Текст] / К.А. Тимирязев. – М., 1957. – 525 с.
9. Федотов, В.А. Агротехнологии зерновых и технических культур в Центральном Черноземье [Текст] / В.А. Федотов. – Воронеж: Истоки, 2004. – С. 40-50.
10. Persikova, Tamara F. Agroekologiczne aspekty zastosowania nawozow komplekowych w ogniwie zmianowania jeoznien + koniczyna [Текст] / F Persikova Tamara, R. Cyganow Aleksander // Folia Univ. agr. Stetin. Agr. – 1998. - №72. – P. 261 – 263.

Reference

1. Belenkov, A. I. Sovershenstvovanie polevyh sevooborotov i osnovnoj obrabotki svetlo-kashtanovyh pochv v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. I. Belenkov, A. A. Holod, V. P. Shachnev // Izvestiya TSXA. - 2009. - №3. - S. 38-45.
2. Belenkov, A. I. Sevooboroty i obrabotka pochvy v stepnoj i polupustynnoj zonah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. I. Belenkov. - M., 2010. - 279 s.

3. Sjomina, N. I. Primenenie bakterial'nyh udobrenij pri vozdeystvovanii podsolnechnika [Tekst] / N. I. Sjomina, Yu. N. Pleskachev // Puti povysheniya produktivnosti oroshaemyh agrolandshaftov v usloviyah aridnogo zemledeliya / Sostavlenie i redakciya: V. P. Zvolinskij, N. V. Tyutyuma, R. K. Tuz - M.: Izdatel'stvo "Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk", 2012. - S. 128-131.
4. Vakulenko, V. V. Reguljatory rosta [Tekst] / V. V. Vakulenko // Zashita i karantin rastenij. - 2004. - №1. - S. 24-26.
5. Demchenko, M. M. Vliyanie bakterial'nyh i organicheskikh udobrenij na simbioticheskuyu azotofiksaciju i produktivnost' nuta v podzone svetlo-kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ya: avtoref. dis. ... kand. s. -- h. nauk: (06.01.09) [Tekst] / M. M. Demchenko. - Volgograd, 2003. - 24 s.
6. Dospheov, B. A. Metodika polevogo opyta. [Tekst] / B. A. Dospheov. - M.: Kolos, 1979. - 416 s.
7. Kostychjov, P. A. Uchenie o mehanicheskoy obrabotke pochv [Tekst] / P. A. Kostychev. - Sankt-Peterburg: Izdanie A. F. Devriena, 1885. - S. 245-312.
8. Timiryazev, K. A. Zemledelie i fiziologiya rastenij [Tekst] / K. A. Timiryazev. - M., 1957. - 525 s.
9. Fedotov, V. A. Agrotehnologii zernovyh i tehniceskikh kul'tur v Central'nom Chernozem'e [Tekst] / V. A. Fedotov. - Voronezh: Istoki, 2004. - S. 40-50.
10. Persikova, Tamara F. Agroekologiczhe aspektu zastosowania nawozow komplekowuch wogniwie zmianowania jeoznien + koniczyna [Tekst] / F Persikova Tamara, R. Cuganow Aleksander // Folia Univ. agr. Stetin. Agr. - 1998. - №72. - R. 261 - 263.

E-mail: igrateva.l@bk.ru

УДК 632.727(470.5)

**НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ПРЕДВЕРИИ НАШЕСТВИЯ САРАНЧИ
НА ВОЛГОГРАДСКИХ ЗЕМЛЯХ**
**NEW APPROACHES IN THE FOREFRONT OF LOCUSTS
IN THE VOLGOGRAD REGION**

А.Ю. Москвичев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Т.Л. Карпова, кандидат биологических наук

В.С. Мкртчян, студент-магистрант

А.Ю. Гузенко, студент-бакалавр

A.Yu. Moskvichev, T.L. Karpova, A.Yu. Guzenko, V.S. Mkrtchyan

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Особое внимание в статье уделено тем препаратам, которые разрешены для борьбы с саранчовыми вредителями на сегодняшний момент. Приведены не только их названия: авторы попытались на эти разрешенные препараты в борьбе с саранчовыми дать необходимую информацию для удобства по применению интересующих лиц. Уделено большое внимание способам применения химических средств защиты в борьбе с вредными саранчовыми при использовании двух видов авиационных обработок в конкретном крестьянско-фермерском хозяйстве «Гермагенов А.В.» с экономическими показателями. Здесь показаны не только экономическая составляющая, но и приведены данные по биологической и агрономической эффективности. Помимо определенного теоретического и опытного обоснования приведенных вкладов, в статье содержатся некоторые практические советы сельхозпроизводителям для осуществления успешной борьбы с этим многоядным вредителем: использование барьерных, точечных, краевых обработок против надвигающейся угрозы распространения этого вредителя; применение в составе рабочих растворов добавок рапсового масла, являющегося аттрактантом для привлечения насекомых саранчи и др.

Particular attention is paid in this article to the designation of those drugs that are allowed to deal with locust pests at the moment. And here they are not only the names of their names, but the authors have tried to these allowed drugs in the fight against locusts, to provide the necessary information on them for convenience in applying the persons of interest. Great attention is paid to the ways of using chemical protection in the fight against harmful locusts when using ground-based two types of two aircraft treatments in a particular peasant farm "Germagenov A.V." with economic indicators. It shows not only the economic component, but also provides data on biological and agronomic efficiency. In addition to a certain theoretical and experimental substantiation of the above tabs, the article contains some practical advice to the agricultural producer for successfully combating this multi-pest: use of barrier, point, edge treatments versus the threat of spreading this pest; application in the composition of working solutions of rapeseed oil additives, which are an attractant for attracting insects of locust insects, locusts, etc.

Ключевые слова: стадные саранчовые, итальянский прус, пролонгированные препараты, инсектициды, «воздушный трактор», МО (малообъемное опрыскивание), барьерная и краевая обработка, рапсовые масла, аттрактант, нормы и сроки применения, продуктивность посевов, экономическая эффективность.

Key words: herd locusts, Italian prus, prolonged preparations, insecticides, "air tractor", LVS (low-volume spraying), barrier and marginal treatment, rapeseed oils, attractant, norms and terms of application, productivity of crops, economic efficiency.

Введение. На территории Волгоградской области зарегистрировано около 30 видов саранчовых. Наиболее опасны стадные виды – итальянский прус (*Calliptamus italicus* L.) и азиатская саранча (*Locusta migratoria* L.) [9]

Саранчовые как массовые вредители представляют серьезную угрозу для сельского хозяйства. Проблема борьбы с ними особенно резко обострилась в последние годы. К этому привёл ряд обстоятельств. Из социально-экономических причин резкого повышения вредоносности саранчовых, в первую очередь, следует отметить фактически разрушенную единую службу защиты растений на постсоветском пространстве, отсутствие межгосударственных скоординированных действий по решению этой проблемы. Массовому размножению этих вредителей способствуют нарушения технологии возделывания сельскохозяйственных культур и расширение резерваций саранчовых за счет бросовых земель, которые стали идеальными местообитаниями для итальянского пруса. Также благоприятными для нарастания численности саранчовых оказались погодные условия последних лет. Засушливое лето, сухая и тёплая погода в мае повышает выживаемость вредителя на эмбриональной стадии и личинок младших возрастов, но снижает эффективность развития грибных и бактериальных болезней на них. Сочетание всех этих факторов привело к тому, что в России в последние годы площади, ежегодно заселяемые саранчовыми, выросли в 2-3 раза. Наиболее интенсивно они размножаются в районах Нижнего и Среднего Поволжья, на Северном Кавказе, юге Урала, в Западной и Восточной Сибири. Ежегодно растут и объёмы защитных мероприятий против саранчовых [1, 3]. Реальная ситуация заставляет нас постоянно совершенствовать средства и способы борьбы с саранчовыми. Опыт борьбы с саранчовыми показывает, что эффективная защита сельскохозяйственных культур, лугов и пастбищ от этих вредителей возможна с учетом действия энтомофагов и комплексного использования агротехнических и химических мероприятий с применением малой авиации. Часто этому мешает существующий регламент использования пестицидов, ориентированный на устаревшую аппаратуру широко применявшегося ранее самолета АН-2 с большим расходом рабочей жидкости [4].

В основе системы защиты растений от вредных насекомых в последнее время применяются сплошные обработки с использованием инсектицидов широкого спектра действия одного химического класса (пиретроидов, фосфорорганических), что не обеспечивает решения проблем предотвращения ущерба и сокращения их численности. Большие территории в степных районах Поволжья, Северного Кавказа, на юге Урала и Западной Сибири оказались заселенными стадными саранчовыми (итальянский прус, азиатская саранча) и комплексом нестатных видов (атбасарка, сибирская, крестовая, темнокрылая и другие виды кобылок). Только за один 2011 год против этих видов было обработано свыше 2,2 млн га сельскохозяйственных угодий [4, 5].

Но сложившийся регламент применения пиретроидов и препаратов фосфорорганических соединений с помощью большой авиации и наземной техники не показал их экономической эффективности в настоящее время, поэтому возник вопрос о новой технологии борьбы с вредными саранчовыми, направленной на максимальное предотвращение их вредной деятельности при снижении стоимости обработок и негативного влияния препаратов на экосистемы. Снижение расхода препаратов на единицу защищаемой площади можно достичь и с помощью технологии, основанной на чередовании краевых обработок вокруг посевов культур, точечных обработок в местах высокого сосредоточения саранчовых (против кулиг, стай) и барьерных полосных, а также обработок на путях миграции их личинок. При барьерной обработке обрабатываемые полосы (барьеры) сочетаются с необрабатываемыми (межбарьерные пространства), что значительно (от 25 до 50 %) сокращает расход препаратов и удешевляет обработки.

В настоящее время разработан и утвержден список акридоцидов – препаратов против саранчовых на основе тридцати препаратов из классов фосфорорганических соединений, пиретроидов, неоникотиноидов, фенилпиразолов и бензоилмочевин, которые различаются по механизму действия, спектру активности и персистентности [10].

Таблица 1 – Список разрешенных препаратов в борьбе с саранчовыми на предстоящие годы

Препарат	Действующее вещество	Норма применения, культура или обрабатываемый объект, способ, время обработки и особенности применения
1	2	3
Айвенго, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Аккорд, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
АлтАльф, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Алтын, КЭ	Лямбда-цигалотрин	0,1-0,15, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок для сбора дикорастущих грибов и ягод на обработанных территориях – 30 дней. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях – не ранее 7 дней после обработки
Альтерр, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Альфа-Циппи, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 21 дня после обработки
Альфас, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Альфа-цин, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Альфа-шанс, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Арриво, КЭ	Циперметин	0,1-0,15, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок
Атом, КЭ	Дельтаметрин	0,4-0,5, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 7 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Борей, СК	Имидаклоприд+лямбда-цигалотрин	0,1-0,15, пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 30 дней после обработки; сбор грибов и ягод после обработок дикой растительности в сезон обработки не допускается. Расход рабочей жидкости – 200- 400 л/га
Брейк, МЭ	Лямбда-цигалотрин	0,1-0,15, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок пребывания людей на обработанных площадях – 30 дней после обработки; сбор грибов и ягод после обработок в сезон обработки не допускается. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Вантекс, МКС	Гамма-цигалотрин	0,12-0,16, пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 30 дней после обработки; сбор грибов и ягод после обработок дикой растительности в сезон обработки не допускается. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Герольд, ВСК	Дифлубензурон	0,05, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период отрождения личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Гладиатор, КЭ	Лямбда-цигалотрин	0,1-0,15, пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Срок в пребывания людей на обработанных площадях – 30 дней после обработки; сбор грибов и ягод после обработок дикой растительности в сезон обработки не допускается. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Гринда, РП	Ацетамиприд	0,06-0,08, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период отрождения личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Децис Профи, ВДГ	Дельтаметрин	0,04-0,05, пастбища, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание по личинкам. Срок пребывания людей на обработанных площадях – 3 дня после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Димилин, ВДГ	Дифлубензурон	0,044 (А), пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок безопасного выхода людей для сбора дикорастущих грибов и ягод – 20 дней
Каратэ Зеон, МКС	Лямбда- цигалотрин	0,1-0,15 (А), 0,2-0,4, 0,2-0,4 (А), пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости: при наземном опрыскивании – 200-400 л/га, при авиационном опрыскивании – 25-50 л/га. Срок ожидания для сбора дикорастущих грибов и ягод – 30 дней
Карачар, КЭ	Лямбда- цигалотрин	0,1-0,15, 0,2-0,4, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 30 дней после обработки; сбор грибов и ягод после обработок дикой растительности в сезон обработки не допускается. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Карбофос- 500, КЭ	Малатион	2-3, пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Карбофот, КЭ	Малатион	2-3, пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Молния, КЭ	Лямбда- цигалотрин	0,1-0,15, 0,2-0,4, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 20 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 300-400 л/га
Пикет, КЭ	Альфа- циперметрин	0,15, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 20 дней после обработки. Сбор грибов и ягод в сезон обработок дикой растительности и после не допускается
Самум, КЭ	Лямбда- цигалотрин	0,1-0,15, 0,2-0,4, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Ориентировочный срок для сбора дикорастущих грибов и ягод – 30 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Самурай Супер, КЭ	Фенитроцион	0,8-1,8, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 30 дней после обработки. Сбор грибов и ягод не допускается.
Сенсей, КЭ	Лямбда- цигалотрин	0,1-0,15, 0,2-0,4, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 7 дней после обработки. Срок для сбора дикорастущих грибов и ягод на обработанных территориях – 30 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Суми- Альфа	Эсфенвалерат	0,2-0,25, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок возможного пребывания людей на необработанных площадях не ранее 30 дней
Кинфос, КЭ	Диметоат+бета- циперметрин	0,3-0,4, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 4 дней после обработки

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Клоти-амет, ВДГ	Клотианидин	0,2-0,4, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 7 дней после обработки; сбор грибов и ягод на обработанных территориях – 30 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Кунгфу, КЭ	Лямбда-цигалотрин	0,4, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок пребывания людей на обработанных площадях через 15 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Лямбда-С, КЭ	Лямбда-цигалотрин	0,1-0,15, 0,2-0,4, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 7 дней после обработки. Срок для сбора дикорастущих грибов и ягод на обработанных территориях – 30 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Лямдекс, КЭ	Лямбда-цигалотрин	0,1-0,15, 0,2-0,4, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок для сбора дикорастущих грибов и ягод на обработанных территориях – 30 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Маврик, ВЭ	Тау-флюовалинат	0,1, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 20 дней после обработки. Сбор грибов и ягод в сезон обработок дикой растительности и в после не допускается
Матч, КЭ	Люфенурон	0,15, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок 1-2 возрастов. Срок для сбора дикорастущих грибов и ягод на обработанных территориях не менее 30 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Сумиджу, КЭ	Фенитроцион	0,8-1,8, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 30 дней после обработки
Сумитион, КЭ	Фенитроцион	0,8-1,8, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период вегетации. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 15 дней
Тайшин, ВДГ	Клотианидин	0,2-0,4, пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Срок пребывания людей на обработанных площадях не ранее 7 дней после обработки. Срок для сбора дикорастущих грибов и ягод на обработанных территориях – 30 дней. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Танрек, ВРК	Имидаклоприд	0,05-0,075, 0,05-0,075 (А) пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 14 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 25-50 л/га
Таран, КЭ	Зета-циперметрин	0,1, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период вегетации, 0,1 (А), пастбища, участки, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 25-50 л/га
Тарзан, ВЭ	Зета-циперметрин	0,1, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период вегетации. Срок безопасного выхода скота – 20 дней. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га

Окончание таблицы 1

1	2	3
Фагот, КЭ	Альфа-циперметрин	0,15, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Фаскорд, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3 пастбища, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Фастак, КЭ	Альфа-циперметрин	0,2-03, пастбища, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Фатрин, КЭ	Альфа-циперметрин	0,15, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период развития личинок. Срок пребывания людей на обработанных площадях через 3 дня после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Фитозан, КЭ	Циперметрин	0,1-0,15, пастбища, участки, заселенные саранчовыми, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Фьюри, ВЭ	Зета-циперметрин	0,1, пастбища, заселенные саранчовыми, дикая растительность, опрыскивание в период вегетации
Ци-Альфа, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Циперус, КЭ	Циперметрин	0,1-0,15, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 15 дней после обработки; сбор грибов и ягод после обработок дикой растительности в сезон обработки не допускается. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Ципи Плюс, КЭ	Хлорпирифос+циперметрин	0,5, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Ципи, КЭ	Циперметрин	0,1-0,15, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Срок возможного пребывания людей на обработанных площадях не ранее 15 дней после обработки; сбор грибов и ягод после обработок дикой растительности в сезон обработки не допускается. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Цунами, КЭ	Альфа-циперметрин	0,3, пастбища, дикая растительность, по личинкам. Срок пребывания людей не ранее 3 дней после обработки. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га
Шарпей, МЭ	Циперметрин	0,5, пастбища, дикая растительность, опрыскивание в период развития личинок. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га

При массовом распространении саранчовых в агроценозах или на участках вокруг полей рекомендуется проводить сплошные обработки инсектицидами с быстрым токсическим действием (пиретроиды, фосфорорганические препараты, неоникотиноиды). При обитании саранчовых, на целинных и залежных землях или на пути их миграции тактика борьбы должна предусматривать использование инсектицидов пролонгированного (до трёх-четырёх недель действия) из классов фенилпиразолов (адонис) или бензоилмочевин (димилин). Доказанная длительность токсического действия адониса и димилина позволяет успешно применять их в барьерной технологии. При этом надо использовать наиболее перспективные для аридных условий мелкокапельные малообъемные технологии опрыскивания – МКМО масляными растворами (а не водными) инсектицидов с помощью малой авиации [6, 8].

Материалы и методы. Последние испытания в КФХ «Гермогенов А.В.», расположенном в Даниловском районе Волгоградской области, показали, что МКМО обеспечивает высокий защитный эффект. Благодаря сертифицированной авиационной аппаратуре самолета СП- 30, точной дозировке рабочих составов в широком диапазоне (0,5-25 л/га), малодисперсному однородному по размеру диаметру капель (МДМ 100-120 мкм), равномерному покрытию обрабатываемой поверхности с высокой плотностью покрытия (15-20 капель на см²), достигается 95-97 % -е снижение численности саранчовых. Для приготовления рабочего раствора может использоваться рапсовое масло, обладающее аттрактивностью для саранчовых, что усиливает эффект от применения инсектицида.

В последние промежутки времени производство сельхозпродукции в Волгоградской области уже невозможно без малой авиации. При существующих затратах на авиаработы в 1,5 раза увеличивается продуктивность отдельных возделываемых культур, и это особенно касается производства зерна, качество которого после авиаобработок может увеличиться на 20-40 %. Волгоградская область в настоящее время занимает лидирующее положение в России по практическому применению малой авиации в сельскохозяйственном производстве. Специалистами ООО «Научно-техническая корпорация» (г. Волгоград) предложена эффективная замена самолету АН-2 на сельскохозяйственных угодьях – специализированный сельхозсамолет «Спектр-30» – «воздушный трактор», к тому же его применение перспективно при проведении аэросева лесных насаждений, создании противопожарных полос, патрулировании, аэрофотосъемке, видеонаблюдении для выявления очагов возгорания на лесных и сельскохозяйственных угодьях Волгоградской области. [7]

Таблица 2 – Характеристика специализированного сельхозсамолета «Спектр-30»
(воздушный «трактор»)

Размах крыла	9,4 м	Эффективная ширина захвата	22 м
Максимальный взлетный вес	580 кг	Рабочая высота полета	3 м
Расход топлива	15-18 л/ч	Расход рабочей жидкости	0,5-0,25 л/га
Длина разбега/пробега	70/50 м	Скорости на гоне	90-110 км/ч
Скорости: мак. мин.	150 км/ч 57 км/ч	Производительность	80-300 га/ч

Результаты. На наш взгляд, использование современных химических и биологических средств защиты растений с помощью малой авиации является весьма эффективным способом в снижении влияния вредных объектов при возделывании сельскохозяйственных культур и щадящим приемом для экологической ситуации в агроценозах. Возможности технологий с использованием современной малой авиатехники позволяют максимально приблизить ее к потребителю (фермерам, агрохолдингам и др.) и развивать необходимую инфраструктуру с учетом территориальных интересов сельхозтоваропроизводителей, предпринимателей, инвесторов, региональных властей, используя различные организационные формы, в том числе и через создание территориальных сельскохозяйственных потребительских обслуживающих кооперативов по внесению удобрений и химических средств защиты растений с применением авиации.

Подсчет общих затрат предполагает сделать вывод, что наименьшие издержки наблюдались при наземной борьбе с итальянским прусом, менее трудоемким, а наибольшие были при решении с помощью «большой авиации» с использованием самолета АН-2.

Таблица 3 – Эффективность различных способов опрыскивания против итальянского пруса и величина сохраненного урожая маслосемян подсолнечника на землях КФХ «Гермагенов А.В.» в 2014 году

Способы опрыскивания (обработок)	Урожай маслосемян, ц/га	Прибавка урожая		Существующие затраты, р/га	Биологическая результативность, %
		ц/га	%		
Контроль (без обработок)	12,1				
Наземный (СП-2002)	14,2	2,1	17,1	86,0	98,6
Авиационный (с-т АН-2)	14,9	2,8	23,0	80,0	96,8
Малая авиация (Спектр)	15,4	3,9	27,0	96,0	97,9

Исходя из представленных данных, их экономического обоснования, следует утвердить, что затраты на часть малой авиации приближаются к наземной обработке, а по экономическим критериям эффективности даже превосходят ее.

На отдельных полосах посевах подсолнечника осуществлялась проверка препаратов быстрого действия «Альфа-Шанс» и пролонгированного влияния «Адонис». Результаты в технологии защитных мероприятий при возделывании подсолнечника оказались следующими.

Таблица 4 – Расчет затрат при использовании различных способов применения против саранчи на подсолнечнике по данным КФХ «Гермогенов А.В.» в 2014 году

Способ обработки	Прибавка урожая от обработки, ц/га	Стоимость препарата, руб./га	Затраты на доставку, руб./га	Затраты на обработку руб./га	Затраты на уборку доп. продукции, руб./га	Итого затрат, руб./га
Наземный (ОП-200)	2,1	120,0	12,0	86,0	38,0	256,0
Авиационный (АН-2)	2,8	120,0	12,0	180,0	50,7	362,0
Малая авиация (Спектр)	3,3	120,0	12,0	96,0	59,7	287,7

Таблица 5 – Экономические оценки химических способов защиты против итальянского пруса на землях Даниловского района Волгоградской области в КФХ «Гермогенов А.В.» в 2014 году

Способ обработки	Прибавка урожая от обработок, ц/га	Цена реализации, руб.	Стоимость прибавки урожая, руб./га	Затраты на применение, руб./га	Дополнительный чистый доход	
					на 1 га, руб.	на руб. доп. затрат, руб.
Наземный (ОП-200)	2,1	200,0	420,0	256,0	164,0	0,64
Авиационный (АН-2)	2,5	200,0	560,0	362,0	197,3	0,54
Малая авиация (Спектр)	3,3	200,0	660,0	287,7	372,3	1,29

Исходя из представленных данных, их экономического обоснования следует утвердить, что затраты на часть малой авиации приближаются к наземной обработке, а по экономическим критериям эффективности даже превосходят ее. На отдельных полосах посевах подсолнечника осуществлялась проверка препаратов быстрого действия «Альфа - Шанс» и пролонгированного влияния «Адонис». Результаты в технологии защитных мероприятий при возделывании подсолнечника оказались следующими.

Таблица 6 – Оценка эффективности различных инсектицидов на вредную саранчу и увеличения продуктивности маслосемян подсолнечника в 2014 году при наземной обработке

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая маслосемян		Биологическая эффективность, %
		ц/га	%	
Контроль (б/о)	12,1	-	-	-
Альфа-Шанс	14,2	2,1	17,1	98,6
Адонис	15,8	3,7	0,31	99,0

В тех местах, где стадные саранчовые не являются постоянным вредителем, борьба с ними должна быть проведена при возникновении очагов и кулиг личинок с использованием препаратов пролонгированного действия, которые обеспечат долгий срок защиты и сохранность урожая возделываемых культур до 30 % от намечаемого.

Обсуждение. С каждого места базирования при радиусе охвата около 40 км, возможно вести обработку около 30-100 тыс. га сельхозугодий. Точка базирования может быть выбрана оптимально для развития наземной инфраструктуры (взлетно-посадочные полосы, ангары хранения техники и оборудования, бытовые корпуса) в том числе, в перспективе и как аэродром местных воздушных линий (МВЛ). Область применения специализированного сельхозсамолета «Спектр-30» (СП- 30) универсальна. Им могут выполняться авиационно-химические работы для сельхозпроизводителей по борьбе с саранчой, другими вредителями, с болезнями и сорняками культурных растений, внесение регуляторов роста, аэросев, патрулирование, видеонаблюдение, десикация подсолнечника. Достоинства «воздушного трактора»: внеаэродромное базирование, короткие взлетно-посадочные полосы, обработка малых площадей сложной конфигурации, мобильность передвижения, точность и качество обработки при небольших расходах рабочего препарата, использование спутниковой навигационной системы, сертифицированная аппаратура мелкокапельного малообъемного распыления.

Многие авторы [1, 6, 7] указывают, что на зерновых культурах и, в частности, на озимой пшенице потери от саранчи (в том числе и итальянского пруса) достигают 50 % от выращенного урожая. На производственных посевах озимой пшенице СПК «Ленина» Палласовского района нами был заложен опыт по изучению эффективности широко применяемых инсектицидов (таблица 7). В зависимости от разной эффективности применяемых препаратов рассчитывалась прибавка урожая зерна. Так, результат действия Танрека на итальянского пруса составил 90 %, Имидж – 95 %, Каратэ Зеон – 88 %, Каратэ Зеон+Герольд – 92 %.

Таблица 7 – Эффективность действия препаратов против саранчи и урожай зерна озимой пшеницы в 2014

№ п/п	Варианты	Эффективность действия препаратов против саранчи, %	Урожай зерна, ц/га	Прибавка		Дополнительная расчетная прибыль, руб.	
				ц/га	%	на 1 га	на 1 руб. доп. зат.
1	Контроль	-	6,5	-	-	-	-
2	Танрэк (0,02 л/га)	90	12,4	5,9	90,8	2190,32	2,88
3	Имидж (0,15 л/га)	95	12,7	6,2	95,4	2525,68	4,40
4	Каратэ Зеон (0,3 л/га)	88	12,2	5,7	87,7	2385,99	5,14
5	Каратэ Зеон+ Герольд (0,15+0,005л/га)	92	12,5	6,0	92,3	2479,06	4,76

Анализируя таблицу 7 по расчету экономической эффективности, следует отметить, что наибольшая расчетная прибыль в размере 2525,68 руб. была получена у инсектицида Имидж (0,15 л/га), а наименьшая – у Танрека (0,2 л/га) в размере 2190,32 руб., Каратэ Зеон (0,3 л/га) расчетная прибыль составила 2385,99 руб., а Каратэ Зеон+Герольд (0,15+0,005 л/га) – 2479,06 руб. В то же время дополнительная расчетная прибыль на 1 руб. дополнительных затрат наименьшей оказалась у инсектицида Танрек – 2,88 руб., а наибольшая у Карате Зеон – 5,14 руб. Сохраненный урожай зерна по используемым препаратам колебался от 12,2 до 12,7 ц/га. Из испытываемых инсектицидов наилучшие показатели были при применении Имиджа, где прибавка составили 6,2 ц/га зерна или 95,4 % от контрольного варианта.

Заключение. В последнее время активно обсуждается вопрос о состоянии земель военных полигонов, относящихся к Минобороны, выведенных из сельскохозяйственного назначения и необрабатываемых. Эти земли стали идеальным местом накопления и резервации вредных саранчовых. Вопрос о решении этой проблемы был поставлен губернатором Волгоградской области перед председателем Правительства России. Пути решения мы видим в комплексных защитных мероприятиях с использованием малой авиации и современных препаратов пролонгированного действия.

Резервы у Волгоградской области по борьбе с саранчовыми есть, и их надо уметь использовать с максимальной эффективностью.

Библиографический список

1. Алехин, В.Г. Вредные саранчовые [Текст] / Г.Г. Алехин, М.А. Володичев // Защита и карантин растений. – 2003. – №5. – 80 с.
2. Володичев, М.А. Вредители зерновых культур [Текст] / М.А. Володичев // Защита и карантин растений. – 2004. – №6. – С. 60-61.
3. Долженко, В.И. Пестицид: как помочь растениям и не навредить при этом окружающей среде [Текст] / В.И. Долженко // Вестник АПК Волгоградской области. – 2011. – №10 (326). – С. 27-28.
4. Долженко, В.И. Средства и технологии борьбы с вредными саранчовыми [Текст]: методические указания / В.И. Долженко, О.Н. Наумович, А.А. Никулин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 56 с.
5. Москвичев, А.Ю. Саранча на волгоградских землях : рекомендации [Текст] / А.Ю. Москвичев, С.Т. Исмухамбетов, А.А. Битюков. – Волгоград, 2010. – 67 с.
6. Москвичев, А.Ю. Саранча на волгоградских землях [Текст] : рекомендации / А.Ю. Москвичев, С.Т. Исмухамбетов, А.А. Битюков. – 2-е издание. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. – 96 с.
7. Совершенствование комплекса мероприятий по борьбе с вредными саранчовыми в Волгоградской области [Текст] / А.Ю. Москвичев, И.В. Юдаев, А.А. Битюков, В.В. Дидык // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – №3 (23). – С. 26-33.
8. Саммерсов, В.Ф. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков [Текст] : рекомендации / В.Ф.Саммерсов. – Бел. науч.-исслед. ин-т защиты растений, крупн. тип., 1998. – 476 с.
9. Саранча – самый грозный враг земледельцев [Текст] // Итальянский прус // Поле деятельности. – 2009. – №1. – С. 14-21.
10. Сведения о развитии саранчовых вредителей в 2009 г. [Текст] / Справка ВГУ «Россельхозцентр» по Волгоградской области. – Волгоград, 2009. – 5 с.

Reference

1. Alehin, V. G. Vrednye saranchovye [Tekst] / G. G. Alehin, M. A. Volodichev // Zashchita i karantin rastenij. - 2003. - №5. - 80 s.
2. Volodichev, M.A. Vrediteli zernovykh kul'tur [Tekst] / M. A. Volodichev // Zashchita i karantin rastenij. - 2004. - №6. - S. 60-61.

3. Dolzhenko, V. I. Pesticid: kak pomoch' rasteniyam i ne navredit' pri etom okruzhayuschej srede [Tekst] / V. I. Dolzhenko // Vestnik APK Volgogradskoj oblasti. - 2011. - №10 (326). - S. 27-28.
4. Dolzhenko, V.I. Sredstva i tehnologii bor'by s vrednymi saranchovymi [Tekst]: metodicheskie ukazaniya / V. I. Dolzhenko, O. N. Naumovich, A. A. Nikulin. - M.: FGNU "Rosinformagroteh", 2004. - 56 s.
5. Moskvichev, A.Yu. Sarancha na Volgogradskih zemlyah: rekomendacii [Tekst] / A. Yu. Moskvichev, S. T. Ismuhambetov, A. A. Bityukov. - Volgograd, 2010. - 67 s.
6. Moskvichev, A.Yu. Sarancha na volgoradskih zemlyah [Tekst] : rekomendacii / A. Yu. Moskvichev, S. T. Ismuhamyetov, A. A. Bityukov. - 2-e izdanie. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2011. - 96 s.
7. Sovershenstvovanie kompleksa meropriyatij po bor'be s vrednymi saranchovymi v Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. Yu. Moskvichev, I. V. Yudaev, A. A. Bityukov, V. V. Didyk // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - №3 (23). - S. 26-33.
8. Sammersov, V. F. Integrirovannye sistemy zaschity sel'skohozyajtvennyh kul'tur ot vreditelej, boleznej sornjakov [Tekst] : rekomendacii / V. F. Sammersov. - Bel. nauch. -- issled. in-t zaschity rastenij, ukрупn. tip., 1998. - 476 s.
9. Sarancha - samyj groznyj vrag zemledel'cov [Tekst] // Ital'yanskij prus // Pole deyatel'nosti. - 2009. - №1. - S. 14-21. Avtory
10. Svedeniya o razvitii saranchovyh vreditelej v 2009 g. [Tekst] / Spravka VGU "Rossel'hoz-centr" po Volgogradskoj oblasti. - Volgograd, 2009. - 5 s.

E-mail: agro@volgau.com

УДК 634.54

ОБЪЁМ ВЫБОРКИ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРЕХОВ ЛЕЩИНЫ AMOUNT OF SAMPLING IN QUALITATIVE INDICATORS' ASSESSMENT OF HAZELNUTS

С.Г. Биганова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ю.И. Сухоруких, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

S.G. Biganova, Yu.I. Sukhorukih

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
цветоводства и субтропических культур*

All-Russian Scientific Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops

Селекция лещины на качество плодов предусматривает оценку их качественных показателей: цвета и крепости скорлупы, вкуса, неразрушаемости ядра и наличия на нём шелухи. Для исследований в зависимости от величины абсолютной или относительной ошибки показателей при различных уровнях значимости определён объём выборки. Его величина больше для изучения популяций и меньше для отдельных особей (форм). В популяции по цвету скорлупы при абсолютной ошибке в 0,05 балла и $\alpha = 0,05$ изучается 104, а у отдельных особей – 8 плодов. Для относительной погрешности в 5 % и том же уровне значимости в популяции, оценивается не менее 229 плодов, а у особей 9. Крепость скорлупы в популяции с погрешностью в 0,1 балла и $\alpha = 0,05$ определяется у 187 орехов и более, а у особи – 28. Для 5 % погрешности ($\alpha = 0,05$) рассчитывается 87 орехов; у особей – 14 и более. Оценка вкуса ядра с погрешностью 0,3 ($\alpha = 0,05$) в популяции требует изучить 349, у отдельных форм 64 ореха. Для относительной погрешности в 5% и $\alpha = 0,05$ в популяции исследуется 97, а у особей – 13 орехов. Неразрушаемость ядра в популяции с ошибкой 0,5 балла ($\alpha = 0,05$) исследуется на 45, а у особей – 11 плодов. Для относительной погрешности 5 % ($\alpha = 0,05$) в популяции изучается 51, а у особей – 13 образцов. Наличие шелухи на ядре имеет значительную изменчивость. При относительной погрешности 5 % и $\alpha = 0,05$ в популяции изучается 801, а у особей – 124 ореха.

Selection of hazel on the fruit quality provides an assessment of their quality indicators: the color and strength of the shell, the taste, the indestructibility of the kernel and the husks availability. For their research depending on the magnitude of the absolute or relative mistakes of the indicators in the different significance levels, amount of sampling is determined. Its value is larger for the study of populations and less for individual specimen (forms). In the population according to the color of husk, with an absolute error of 0,05 points and $\alpha = 0,05$, 104 fruits are studied, and in individual specimen only 8 fruits are studied. For a relative error of 5% and by the same significance level in the population, at least 229 fruits are estimated, and in individual specimen 9 fruits are estimated. The husk strength in a population with an error of 0,1 points and $\alpha = 0,05$, at least 187 hazelnuts are determined, and in an individual specimen 28 nuts are determined. 87 nuts are cracked by 5% error ($\alpha = 0,05$), in individual specimen 14 nuts and more. Evaluation of taste kernel for an error of 0,3 points ($\alpha = 0,05$) in the population 349 hazelnuts are required to study, in some case 64 hazelnuts. For a relative error of 5% and $\alpha = 0,05$, at least 97 hazelnuts are examined in the population, and in individual specimen 13 hazelnuts. Nondestructibility of the kernel in the population is estimated at 45 hazelnuts, with an error of 0,5 points ($\alpha = 0,05$) and at individuals specimen are studied only 11 hazelnuts. With a relative error of 5% and $\alpha = 0,05$ in the population 51 hazelnuts are studied, and 13 fruits are researched in individuals specimen. Husks availability on the kernel has significant variability. With the relative error of 5% and $\alpha = 0,05$, 801 hazelnuts are studied in the population, and in the case of individual specimen 124 hazelnuts are studied.

Ключевые слова: лещина, плоды, цвет, крепость скорлупы, вкус, неразрушаемость ядра, шелуха на ядре, объём выборки, относительная и абсолютная ошибки, уровень значимости.

Key words: hazel, fruits, color, shell strength, taste, kernel indestructibility, husks availability on the kernel, amount of sampling, relative and absolute mistakes, significance level.

Введение. Лещина обыкновенная (*Corylus Avellana L.*) или фундук (название для культурных сортов и форм) является ценным орехоплодным видом. Её посадки увеличиваются во многих странах [15]. Для этого требуется сортофонд с высоким качеством орехов [8, 9, 14]. Его выведение связано с оценкой качества плодов [3, 6, 8]. Эти исследования связаны с объёмом выборки, необходимой для оценки качественных показателей в абсолютном и относительном выражении при разных уровнях значимости как при отборе популяций [1, 2], так и отдельных особей [6]. Существующие методы [3, 6] не позволяют решать данную задачу, поскольку ориентированы только на погрешность в пределах 5 % и уровень значимости $\alpha = 0,05$. В то же время в зависимости от целей у орехоплодных необходима оценка плодов с использованием значений абсолютной и относительной погрешности при разных уровнях значимости [11].

Материалы и методы. Объектами исследований являлась естественная популяция и 8 форм лещины, произрастающих на территории Северо-Западного Кавказа. Методом случайного отбора в популяции отобрано 771 (по одному с растения), а у каждой из форм – по 30 шт. орехов. Показатели качества плодов оценивались по методике Бигановой С.Г., Сухоруких Ю.И. [3]. Полученные результаты обработаны с использованием программы Microsoft Excel [4]. Определение объёма выборки для различной величины абсолютной и относительной ошибки при разных уровнях значимости осуществляли согласно рекомендациям [5, 13].

Результаты и обсуждение. Цвет скорлупы. В соответствии с методикой цвет плодов лещины оценивается от 0,22 балла до 1,33 балла [2, 11].

В популяции среднее значение признака составило 0,66, среднееквадратическое отклонение 0,26 балла. Для отдельных особей 0,73 и 0,06 балла соответственно. Для различных по величине абсолютных и относительных ошибок рассчитан объём выборки, требуемый для оценки. Полученные результаты представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Объём выборки для определения значения показателя «цвет скорлупы» в популяции и у отдельных особей при различной величине абсолютной погрешности и разных уровнях значимости α

Абсолютная погрешность, балл	Объём выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,01	2162 / 274	1598 / 159	1267 / 112
0,02	909 / 75	570 / 49	416 / 29
0,03	462 / 34	275 / 22	196 / 13
0,04	274 / 19	160 / 12	113 / 2
0,05	180 / 12	104 / 8	73 / 2
0,1	47 / 3	26 / 2	18 / 2
0,15	21 / 2	12 / 2	8 / 2

Данные таблицы 1 показывают, что для оценки плодов в популяции по цвету скорлупы при абсолютной ошибке в 0,05 балла и $\alpha = 0,05$ требуется изучить 104, а учитывая небольшой вклад признака в общую оценку и обычно учитываемую погрешность в 0,1 балла при $\alpha = 0,05$, 26 плодов. Для оценки показателя у отдельных особей в подобных случаях изучается 8 и 2 плода соответственно.

Таблица 2 – Объём выборки при определении значения показателя «цвет скорлупы» в популяции и у особей для относительной погрешности и разных уровней значимости α

Относительная погрешность, %	Объём выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1%	2914 / 375	2411 / 217	2056 / 152
5%	388 / 17	229 / 9	162 / 6
10%	105 / 4	60 / 2	42 / 2

Из данных таблицы 2 следует, что в популяции при относительной погрешности показателя в 5 % и уровне значимости $\alpha = 0,05$, обычно применяемом в научных исследованиях, требуется изучить не менее 229 плодов. Для рекогносцировочных работ при 10 % погрешности и $\alpha = 0,1$ достаточно изучения 42 плодов. У отдельных особей этот показатель в 21 – 26 раз меньше.

Крепость скорлупы. Качество орехов лещины включает оценку крепости скорлупы. Значения этого показателя устанавливаются в пределах 1 – 4 баллов. В популяции его среднее составило 2,98 балла, у особей – 3,15 балла, среднеквадратичное отклонение 0,7 и 0,21.

Объём выборки для оценки изучаемого признака в абсолютных величинах при разных уровнях значимости представлен в таблице 3, а в относительных – в таблице 4.

Таблица 3 – Объём выборки при определении значения показателя «крепость скорлупы» в популяции и у особей для абсолютной погрешности и разных уровней значимости α

Абсолютная погрешность, балл	Объём выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,10	320 / 51	187 / 28	133 / 18
0,20	85 / 13	49 / 7	34 / 5
0,30	38 / 6	22 / 4	15 / 2
0,40	22 / 3	12 / 2	9 / 2
0,50	14 / 2	8 / 2	5 / 2

Из данных таблицы 3 следует, что для оценки признака в популяции с погрешностью в 0,1 балла и $\alpha = 0,05$ изучается не менее 187 орехов, а у особи – в 7 раз меньше. Для рекогносцировочных обследований с погрешностью 0,3 – 0,4 балла при $\alpha = 0,1$ достаточно изучить 9 – 15 плодов, собранных рендомизированно, а у особей – 2.

Таблица 4 – Объем выборки при определении значения показателя «крепость скорлупы» в популяции и у особей для относительной погрешности и разных уровней значимости α

Относительная погрешность, %	Объем выборки (популяция / особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1 %	1982 / 372	1428 / 249	1116 / 189
5 %	151 / 27	87 / 14	61 / 10
10 %	39 / 7	22 / 4	15 / 2

В соответствии с полученными данными для определения значения признака «крепость скорлупы» в популяции с используемой в научных исследованиях погрешностью 5 % и уровне значимости $\alpha = 0,05$ следует расколоть 87 орехов, а у особей – не менее 14. Для рекогносцировочных обследований при относительной погрешности в 10 % и $\alpha = 0,1$ в популяции изучается 15 плодов, а у особей – 2.

Вкус ядра. Показатель качества плодов лещины – вкус ядра – вносит в общую оценку от 3 до 15 баллов. Среднее значение этого показателя в популяции составило 11,78 балла, среди особей – 13,04. Среднеквадратическое отклонение – 2,93 и 1,11 соответственно.

Объем выборки для определения этого показателя в абсолютных значениях при различных уровнях значимости и величины погрешности приведен в таблице 5, а для относительных ошибок – в таблице 6.

Таблица 5 – Объем выборки при определении значения показателя «вкус ядра» в популяции и у отдельных особей для абсолютной погрешности и разных уровней значимости α

Абсолютная погрешность, балл	Объем выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,1	2413 / 788	1849 / 491	1499 / 357
0,3	578 / 114	349 / 64	250 / 44
0,5	229 / 42	133 / 23	94 / 16
0,8	93 / 17	53 / 9	37 / 6
1	60 / 11	34 / 6	24 / 4
1,2	42 / 7	24 / 4	17 / 3
1,5	27 / 5	15 / 3	11 / 2

Для погрешности в 0,3 – 0,5 балла при $\alpha = 0,05$ в популяции изучается 349 – 133 плода, а при рекогносцировке с ошибкой 1,5 балла и $\alpha = 0,1$ – не менее 11 орехов. У отдельных растений объем выборки для этих ошибок и уровня значимости значительно меньше 64 – 23 наблюдения.

Таблица 6 – Объем выборки при определении значения показателя «вкус ядра» для относительной ошибки и разных уровней значимости α

Относительная погрешность, %	Объем выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1%	2091 / 499	1529 / 292	1206 / 211
5%	168 / 24	97 / 13	68 / 9
10%	43 / 6	25 / 3	17 / 2

При относительной погрешности в 5 % и $\alpha = 0,05$ в популяции исследуется не менее 97 орехов, а у особей – 13. Для рекогносцировочных работ при относительной погрешности в 10 % и $\alpha = 0,1$ в популяции изучается не менее 17 плодов, а у особей – 2.

Неразрушаемость ядра. Показатель «неразрушаемость ядра» является важным и оценивается от 1 до 10 баллов. Среднее значение его в популяции составило 9,41 балла, а для отдельных особей – 9,79. Стандартное отклонение 1,69 балл и 0,55 балла соответственно.

Данный признак имеет невысокое значение коэффициента вариации в популяции – 17,98 %, среднее для особей – 5,82 %.

Объём выборки при его оценке в популяции и у отдельных форм для абсолютной ошибки представлен в таблице 7, а в относительных величинах – в таблице 8.

Таблица 7 – Объём выборки при определении значения показателя «неразрушаемость ядра» популяция/особь для абсолютной погрешности и разных уровней значимости α

Абсолютная погрешность, балл	Объём выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
0,1	1345 / 30	890 / 199	665 / 148
0,5	79 / 19	45 / 11	32 / 7
0,8	31 / 8	18 / 4	12 / 3
1	20 / 5	11 / 3	8 / 2
1,3	12 / 3	7 / 2	5 / 2
1,5	9 / 2	5 / 2	4 / 2

Таблица 8 – Объём выборки при определении значения показателя «неразрушаемость ядра» популяции и у отдельных особей для относительной погрешности и разных уровней значимости α

Относительная погрешность, %	Объём выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
1 %	1456 / 334	977 / 222	736 / 167
5 %	89 / 23	51 / 13	36 / 8
10 %	23 / 6	13 / 3	9 / 2

Из данных таблиц 7 и 8 следует, что при оценке признака в популяции для ошибки 0,5 балла и $\alpha = 0,05$ требуется исследовать не менее 45, у особей – 11 плодов, а для рекогносцированных обследований при ошибке в 1 балл и $\alpha = 0,1$ собранных случайным образом, 8 и 2 ореха соответственно. При относительной погрешности, равной 5 % и $\alpha = 0,05$, в популяции изучается 51, а у особей – 13 плодов. При 10 % погрешности и $\alpha = 0,1$ в популяции оценивается 9 плодов лещины, у особей – 2.

Наличие шелухи на ядре. Шелуха на ядре орехов лещины ухудшает её внешний вид и вкус и требует дополнительных операций по удалению. Вклад этого показателя в общую оценку качества орехов лещины составляет от 0,22 до 3,33 балла.

Среднее значение признака в популяции составило 1,19 балла, среднеквадратичное отклонение 0,94 балла, у особей – 1,71 балла и 0,41 балла соответственно.

Этот признак имеет значительную изменчивость, коэффициент вариации в популяции – 79,12 %, у особей – 24,43 %.

Объём выборки для различных видов ошибки при оценке орехов в популяции и у особей по наличию шелухи на ядре представлен в таблицах 9, 10.

Для погрешности в 0,05 балла при $\alpha = 0,05$ в популяции рекомендуется изучать не менее 1046 плодов, а у отдельной особи – 137 орехов. При рекогносцировочном обследовании и ошибке в 0,1 балла ($\alpha = 0,1$) потребуется не менее 233 и 68 плодов соответственно.

Таблица 9. – Объём выборки при определении значения показателя «наличие шелухи на ядре» в популяции и у особей для абсолютной погрешности и разных уровней значимости α

Абсолютная погрешность, балл	Объём выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,1$
0,01	3760 / 544	3594 / 392	3442 / 247
0,02	3186 / 410	2755 / 287	2427 / 178
0,03	2540 / 318	1984 / 218	1628 / 134
0,04	2040 / 252	1425 / 171	1114 / 104
0,05	1541 / 205	1046 / 137	791 / 83
0,1	542 / 169	325 / 113	233 / 68
0,15	260 / 79	151 / 51	107 / 31

Таблица 10 – Объём выборки при определении значения показателя «наличие шелухи на ядре» в популяции и у отдельных особей для относительной погрешности и разных уровней значимости α

Относительная погрешность, %	Объём выборки (популяция/особь), шт. при разных уровнях значимости		
	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,1$
1 %	3669 / 1901	3449 / 1474	3254 / 1213
5 %	1228 / 217	801 / 124	595 / 76
10 %	399 / 58	236 / 32	167 / 22

При относительной погрешности в 5 % и $\alpha = 0,05$ в популяции исследуется 801, а у особей – 124 ореха. При погрешности в 10 % и $\alpha = 0,1$ в популяции оценивается 167, у особей – 22 плода.

Заключение. В зависимости от целей при изучении качественных показателей плодов лещины в популяции изучается от 3760 до 4 плодов. У отдельных форм в этом случае объём выборки значительно меньше и составляет 1901 – 2 плода.

Библиографический список

1. Биганова, С.Г. Изменчивость показателей качества плодов лещины обыкновенной в зависимости от условий произрастания [Текст] / С.Г. Биганова, Ю.И. Сухоруких, Т.А. Исуцева // Новые технологии – 2013. – Вып. 1. – С. 59-65.
2. Биганова, С.Г. Полиморфизм качественных признаков лещины обыкновенной на Северо-Западном Кавказе [Текст] / С. Г. Биганова, Ю. И. Сухоруких // Новые технологии. – 2013. – Вып. 3. – С. 115-124.
3. Биганова, С.Г. Некоторые программные и методические аспекты селекции лещины (фундука) на Западном Кавказе [Текст] / С.Г. Биганова. и др. // Новые технологии – 2016 – Вып. 4 – С. 87-93.
4. Васильев, А.Н. Научные вычисления в Microsoft Excel [Текст] / А.Н. Васильев. – М: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 512 с.
5. Венецкий, И.Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе [Текст] : Справочник / И.Г. Венецкий, В.И. Венецкая. – 2-е изд., перераб и доп. – М: Статистика, 1979. – 447 с.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [Текст] / Под общей ред. академика РАСХН Е.Н. Седова и доктора с.-х. наук Т.П. Огольцовой. – Орёл: Изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
7. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года [Текст] / Под общ. ред. Е. А. Егорова. – Краснодар: СКЗНИИСив, 2013. – 202 с.

8. Пчихачев, Э.К. Особенности выращивания фундука на Северном Кавказе [Текст] / Э.К. Пчихачев. – Майкоп: Магарин О. Г., 2013. – 136 с.
9. Рындин, А.В. Адаптивное садоводство влажных субтропиков России [Текст] : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.08 / А.В. Рындин / КубГАУ. – Сочи, 2009. – 380 с.
10. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве [Текст] / Под ред. Е. А. Егорова. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2012. – 569 с.
11. Сухоруких, Ю.И. Оптимизация оценки качества плодов ореха грецкого [Текст] : монография / Ю. И. Сухоруких, С.Г. Биганова. – Майкоп: ООО «Качество», 2003. – 80 с.
12. Щепотьев, Ф.Л. Орехоплодовые лесные культуры [Текст] / Ф.Л. Щепотьев [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 256 с.
13. Шмойлова, Р.А. Теория статистики [Текст] : учебник / Р.А. Шмойлова [и др.] – 4-е изд. перераб и доп. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 656 с.
14. Ercisli S., Ozturk I., Kara M., Kalkan F., Seker H., Duyar O., Erturk Y. Physical properties of hazelnuts// Intern.Agrophysics, 2011; Vol.25,N2.- P.115-121
15. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a potential new crop for the Northeast: an update on the Rutgers University Breeding Program// Fruit Notes, 2014; T.79, N 4. - P. 1-3.

Reference

1. Biganova, S. G. Izmenchivost' pokazatelej kachestva plodov leschiny obyknovennoj v zavisimosti ot uslovij proizrastaniya [Tekst]/ S. G. Biganova, Yu. I. Suhorukih, T. A. Isusheva // Novye tehnologii - 2013. - Vyp. 1. -S. 59-65.
2. Biganova, S. G. Polimorfizm kachestvennyh priznakov leschiny obyknovennoj na Severo-Zapadnom Kavkaze [Tekst]/ S. G. Biganova, Yu. I. Suhorukih // Novye tehnologii. - 2013. - Vyp. 3. - S. 115-124.
3. Biganova, S. G. Nekotorye programmnye i metodicheskie aspekty selekcii leschiny (funduka) na Zapadnom Kavkaze [Tekst] / S. G. Biganova. i dr. // Novye tehnologii - 2016 - Vyp. 4 - S. 87-93.
4. Vasil'ev, A. N. Nauchnye vychisleniya v Microsoft Excel [Tekst] / A. N. Vasil'ev. - M: Izdatel'skij dom "Vil'yams", 2004. - 512 s.
5. Veneckij, I. G. Osnovnye matematiko-statisticheskie ponyatiya i formuly v jkonomicheskom analize [Tekst] : Spravochnik / I. G. Veneckij, V. I. Veneckaya. - 2-e izd., pererab i dop. - M: Statistika, 1979. - 447 s.
6. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orehoplodnyh kul'tur [Tekst] /Pod obschej red. akademika RASXN E. N. Sedova i doktora s. -- h. nauk T. P. Ogo'l'covoij. - Orjol: Izd-vo VNII selekcii plodovyh kul'tur, 1999. - 608 s.
7. Programma Severo-Kavkazskogo centra po selekcii plodovyh, yagodnyh, cvetochno-dekorativnyh kul'tur i vinograda na period do 2030 goda [Tekst] / Pod obsch. red. E. A. Egorova. - Krasnodar: SKZNIISiV, 2013. - 202 s.
8. Pchihachev, } . K. Osobennosti vyraschivaniya funduka na Severnom Kavkaze [Tekst] / } . K. Pchihachev. - Majkop: Magarin O. G., 2013. - 136 s.
9. Ryndin, A. V. Adaptivnoe sadovodstvo vlazhnyh subtropikov Rossii [Tekst] : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora sel'skohozyajstvennyh nauk: 06.01.08 / A. V. Ryndin /KubGAU. - Sochi, 2009. - 380 s.
10. Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve [Tekst]/ Pod red. E. A. Egorova. - Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. - 569 s.
11. Suhorukih, Yu. I. Optimizaciya ocenki kachestva plodov oreha greckogo [Tekst] : monografiya / Yu. I. Suhorukih, S. G. Biganova. - Majkop: ООО "Kachestvo", 2003. - 80 s.
12. Schepot'ev, F. L. Orehoplodovye lesnye kul'tury [Tekst] / F. L. Schepot'ev [i dr.]. - M: Lesnaya prom-st', 1978. - 256 s.
13. Shmojl'ova, R. A. Teoriya statistiki [Tekst] : uchebnik/ R. A. Shmojl'ova [i dr.] - 4-e izd. pererab i dop. - M.: Finansy i statistika, 2004. - 656 s.

14. Ercisli S., Ozturk I., Kara M., Kalkan F., Seker H., Duyar O., Erturk Y. Physical properties of hazelnuts// Intern.Agrophysics,2011; Vol.25,N2. -- P.115-121

15. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a potential new crop for the Northeast: an update on the Rutgers University Breeding Program// Fruit Notes, 2014; T.79, N 4. - P. 1-3.

E-mail svetlanabiganowa@yandex.ru

УДК 546: 632.951

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТА МЕДИ
ДЛЯ ИНКРУСТАЦИИ СЕМЯН ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ**
**DEVELOPMENT AND APPLICATION OF NANOKOMPOZITA COPPER
FOR INLAY OF SEEDS OF TRITICALE**

В. Е. Древин, кандидат химических наук

Н. А. Филимонова, кандидат технических наук

В. Т. Фомичев, доктор технических наук, профессор

И. А. Кучерова, кандидат сельскохозяйственных наук

V.E. Drevin, N.A. Filimonova, V.T. Fomichev, I. A. Kucherová

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Наноккомпозиты – стремительно развивающееся направление наноразмерного материаловедения. Системы на основе меди вызывают особый интерес, так как медь – уникальное явление в борьбе с патогенной микрофлорой. В сравнении с водными растворами солей меди, более эффективными являются системы на основе наночастиц меди. Поэтому размеры, формы, способы получения и стабилизации наночастиц меди вызывают особый интерес. Рассмотрена перспективная технология получения наноккомпозитов на основе минерального сырья (бишофит) для инкрустации семян сельскохозяйственных культур на примере озимой тритикале. Наноккомпозиты образуются в результате окисления меди в окислительно-восстановительной системе: медь в водном растворе бишофита. Среди способов получения медных наноккомпозитов особый интерес представляют топомические реакции с использованием минеральных сорбентов. Это позволило удачно сочетать антимикробные свойства меди с высокой минеральной ценностью, ионообменными свойствами минерального сырья и создать препараты пролонгированного действия.

Nanokompozity-rapidly developing direction of nano material science. Copper-based systems are of particular interest, because copper is a unique phenomenon in the Suppression of pathogenic microflora. Compared to aqueous solutions of salts of copper systems are much more effective on the basis of copper nanoparticles. Therefore, the sizes, shapes, how to obtain and to stabilize the copper nanoparticles are of particular interest. Considered a promising technology for Nanocomposites based on minerals (bishofite) for incrustation of seed crops on the example of winter triticale. Nanokompozity formed by oxidation of copper in a redox system: copper in aqueous solution of bishofit. Among the ways to obtain copper topomicheskies special interest nanobiokompozitov reaction using mineral sorbents. This enabled successfully combine antimicrobial properties of copper with high mineral value, Ion-Exchange properties of mineral raw materials and create drugs prolonged action.

Ключевые слова: нанобиоккомпозит, бишофит, обеззараживание, окислительно-восстановительная реакция, минерал, наночастица, инкрустация.

Keywords: nanobiokompozit, bishofit, decontamination, redox reaction, mineral, nanoparticle, inlay.

Введение. В настоящее время одним из перспективных направлений развития современной науки можно считать создание и применение композиционных материалов в сельском хозяйстве. Интерес к таким материалам обусловлен появлением у них

уникального комплекса функциональных и механических свойств, в значительной мере отличающихся от свойств исходных материалов. Появление повышенных, а зачастую абсолютно новых свойств нанокomпозиционных материалов может быть связано с целым рядом факторов [10].

В последние годы повысился интерес к наночастицам различного происхождения. Связано это с тем, что нанообъекты, размеры которых находятся в диапазоне 1-100 нм, обладают особыми, уникальными свойствами. Наночастицы взаимодействуют друг с другом и окружающей средой иначе, чем макрочастицы. Многие химические и физические свойства наночастиц существенно отличаются от подобных качеств макроскопического объекта для того же вещества. Наночастицы, вводимые в матрицу, взаимодействуют с ней на молекулярном уровне, что приводит к образованию композиционного материала, обладающего высокой адгезионной прочностью матрицы к наночастицам [7].

Перспективными с точки зрения получения нанокomпозитов могут быть наночастицы электроактивированного, структурированного раствора природного бишофита, обладающего гидрофильной поверхностью и, как правило, достаточно высокой биосовместимостью, что способствует широкому использованию нанокomпозитов на его основе в сельском хозяйстве.

Бишофит – экологически чистый природный магниевый полиминерал, уникальный по своему составу, который по содержанию важных для и жизнедеятельности растений макро- и микроэлементов не уступает другим природным аналогам. Бишофит – уникальный минерал, содержащий комплекс микроэлементов (более 70 химических элементов) и солей, что позволило исследовать возможности его использования в новых технологиях (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав бишофита

Соль	Формула	Содержание, %	Химический символ	Содержание, %
Хлористый магний	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	90-96	B	0,002-0,08
			Ca	0,003-0,005
Хлористый калий-магний	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	0,1-5,5	Mo	0,0005-0,001
			Fe	0,003-0,03
			Al	0,001-0,02
Сернокислый магний	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,1-2,5	Ti	0,0005-0,001
			Cu	0,0001-0,003
			Si	0,02-0,2
Бромистый магний	$MgBr_2$	0,4-0,95	Ba	0,0001-0,0006
			Sr	0,001-0,02
Сернокислый кальций	$CaSO_4 \cdot 2 H_2O$	0,1-0,7	Rb	0,0001-0,002
			Cs	0,0001-0,001

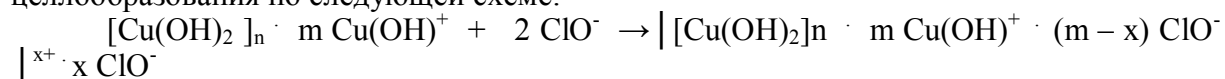
Волгоградская область очень богата уникальным минералом – бишофитом, который содержит в своем составе (до 98 %) хлорид магния – ценнейшее сырье для переработки во многих отраслях, таких как металлургия, медицина, сельское хозяйство и др. Имеющийся геологический материал подтверждает, что основная часть бишофитоносного бассейна шириной от 10 до 50 км приходится на Волгоградскую область. Электрохимическая обработка (электролиз) растворов бишофита дополнительно позволяет выявить возможности и области его применения. В результате электрохимического окисления водных растворов минерала бишофита образуется активный комплекс гипохлоритов, гипобромитов, гипоиодитов меди и магния, обладающих выраженным бактерицидным и фунгицидным эффектом, что позволяет его использовать в сельском хозяйстве для предпосевной обработки семян и внекорневой обработки растений.

Целью работы является разработка и создание принципиально нового препарата нанокомпозита меди на основе ценного природного источника минеральных веществ – бишофита, для улучшения развития растений и повышения урожайности продукции растениеводства на примере тритикале озимой.

Тритикале – одно из перспективных видов сырья для обеспечения населения высококачественным хлебом и сельскохозяйственных животных комбикормами. Тритикале находится между пшеницей и рожью по наличию и количеству в зерне незаменимых аминокислот, в частности, лизина и триптофана, что обеспечивает более высокую пищевую ценность, чем у пшеницы, и более сбалансированный аминокислотный состав, чем у ржи. В 1 кг зерна тритикале содержится 1,24 кормовых единиц, а в 1 кг его зеленой массы – 0,3 кормовых единиц, в то время как в 1 кг зеленой массы озимой пшеницы – 0,18. Помимо качественного протеина, мука из тритикале содержит такие полезные микро-элементы и витамины, как калий, фосфор, медь, марганец, РР, В, Е и т.д.

Материалы и методы. Основным объектом исследований является культура тритикале сорт Корнет, выращиваемая на опытном участке учебного научно-производственного центра «Горная поляна» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» в условиях светло-каштановых почв. Для получения нанокомпозита меди раствор бишофита подвергали электрохимической обработке с использованием медного анода (сила тока 5-10 А при напряжении 2 В, концентрация раствора бишофита 5-20 %). Технология электрохимической обработки раствора бишофита предложена с целью активизации эффективности воздействия раствора на уровне клеточной мембраны, в результате которой изменяются качественные характеристики раствора: из гомогенного переходит в гетерогенный, где вещество связано в коллоидные наноструктуры (мицеллы), представляющие собой нейтральные частицы размером 55–120 нм.

Образование ультрадисперсной взвеси (золя) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ инициирует стадию мицеллообразования по следующей схеме:



В результате перемешивания раствора образуются мицеллярные структуры, содержащие ионы гипохлоритов, гипобромитов, гипоиодитов меди, магния, что позволяет использовать данный продукт для обеззараживания. Образование наноструктур подтверждается методом измерения оптической плотности растворов с помощью спектрофотометра [6].

Лабораторные исследования предусматривали определение посевных качеств семян в соответствии с ГОСТ Р 52325–2005. Определение влияния минеральной композиции на всхожесть, рост и развитие растений осуществляли путем инкрустации семян тритикале в полученных концентрациях путем нанесения компонентов на поверхность семян (ГОСТ 21507 81). Один из эффективных способов предпосевной подготовки семян – инкрустация, т.е. обработка поверхности семян смесью компонентов, состоящих из органических и минеральных веществ, инсектофунгицидов, клеящих веществ и стимуляторов роста. В начальный период развития, даже при благоприятных условиях, ввиду отсутствия развитой корневой системы всходы семян растений переживают острый дефицит микро- и макроэлементов, что ослабляет их иммунную систему и приводит к большей вероятности поражения болезнями и вредителями. Инкрустация – это важный фактор повышения урожайности за счет защиты семян от возбудителей бактериальных, грибных и вирусных заболеваний, а также за счет включения стимулирования ростовых процессов [3, 5].

Проведение инкрустации обеспечивает защиту растений от возбудителей заболеваний, дает стартовую дозу элементов питания, повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды: атмосферной и почвенной засухе, пони-

женным и повышенным температурам воздуха, почвы, тем самым ускоряя их развитие и повышая урожайность. Основные преимущества инкрустации перед протравливанием – снижение (до 50 %) расхода препаратов, безопасность для окружающей среды и людей при пересыпании, транспортировке [8].

Затем обработанные семена подвергали сушке – активному вентилированию воздухом в течение 1 сут до образования полупроницаемой оболочки, содержащей сбалансированный комплекс макро- и микроэлементов и регуляторы роста, закрепленные структурной сеткой с последующим высаживанием обработанных семян в грунт. Контролем служили семена тритикале, не обработанные композитом меди [9]. Перед уборкой с каждого варианта опыта отбирались снопы с площади 1 м² для определения структуры урожая. Фактическая урожайность сортов озимой тритикале определялась весовым методом при прямом комбайнировании.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований было выявлено, что использование композита на основе минерального сырья способствовало увеличению всхожести семян тритикале сорт Корнет от 69,5 % до 95,7 %, повышению урожайности от 1,81 до 2,27 т/га, а также улучшению динамики роста и развития растений, отличающихся лучшими биометрическими показателями (таблица 2).

В результате инкрустации семян на поверхности семян образуется полупроницаемая оболочка композита меди, содержащая сбалансированный комплекс макро- и микроэлементов и регуляторы роста, закрепленные структурной сеткой минерала. Эта оболочка защищает семена от почвенных патогенов, сохраняет их жизнестойкость при неблагоприятных погодных условиях. Благодаря защитному питательному корпусу, после предпосевной обработки наблюдаются всходы с мощной корневой системой. Используемый ряд компонентов в композите служит толчком к активизации биологических процессов, а именно к повышению активности фитогормонов, активизации синтеза нуклеиновых кислот, деятельности ферментов, что приводит к стимуляции деления, роста и дифференциации клеток, т. е. процессов, лежащих в основе морфогенеза. Гидрофильный характер матрицы способствует протеканию процессов сорбции воды. Сорбированные молекулы воды взаимодействуют с белками клетки и служат катализатором для интенсификации обмена веществ [1, 11, 12].

Наблюдения за ростом посевов озимой тритикале включали следующие показатели: динамику стеблестоя, облиственность, площадь листовой поверхности.

Облиственность растения, размеры, форма листьев являются показателями как условий вегетации, так и разнокачественности листьев по стадиям развития. Максимальная облиственность стеблей в период наблюдений отмечалась в фазу «кущение», а минимальная – в фазу «молочная спелость».

Таблица 2 – Динамика развития посевов озимой тритикале
в период 2016-2017 гг.

Фаза развития	Количество побегов		Облиственность, шт		Площадь листовой поверхности, см ²	
	Контроль	Образец	Контроль	Образец	Контроль	Образец
Всходы	-	-	-	-	-	-
Три листа	-	-	2,5	3,7	4,4	5,6
Кущение	5,06	7,02	5,1	6,0	32,3	40,4
Выход в трубку	3,90	5,86	4,0	5,0	35,2	43,7
Колошение	3,06	4,67	4,0	5,0	27	33,8
Цветение	2,88	3,94	3,0	4,0	19,3	24,1
Молочная спелость	2,24	3,77	2,0	3,0	13,1	16,4
Полная спелость	1,87	3,27	2,0	3,0	10,5	12,6

Начиная с окончания фазы колошения, в посевах отмечалось заметное отмирание нижних ярусов листьев. Представленные данные площади листовой поверхности наглядно демонстрируют влияние данного фактора на фотосинтетический потенциал посевов (таблица 2).

Максимальная площадь фотосинтезирующей листовой поверхности наблюдалась в фазу «выход в трубку», когда создавалось наиболее благоприятное соотношение между густотой стеблестоя и площадью листьев. Затем наблюдалось уменьшение площади листовой поверхности, а, следовательно, и снижение фотосинтетической мощности посевов из-за отпадания части стеблестоя, отмирания листьев нижних ярусов.

Заключение. При электролитическом окислении раствора природного бишофита с использованием медных электродов образуются сверхдисперсные наноструктуры, обладающие фунгицидными, бактерицидными, овицидными свойствами, а применение нестационарных токовых режимов для питания электролизеров - хлораторов, обеспечит ведение процесса энергетически выгодным.

Таким образом, преимуществом композита меди на основе структурированного бишофита перед всеми известными является высокая эффективность, дешевизна и экологическая чистота.

Библиографический список

1. Васько, В.Т. Основы семеноведения [Текст]/ В.Т. Васько. – СПб. – М.: Лань, 2012. – 144 с.
2. Вережников, В.Н. Практикум по коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / В.Н. Вережников. – Воронеж, 1984. – 128 с.
3. Красина, И.Б. Влияние механохимической обработки пряно-ароматического сырья [Текст]/ И.Б. Красина, А.В. Темников, А.Н. Есина // Журнал Кемеровского технологического института пищевой промышленности. – 2009. – С. 1-5.
4. Конторина, И.С. Технология предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем [Текст]/ И. С. Конторина, Е. И. Рубцова // Вестник ВКГТУ. – 2015. – № 2. – С. 20-23.
5. Рожанская, О.А. Нанокompозиты – стимуляторы роста растений in vitro и in agro [Текст]/ О.А. Рожанская, К.Г. Королев; Сибирский научно- исследовательский институт кормов СО Рос-сельхозакадемии; Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН. – М., 2011. – С. 1-3.
6. Санин, В.А. Какой протравитель лучший [Текст]/ В.А. Санин, О.М. Вечера // Семеноводство. – 2010. – № 2. – С. 5-8.
7. Стародубцева, Г.П. Повышение урожайных качеств семян и адаптивных свойств сельскохозяйственных культур [Текст] : дисс. д-ра с.-х. н. – Ставрополь, 1997. – С. 1-6.
8. Электролиз растворов минерала бишофита [Текст] / В. Т. Фомичев [и др.] // Актуальные проблемы электрохимической технологии : сб. ст. молодых ученых, 25-28 апр. 2011 г., г. Саратов. – Саратов : ГАОУ ДПО «СарИПКПРО», 2011. – Т. 1. – С. 254-260
9. Электрохимический передел бишофита [Текст]/ В. Т. Фомичев [и др.] // Изучение и сохранение естественных ландшафтов: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летнему юбилею Волгогр. гос. соц.-пед. ун-та и естеств.-геогр. фак. ВГСПУ, Волгоград. – М.: «Планета», 2011. – С. 417-420.
10. Эффективность дегельминтизации сточных вод дезинфектантом на основе раствора бишофита [Текст] / В.Т. Фомичев [и др.] //Вестник ВолГАСУ. Политематическая серия. – 2012. – Вып. 1 (20).
11. O sostoyanii okhrany okhrany okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2003 godu; gos.dokl./NIA-Priroda; REFIA.-М., 2003.300s.
12. Beer, S.N. Podkhody k parazitologicheskomu monitiringu / S.N.Beer Okruzhayushchaya sreda I problem parazitarnogo zagryazneniya; sb.-М.: RAN,1994.-S.12-29.
13. Elyshner, L.I. O vliyaniy vodnogo faktora na sostoyanie zdorovya naseleniya Rossi /L.I. Elyshner// Vodnye resursy.-1995.-Т. 22,№ 4.5. Cherkinskiy, S.N. Obezrazhivanie pitevoy vody / S.N. Cherkinskiy, N.N. Trakhman.-М.: Medgiz, 1962.-182s.

Reference

1. Vas'ko, V. T. Osnovy semenovedeniya [Tekst]/ V. T. Vas'ko. - SPb. - M.: Lan', 2012. - 144 s.
2. Verezhnikov, V. N. Praktikum po kolloidnoj himii [Tekst]: uchebnoe posobie / V. N. Verezhnikov. - Voronezh, 1984. - 128 s.
3. Krasina, I. B. Vliyanie mehanohimicheskoy obrabotki pryano-aromaticeskogo syr'ya [Tekst]/ I. B. Krasina, A. V. Temnikov, A. N. Esina // Zhurnal Kemerovskogo tehnologicheskogo instituta pischevoj promyshlennosti. - 2009. - №. -- S. 1-5.
4. Kontorina, I. S. Tehnologiya predposevnoj obrabotki semyan sel'skohozyajstvennykh kul'tur impul'snym]lektricheskim polem [Tekst]/ I. S. Kontorina, E. I. Rubcova // Vestnik VKGTU. - 2015. - № 2. - S. 20-23.
5. Rozhanskaya, O. A. Nanokompozity - stimulyatory rosta rastenij in vitro i in agro [Tekst]/ O. A. Rozhanskaya, K. G. Korolev; Sibirskij nauchno- issledovatel'skij institut kormov SO Ros-sel'hozakademii; Institut himii tverdogo tela i mehanohimii SO RAN. - M., 2011. - S. 1-3.
6. Sanin, V. A. Kakoj protravitel' luchshij [Tekst]/ V. A. Sanin, O. M. Vechera // Semenovodstvo. - 2010. - № 2. - S. 5-8.
7. Starodubceva, G. P. Povysenie urozhajnykh kachestv semyan i adaptivnykh svojstv sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Tekst] : diss. d-ra s. -- h. n. - Stavropol', 1997. - S. 1-6.
8. }lektroliz rastvorov minerala bishofita [Tekst] / V. T. Fomichev [i dr.] // Aktual'nye problemy]lektrohimicheskoy tehnologii : sb. st. molodykh uchenykh, 25-28 apr. 2011 g., g. Saratov. - Saratov : GAOU DPO "SarIPKiPRO", 2011. - T. 1. - S. 254-260
9. }lektrohimicheskij peredel bishofita [Tekst]/ V. T. Fomichev [i dr.] // Izuchenie i sohranenie estestvennykh landshaftov: sb. st. Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf., posvyasch. 80-letnemu yubileyu Volgogr. gos. soc. -- ped. un-ta i estestv. -- geogr. fak. VGSPU, Volgograd. - M.: "Planeta", 2011. - S. 417-420.
10. }ffektivnost' degel'mintizacii stochnykh vod dezinfektantom na osnove rastvora bishofita [Tekst] / V. T. Fomichev [i dr.] //Vestnik VolGASU. Politematicheskaya seriya. - 2012. - Vyp. 1 (20). - S.
11. O sostoyanii okhrany okhrany okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2003 godu; gos.dokl./NIA-Priroda; REFIA. -- M., 2003.300s.
12. Beer, S.N. Podkhody k parazitologicheskomu monitiringu / S.N.Beer Okruzhayushchaya sreda I problem parazitarnogo zagryazneniya; sb. -- M.: RAN,1994. -- S.12-29.
13. Elyshner, L.I. O vliyanii vodnogo faktora na sostoyanie zdorovya naseleniya Rossi /L.I. Elyshner// Vodnye resursy. -- 1995. -- T. 22,№ 4.5. Cherkinskiy, S.N. Obezrazhivanie pitevoy vody / S.N. Cherkinskiy, N.N. Trakhman. -- M.: Medgiz, 1962. -- 182s.

E-mail: drevinv@mail.ru

УДК 631.559:633.152:631.51

**ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ
САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**
**INFLUENCE OF AGROTECHNIC MEANS ON THE YIELD OF SUGAR CORN
IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION**

Е.Н. Ефремова¹, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.В. Тютюма², доктор сельскохозяйственных наук

E.N. Efremova¹, N.V. Tutuma²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
Астраханская область, Черныйский район, с. Соленое займище

¹Volgograd State Agrarian University

²State University Caspian research Institute of arid agriculture

Сегодня как никогда остро стоят вопросы разработки новейших низкзатратных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, эффективного устранения причин дегра-
дационных процессов, а также негативных последствий техногенного воздействия на почву. В

настоящее время совершенствование технологий обработки почвы, как и технологий возделывания культур в системе, должно базироваться на принципах ресурсосбережения, биологизации и экологизации. Это подтверждается прежде всего тем, что на обработку почвы требуются порой неоправданно большие затраты нефтепродуктов, труда и времени. В статье рассмотрено влияние агротехнических приемов на структуру урожая и урожайность сахарной кукурузы. На урожай сахарной кукурузы влияет система обработки почвы, сортовой состав и агротехнические приемы возделывания. При возделывании кукурузы на орошении важную роль в формировании урожая играют метеорологические условия года, нормы высева, сорта и гибриды, предпосевная обработка семян. Лучшие показатели по урожайности сахарной кукурузы наблюдались на варианте возделывания по системе No-till на сорте Хуторянка. No-Till с использованием растительных остатков культур на поверхности почвы являет собой возможность сократить затраты и уменьшить влияние химических удобрений на биологический мир почвы, обитающий в корневой зоне. В результате накопления растительных остатков в почве происходит накопление влаги, увеличивается плодородие почвы, а также продуктивность агрофитоценозов.

Today, the issues of developing new low-cost technologies for crop cultivation, effective elimination of the causes of degradation processes, as well as negative consequences of man-made impact on soil, are more acute than ever. At present, the improvement of soil cultivation technologies, as well as crop cultivation technologies in the system, should be based on the principles of resource conservation, biologization and ecologization. This is confirmed primarily by the fact that sometimes unjustifiably large expenditures of oil products, labor and time are required for tillage. The article considers the influence of agrotechnical methods on the structure of the crop and the yield of sugar corn. The harvest of sugar corn is affected by the system of soil cultivation, varietal composition and agrotechnical methods of cultivation. When maize is cultivated in irrigation, the meteorological conditions of the year, the rates of seeding, varieties and hybrids, presowing seed treatment play an important role in the formation of the crop. The best indicators for the yield of sugar corn were observed on the variant of cultivation according to the No-till system on the Khutorianka variety. No-Till using crop residues on the soil surface is an opportunity to reduce costs and reduce the impact of chemical fertilizers on the biological world of soil inhabiting the root zone. As a result of the accumulation of plant residues, moisture accumulates in the soil, soil fertility increases, as well as the productivity of agrophytocenosis.

Ключевые слова: сахарная кукуруза, отвальная обработка, система обработки No-till, режим орошения, урожайность, структура урожая.

Key words: sugar corn, dump processing, No-till processing system, irrigation regime, yield, crop structure.

Введение. Высокие и стабильные урожаи кукурузы можно получить только при полном удовлетворении потребностей, предъявляемых растением в период роста и развития.

При возделывании кукурузы на орошении важную роль в формировании урожая играют погодные условия года, режим орошения, нормы высева, сорта и гибриды, предпосевная обработка семян [1, 2].

Многочисленными экспериментальными исследованиями по ряду культурных растений к настоящему времени накоплен богатый материал, свидетельствующий о том, что от особенностей размещения растений и площади питания зависит качество продукции, ее химический состав, характер течения физиологических процессов, в конечном счете, величина урожая [6, 7].

Петрунин В.М. указывал, что при возделывании кукурузы в условиях орошения большое значение имело определение оптимальной густоты стояния растений. Изменяя количество зерен в гнезде и на гектар растений, можно воздействовать в желательном направлении на рост и развитие растений, а следовательно, и на формирование урожая [8].

Технология No-till является наиболее прогрессивным, экологическим и экономически выгодным способом ведения сельского хозяйства. Возделывание по технологии No-till включает в себя только посев с минимальным нарушением структуры почвы.

No-till – самовосстанавливающаяся сельскохозяйственная система, которая соответствует экономическим потребностям фермеров, учитывает обеспокоенность потребителей и сокращает пагубное воздействие на окружающую среду. Дальнейший упор на почвозащитные методы в сельском хозяйстве приведут к необходимости внедрять и развивать систему No-till [3]. Ресурсосберегающая система No-till применяется в мире на площади более 100 млн га, но преимущественно в Южной (Латинской) и Северной Америке (около 85 % площади внедрения данной системы находится здесь). В Европе она распространена недостаточно [4, 10].

Материалы и методы. Актуальностью исследования является изучение возделывания районированных гибридов и сорта сахарной кукурузы по системе No-till при умеренном режиме орошения 70...70...70 % НВ на территории Астраханской области.

Целью исследования является изучение влияния системы земледелия No-till на структуру урожая сахарной кукурузы, урожайность растений сорта и гибридов сахарной кукурузы на фоне орошения.

Для достижения указанной цели были поставлены задачи:

- изучение структуры урожая сорта и гибридов сахарной кукурузы;
- сравнительный анализ урожайности сахарной кукурузы в зависимости от влияния агротехнических приемов.

Объекты исследования:

1. Система земледелия No-till.
2. Районированные сорта и гибриды (сорт Хуторянка, сорт Лакомка, гибрид Бостон).

Результаты и обсуждение. Полевые исследования проводились на полях Прикаспийского НИИ аридного земледелия, расположенного в Нижнем Поволжье (юго-восток Европейской части России в пределах Прикаспийской и Сарпинской низменностей) на территории Черноярского района, Астраханской области в течение 2007...2014 года.

В таблице 1 рассмотрены показатели структуры урожая сахарной кукурузы, возделываемой по системе No-till в зависимости от воздействия агротехнических приемов.

В результате работы по системе No-till показатели по массе початка, числу початков на одном растении, числу рядов, числу зерен в початке изменялись на изучаемых видах сахарной кукурузы. Изменились и другие значения структуры урожая. Увеличилась высота растения, масса початка, длина початка, число зерен в ряду. Все данные показатели естественно отобразились на числе зерен в початке.

Анализируя данные таблицы 1, мы видим, что наилучшие результаты были на сорте Хуторянка. Средние данные высоты растения изменялись с 1,73 до 1,81 м, число зерен в початке было наивысшим при совместном применении биостимулятора роста и удобрения и составило 576 шт. Число зерен в початке варьировало также в зависимости от различных агротехнических приемов, биологических особенностей сортов и гибридов. Внесение минеральных удобрений улучшило пищевой режим почвы, что положительно сказалось на количестве зерен в початке. Наименьшее количество зерен в початке было на гибриде Бостон и изменялось 405...510 шт.

С увеличением числа рядков в початке и длины початка возрастает число зерен в рядке, в початке и, соответственно, масса зерна, собранная с одного початка. Статистически значимого увеличения массы зерна, собранного с одного початка в период молочной спелости на фоне естественного плодородия почвы не отмечено. Это объясняется тем, что при существенном увеличении числа зерен рост этих зерен за счет дефицита элементов минерального питания не обеспечивался в полной мере и снизились величина и масса зерен.

Таблица 1 – Структура урожая сахарной кукурузы в результате обработки No-till в зависимости от воздействия агротехнических приемов

Вариант	Высота растения, м	Масса початка, кг	Число початков на 1 растении, шт.	Число рядов в початке	Число зерен в ряду	Число зерен в початке	Длина початка, м
Сорт Хуторянка							
Контроль	1,73	0,14	1,3	16	29	464	0,17
Гибберросс	1,75	0,143	1,3	17	30	510	0,18
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,77	0,145	1,4	17	31	527	0,18
Гибберросс + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,81	0,149	1,6	18	32	576	0,19
Сорт Лакомка							
Контроль	1,7	0,159	1,2	17	28	476	0,16
Гибберросс	1,73	0,163	1,2	17	29	493	0,17
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,75	0,168	1,3	18	29	522	0,17
Гибберросс + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,81	0,173	1,4	18	30	540	0,18
Гибрид Бостон							
Контроль	1,34	0,145	1	15	27	405	0,16
Гибберросс	1,38	0,147	1,2	16	28	448	0,17
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,41	0,151	1,2	16	29	464	0,17
Гибберросс + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,48	0,153	1,2	17	30	510	0,17

Применение расчетных доз минеральных удобрений в условиях капельного орошения оказало положительное влияние на динамику формирования урожая.

Высокий урожай сахарной кукурузы является не единственным показателем, по которому оценивается данный товар в условиях рыночных отношений. На сегодняшний день очень важно мнение потребителя, и продавец ориентируется на него, поэтому огромное значение имеют количество зерен в ряду, интенсивность и яркость окраски оберток, сохранение цвета зерен в результате переработки.

Масса зерна сахарной кукурузы в сыром веществе изменяется под влиянием элементов минерального питания, обработки почвы и метеорологических условий (таблица 2).

Масса 1000 зерен – это показатель крупности и выполненности семян, один из показателей посевных качеств семян, является сортовым признаком; она зависит от скороспелости гибрида или сорта и агрометеорологических факторов, от количества рядов зерен в початке и числа зерен в ряду.

Высокая урожайность всех приведенных данных в некоторой степени определялась высоким числом зерен в початке, большим числом рядом в початке (от 15 до 18) с более высоким числом зерен в них и крупностью зерна. Все гибриды и сорт сахарной кукурузы имели початки с прямыми рядами при плотной их сомкнутости.

Данные таблицы 2 показали, что масса зерна с одного початка и масса 1000 зерен выше на сорте Хуторянка, о чем свидетельствуют урожайные данные сахарной кукурузы. На контроле показатель числа зерен в початке имел показатель 464 шт., увеличившись на 112 зерен в результате применения агротехнических приемов. Масса 1000 зерен имело средние значения по всем гибридам и сорту и изменялась в пределах 178...197 г. Лучшее всего в Астраханской области зарекомендовал себя сорт Хуторянка.

Таблица 2 – Масса сахарной кукурузы в сыром веществе

Вариант	Число зерен в початке	Масса зерна с одного початка, г	Масса 1000 зерен, г
Сорт Хуторянка			
Контроль	464,00	85,84	185,00
Гибберросс	510,00	96,39	189,00
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	527,00	101,18	192,00
Гибберросс + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	576,00	113,47	197,00
Сорт Лакомка			
Контроль	476,00	84,73	178,00
Гибберросс	493,00	89,23	181,00
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	522,00	96,05	184,00
Гибберросс + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	540,00	101,52	188,00
Гибрид Бостон			
Контроль	405,00	73,31	181,00
Гибберросс	448,00	82,43	184,00
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	464,00	85,38	184,00
Гибберросс + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	510,00	96,90	190,00

Таким образом, по структуре урожая наилучшие результаты были на сорте Хуторянка. Сорт зарекомендовал себя наилучшими данными при всех агротехнических приемах, что подтверждается его урожайностью 10,3 т/га в Астраханской области под влиянием нулевой обработки почвы и совместного воздействия гибберрасса и минерального удобрения.

Лисунов И. отмечал, что в общем комплексе агротехнических мероприятий, обеспечивающих получение высоких урожаев кукурузы, большое значение принадлежит выбору оптимальной густоты стояния. Высокий урожай можно получить лишь в том случае, если растения кукурузы будут максимально использовать влагу и питательные вещества из почвы [5].

В проведенных исследованиях на урожайность зерна сахарной кукурузы существенное влияние оказывали метеорологические условия в период развития кукурузы, предпосевная обработка семян биостимулятором Гибберросс, минеральным удобрением в количестве N₃₀P₃₀K₃₀ в отдельности и в сочетании с биостимулятором гибберросс (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность сахарной кукурузы с учетом влияния агротехнических приемов

Вариант	Сорт Хуторянка	Сорт Лакомка	Гибрид Бостон
Контроль	8,5	5,8	5,2
Гибберросс	8,9	6,2	5,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	9,2	6,4	5,7
Гибберросс + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	9,7	6,9	6,1

Закключение. Величина урожая зерна изучаемых гибридов и сорта изменялась по годам исследований довольно сильно, большое влияние оказали метеорологические условия в период вегетации. 2010 год был острожасушливым. Неблагоприятные погодные условия 2010 года негативным образом сказались на урожайности зерна сахарной кукурузы.

Наилучшие результаты были на сорте Хуторянка при нулевой обработке почвы и изменялись в пределах 8,5...9,7 т/га. Прибавка по урожайности была на варианте в сочетании биостимулятора роста и минерального удобрения 1,2 т/га.

На гибриде Бостон была урожайность ниже в среднем на 3,3...3,6 т/га. Наименьший показатель был на контроле 5,2 т/га. В результате воздействия в сочетании стимулятора роста и минерального удобрения урожайность увеличилась на 0,9 т/га, тем самым составив 6,1 т/га.

Получение урожая сахарной кукурузы около 10 т/га, на почвах, возделываемых по технологии No-till, это урожай превосходный как в экономическом, так и в продуктивном смысле.

Накопление растительных остатков на данном сорте Хуторянка было выше, чем на других гибридах. Присутствие растительных остатков на почве в значительной мере может изменить температуру поверхности. Цвет растительных остатков влияет на поглощение солнечной энергии. Темные растительные остатки удерживают больше полезного тепла в почве [8]. Растительные остатки также создают изоляционный эффект, в результате которого понижается температура почвы летом, по сравнению с непокрытой почвой. Растительные остатки обеспечивают лучшую изоляцию почвы, чем непокрытая почва, благодаря прослойкам воздуха, которые образуются между слоями растительных остатков. Температура почв, покрытых растительными остатками, обычно выше осенью благодаря изоляционному эффекту растительных остатков. Положительная динамика элементов структуры урожая отмечена на комплексном применении стимулятора роста и минерального удобрения.

Библиографический список:

1. Власенко, А.Н. Разработка технологии No-till на черноземе выщелоченном лесостепи западной Сибири [Текст]/ А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 20-22.
2. Ефремова, Е.Н. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы [Текст]/ Е.Н. Ефремова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 2 (30). – С. 67-72.
3. Ефремова, Е.Н. Урожайность сахарной кукурузы в зависимости от обработки почвы в условиях Волгоградской области [Текст]/ Е.Н. Ефремова// Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 3 (18). – С. 312-316.
4. Иванов, В.М. No-till как разновидность консервативной обработки почвы [Текст]/ В.М. Иванов // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 12. – С. 31-32.
5. Лисунов, И. Влияние густоты посевов на продуктивность кукурузы [Текст]/ И. Лисунов // Земледелие и животноводство Молдавии. – 1959. – № 3. – С. 23-27.
6. Марченко, М.Н. Анализ инновационных технологий No-till [Текст]/ М.Н. Марченко // Студенты – науке и практике АПК: материалы 98-й Международной научно-практической конференции. – М., 2013. – С. 57-58.
7. No-Till – шаг к идеальному земледелию (Сберегающее земледелие для России) [Текст] : уч.-метод. пособие. – М.: Народное образование, 2006. – 122 с.
8. Плескачев, Ю.Н. Биологизация полевых севооборотов в Волгоградской области [Текст] / Ю.Н. Плескачев, О.В. Сухова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 96. – № 10. – С. 30-32.
9. Bamforth S Protozoa: Recyclers and Indicators of Agroecosystems Quality. In Fauna in soil ecosystems. Ed.G. Benckiser, New York. 1997. Chapter 3:63-84
10. Wright S. Los sistemas de SD aumentan la estabilidad los agregados y la glomulina. At: 9 National Congress of AAPRESID. Volume I. Mar del Plata. Argentina. – 2001. – С. 59-70

Reference

1. Vlasenko, A. N. Razrabotka tehnologii No-till na chernozeme vyschelochennom lesostepi zapadnoj Sibiri [Tekst]/ A. N. Vlasenko, N. G. Vlasenko, N. A. Korotkih // Zemledelie. - 2011. - № 5. - S. 20-22.
2. Efremova, E. N. Agrofizicheskie pokazateli pochvy v zavisimosti ot razlichnyh obrabotok pochvy [Tekst]/ E. N. Efremova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 2 (30). - S. 67-72.

3. Efremova, E. N. Urozhaiznost' saharnoj kukuruzy v zavisimosti ot obrabotki pochvy v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ E. N. Efremova// Innovacii v sel'skom hozyajstve. - 2016. - № 3 (18). - S. 312-316.
4. Ivanov, V. M. No-till kak raznovidnost' konservativnoj obrabotki pochvy [Tekst]/ V. M. Ivanov // Sovremennye naukoemkie tehnologii. - 2007. - № 12. - S. 31-32.
5. Lisunov, I. Vliyanie gustoty posevov na produktivnost' kukuruzy [Tekst]/ I. Lisunov // Zemledelie i zhivotnovodstvo Moldavii. - 1959. - № 3. -- S. 23-27.
6. Marchenko, M. N. Analiz innovacionnyh tehnologij No-till [Tekst]/ M. N. Marchenko // Studenty - nauke i praktike APK: materialy 98-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - M., 2013. - S. 57-58.
7. No-Till - shag k ideal'nomu zemledeliyu (Sberegayuschee zemledelie dlya Rossii) [Tekst] : uch. -- metod. posobie. - M.: Narodnoe obrazovanie, 2006. - 122 s.
8. Pleskachev, Yu. N. Biologizaciya polevyh sevooborotov v Volgogradskoj oblasti [Tekst] / Yu. N. Pleskachev, O. V. Suhova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2012. - T. 96. - № 10. - S. 30-32.
9. Bamforth S Protozoa: Recyclers and Indicators of Agroecosystems Quality. In Fauna in soil ecosystems. Ed.G. Benckiser, New York. 1997. Chapter 3:63-84
10. Wright S. Los sistemas de SD aumentan la estabilidad los agregados y la glomulina. At: 9 National Congress of AAPRESID. Volume I. Mar del Plata. Argentina. - 2001. - C. 59-70

E-mail: elenalob@rambler.ru

УДК 632.9

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS FOR PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN OF WINTER WHEAT IN THE LOWER VOLGA REGION

Т.В. Иванченко, кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник

И.С. Игольникова, младший научный сотрудник

T.V. Ivanchenko, I.C. Igolnikova

*Ниже-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
(филиал ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоградская обл., Городищенский район, пос. Областной
сельскохозяйственной опытной станции*

В данной статье представлены результаты проведенных исследований смесевых композиций протравителя и физиологически-активных веществ при подготовке семенного материала и обработке вегетирующих растений озимой пшеницы регуляторами роста на каштановых почвах сухостепной зоны Нижнего Поволжья. Продуктивность и качество зерна пшеницы зависит от большого количества факторов. Использование перспективных регуляторов роста растений способствует усиленному обеспечению потребности опытной культуры элементами минерального питания. Сбалансированное минеральное питание – это ключ к повышению урожая и качества сельскохозяйственных культур. Эффективность регуляторов роста объясняется их стимуляцией всех обменных процессов в растениях в течение онтогенеза. В настоящее время использование регуляторов роста является хорошо апробированным на практике агроприемом для повышения продуктивности и качества урожая. Совместное же использование их с минеральными удобрениями и средствами защиты растений лишь увеличивает эффективность их применения. В результате проведенных трехлетних лабораторных исследований удалось выяснить, что обработка посевного материала баковой смесью протравителя и регуляторов роста оказывала положительное воздействие на прорастание семян озимой пшеницы. Наилучшие результаты всхожести отмечены: витавакс + купроцин – 98 %, витавакс + мивал-агро – 99%, витавакс+ витаплан – 96 %, в контрольном варианте – 96 %.

This article presents the results of the conducted studies of mixtures of disinfectant and physiological-active substances in the preparation of seed material and processing of vegetative plants of winter wheat with growth regulators on chestnut soils of the dry steppe zone of the Lower Volga region. Productivity and quality of wheat grain depends on a large number of factors. The use of perspective plant growth regulators contributes to the enhanced provision of the requirements of the experimental culture with elements of mineral nutrition. Balanced mineral nutrition is the key to increasing the yield and quality of crops. The effectiveness of growth regulators is explained by their stimulation of all metabolic processes in plants during ontogenesis. Currently, the use of growth regulators is well-proven in practice by agro-means for increasing the productivity and quality of the crop. Joint use of them with mineral fertilizers and plant protection products only increases the effectiveness of their application. As a result of three-year laboratory studies, it was possible to find out that the treatment of the seed with a tank mixture of disinfectant and growth regulators had a positive effect on the germination of winter wheat seeds. The best results of germination were noted: vitavax + kuprotsin - 98%, vitavax + mival agro - 99%, vitavax + vitaplan - 96%, in the control variant - 96%.

Ключевые слова: озимая пшеница, физиологически активные вещества, протравители, корневые гнили, структура урожая, качество озимой пшеницы.

Key words: winter wheat, physiologically active substances, disinfectants, root rot, crop structure, quality of winter wheat.

Введение. Пшеница – важнейший хлебный злак земного шара. Свыше половины населения мира питается пшеницей. В нашей стране она – основная продовольственная культура. Объясняется это тем, что в зерне ее много белка и других ценных веществ, необходимых для нормального развития организма человека. Пшеничная мука широко используется в хлебопечении и кондитерской промышленности. Пшеничный хлеб отличается высокими вкусовыми, питательными свойствами и хорошей переваримостью [6].

Одной из основных проблем для зернового хозяйства в настоящее время является проблема качества зерна, от которого напрямую зависит его стоимость. В Российской Федерации пшеница является важнейшей и основной культурой, возделываемой на значительной территории страны. Повышение качества зерна пшеницы особенно актуально в связи с наблюдаемой в последние годы тенденцией к снижению содержания в нём белка и клейковины. Качество зерна пшеницы зависит от большого количества факторов. Их можно разделить на 2 группы: первая – факторы, на которые воздействовать не представляется возможным (погодно-климатические условия вегетационного периода) и вторая – факторы, которыми можно управлять (питание растений, защита растений от вредителей, болезней и сорняков и качественная доработка зерна). Рассматривая вторую группу факторов, можно сказать, что интенсивность биохимических процессов в созревающем зерне пшеницы, формирование урожая и его высокого качества зависят от обеспеченности растений элементами питания. В почве, как правило, содержится недостаточно питательных веществ в доступной для растений форме. Поэтому для получения высоких урожаев зерна с оптимальным химическим составом необходимо использовать в технологии возделывания наиболее эффективные средства регулируемого воздействия на обмен веществ в растениях, к которым относятся регуляторы роста и развития растений, минеральные и органические удобрения [4, 1, 3, 2, 10].

В связи с этим, нами проведены исследования с целью изучения действия различных регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья.

Главной задачей сельскохозяйственного производства является дальнейшее увеличение производства зерна.

Увеличение производства зерна этой культуры является приоритетным направлением сельского хозяйства в регионе, которое является важнейшим фактором получения продовольствия для населения.

В настоящее время появилось много препаратов, способных при небольших затратах обеспечивать высокую устойчивость растений к болезням и вредителям, увеличение урожайности, повышение технологических достоинств зерна и т.д. [9].

Таким образом, возможности, связанные с применением регуляторов роста, в настоящее время очень велики. При действии этих препаратов получают как видимые эффекты, так и более тонкие изменения в метаболизме, которые воздействуют на количественные и качественные показатели получаемой продукции. Поэтому изучение влияния регуляторов роста и развития растений на формирование урожая и качества озимой пшеницы имеет большое значение для сельскохозяйственного производства [9].

Материалы и методы. При проведении научной работы (2010-2013 гг.) условия произрастания сельскохозяйственных культур отличались неблагоприятными показателями.

В 2010-2011 гг. метеорологические условия характеризовались, как засушливые для нашей зоны. Из-за крайне засушливого лета и начала осеннего периода прорастания появление всходов озимой пшеницы было сильно затруднено, изрежено. И только в октябре – ноябре выпавшие осадки способствовали появлению дополнительных всходов.

Погодные условия осеннего периода способствовали образованию 5-6 стеблей, развитой корневой системы у растений пшеницы, всходы которых отмечены 22 сентября. Поздние всходы растений ушли в зимовку в фазе «шильца». Однако, несмотря на понижение температуры (февраль до -28,3 °C), растения перезимовали благополучно, и весной отмечено хорошее отрастание озимой пшеницы по всем вариантам опыта.

В летний период вегетации озимой пшеницы в июне и июле осадки не дотягивали до среднемноголетних, суховейные ветры на фоне высоких температур способствовали быстрому иссушению влаги из почвы и растений, что не могло не отразиться на продуктивности.

Довольно теплая и влажная осень (2011 г.) позволила получить хорошие и дружные всходы озимой пшеницы (посев 11.09.11 г.), которые ушли в зиму хорошо раскустившимися. Общий сахар в узлах кущения составил 40,0-42,1 % на абсолютно сухое вещество.

Зиму 2011-2012 года можно охарактеризовать как умеренно холодную, с большой высотой снежного покрова до 60 см. Снеготаяние было бурным, резкое нарастание положительных температур способствовало оттаиванию почвы, а с 8 апреля началось метеорологическое лето. Среднемесячная температура воздуха за апрель составила 16,3 °C. Почва на 5-10 см прогрелась до 20-27 °C соответственно.

Две первых декады мая носили жаркий засушливый характер. Абсолютный максимум поднимался до 32 °C (фаза колошения). Среднедекадная дневная относительная влажность воздуха колебалась от 25 до 15 %. Затем ливневого характера дождь приостановил засуху. Но жаркая засушливая погода установилась вновь: максимальная температура воздуха 38,9 °C, температура почвы – до 40 °C.

В 2013 сельскохозяйственном году климатические условия для озимых культур были крайне неблагоприятными. ГТК за осенний период (сентябрь – октябрь 2012 г.) равнялся 0,247. За этот же период выпало 22,35 мм осадков, при этом в сентябре выпало всего 5,65 мм, а основная масса осадков приходится на вторую половину октября, когда осенняя вегетация практически заканчивалась. В сложившихся условиях всходы озимых были неравномерными, изреженными и ослабленными.

Таким образом, погодные условия периода исследований можно охарактеризовать как острозасушливые и неблагоприятные для вегетации озимой пшеницы и формирования высоких урожаев.

В качестве объекта исследований в опыте был взят сорт озимой пшеницы Камышанка 5. Семена высевались в оптимальные для данной климатической зоны сроки с 10 по 30 сентября. Норма высева семян составила 3,5 млн всхожих зерен на гектар.

Регуляторы роста использовались в опытах согласно дозам, указанным в рекомендациях.

С целью установления степени воздействия протравителей, совместного сочетания их с физиологически активными веществами (ФАВ) на подавление инфекции и увеличение продуктивности озимой пшеницы, были проведены полевые опыты на опытном поле Нижне-Волжского НИИСХ, расположенном в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья. Климат резко континентальный, годовая сумма положительных температур равна 3400-3500 °С. Среднегодовое количество осадков 300-350 мм. ГТК не превышает 0,5-0,6. Почвы низко обеспечены азотом, средние – фосфором и повышено – калием.

Полевые опыты закладывались методом последовательных повторений и рендомизированным расположением вариантов с использованием препаратов: витаплан, мивал-агро, купроцин. Полевые исследования, наблюдения, биометрические измерения, лабораторные анализы и обработку результатов проводили в соответствии с методикой полевого опыта Б.А. Доспехова. Повторность полевого опыта 3-х кратная, учетная площадь варианта с использованием препаратов – 72 м² [7].

Варианты опыта

В-1 контроль (без обработки препаратами);

В-2 витавакс – обработка семян;

В-3 витавакс + витаплан – обработка семян + витаплан – обработка растений в фазу весеннего кущения;

В-4 витавакс + мивал-агро – обработка семян+мивал-агро – обработка растений в фазу весеннего кущения;

В-5 витавакс + купроцин – обработка семян+купроцин – обработка растений в фазу весеннего кущения.

Изучалось комплексное применение регуляторов роста: баковые смеси протравителя и регуляторов роста при предпосевном протравливании семян и обработка вегетирующих растений стимуляторами роста. Следует отметить, что дозировка химического протравителя была снижена на 33,0 %.

В исследованиях изучалось влияние следующих препаратов:

Витаплан – высокоактивный микробиологический фунгицид на основе смеси штаммов *Bacillus subtilis*, внесенный в почву препятствует развитию и распространению возбудителей корневых гнилей, грибных и бактериальных заболеваний.

Мивал-агро относится к классу кремнийорганических соединений. Структурообразующий элемент – кремний. Кремний как регулятор дыхания усиливает синтез ДНК, РНК и белка, что ускоряет рост и развитие растений.

Купроцин – хелатное микроудобрение, содержащее комплекс микроэлементов, предназначен для предпосевной обработки семян и подкормки сельскохозяйственных и декоративных культур в период вегетации на различных типах почв.

Результаты. В результате проведенных трехлетних лабораторных исследований удалось выяснить, что обработка посевного материала баковой смесью протравителя и регуляторов роста оказывала положительное воздействие на прорастание семян озимой пшеницы. Наилучшие результаты всхожести отмечены: витавакс + купроцин – 98 %, витавакс + мивал-агро – 99 %, витавакс+ витаплан – 96 %, в контрольном варианте – 96 % (таблица 1).

Таблица 1 – Энергия прорастания, всхожесть озимой пшеницы
ФГБНУ НВНИИСХ (2011-2013 гг.)

№ вар.	Наименование варианта	Дозы	Энергия прорастания (%)	Всхожесть (%)
В-1	контроль (б\о)	-	96	96
В-2	витавакс	3,0	90	92
В-3	витавакс + витаплан	2,0+20 г/т	92	96
В-4	витавакс + мивал-агро	2,0+5 г/т	96	99
В-5	витавакс + купроцин	2,0+2 л/т	98	98

Как видно из таблицы 1, всхожесть значительно повышалась при обработке семян баковой смесью с регуляторами роста и развития по В-4 – на 4,2 %, по В-5 на – 3,2 %.

Обсуждение. Пестициды, используемые для защиты растений, вызывая гибель вредителей, патогенов, могут оказывать негативное действие на развитие самой культуры. Для устранения негативного действия протравителей используют регуляторы роста в баковой смеси и обработке вегетирующих растений в 2011-2013 гг., оценивают эффективность применения препаратов (таблица 2).

Таблица 2 – Поражённость корневыми гнилями посевов озимой пшеницы
ФГБНУ НВНИИСХ (2011-2013 гг.)

№ вар.	Наименование варианта	Дозы г, л./т, г, л/га	Корневые гнили (%)			
			фаза кущения		фаза молочно-восковой спелости	
			развитие	распространение	развитие	распространение
В-1	контроль	-	8,0	23,15	12,3	32,0
В-2	витавакс	3,0	4,9	13,4	6,2	18,0
В-3	витавакс + витаплан	2,0+20 г/т	2,5	8,4	4,4	14,4
В-4	витавакс + мивал-агро	2,0+5 г/т	6,2	13,7	7,6	31,8
В-5	витавакс + купроцин	2,0+2 л/т	4,2	14,2	2,6	10,3

Учет развития инфекций озимой пшеницы проводили в стадии кущения растений и восковой спелости зерна. В первый срок учета развития растений все испытанные баковые смеси существенно снижали уровень развития гельминтоспориозной корневой гнили (*Helminthosporiosis root rot*), особенно эффективными были витаплан и купроцин.

Гельминтоспориозная корневая гниль. Возбудители — гриб *Drechslera graminea*. Мицелий гриба темноокрашенный, конидиеносцы в пучках, коленчатые, бурые. Болезнь проявляется: на всходах—в побурении coleoptilya, пожелтении и деформации листьев, общем угнетении растений; на взрослых растениях—в загнивании, побурении и почернении первичных и вторичных корней, узла кущения и нижней части стебля, вследствие чего растения отстают в росте, наблюдаются белостебельчатость и белоколосость, щуплость зерна в колосе, пустоколосость и гибель продуктивных стеблей. Иногда зерна в колосе буреют, сморщиваются и имеют побурение в зоне зародыша – черный зародыш.

Развитие корневой гнили в фазу молочно-восковой спелости растений было минимальным в вариантах с обработкой семян смесевой композицией с витапланом и купроцином и составило 4,4 и 2,6 %, в контрольном варианте – 12,3 %. Длительное последствие смесей обеспечивалось совместным применением регуляторов роста, которые обладали свойствами иммуномодуляторов, пролонгировали фунгицидный эффект препаратов.

Урожай и качество зерна озимой пшеницы изменялся в зависимости от применяемых физиологически активных веществ и климатических особенностей [5]. Анализ снопового материала показал, что препараты витаплан, мивал-агро и купроцин суще-

ственно влияли на уровень продуктивной кустистости растений озимой пшеницы. Предпосевная обработка семян баковой смесью с препаратом витаплан показала увеличение продуктивного стеблестоя на 12,8 %, а купроцин – 31,1 %, в сравнении с вариантом №1 – семена без обработки. Обработка семян стимулятором роста мивал-агро дала наименьшую прибавку урожайности – 7,5 %.

По количеству зерновок в колосе выделились варианты с применением: витаплана (25,3 шт.), мивал-агро (26,6 шт.), купроцина (27,8 шт.). Аналогичная тенденция наблюдалась при определении массы 1000 зерен (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты анализа элементов структуры урожая озимой пшеницы
ФГБНУ НВНИИСХ (2011-2013 гг.)

№ вар.	Наименование варианта	Дозы	Кол-во стеблей, всего/ продукт., шт.	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биолог. урожайность, т/га.
В-1	контроль	-	411/305	42,4	6,3	14,5	23,4	28,0	1,8
В-2	витавакс	3,0	496/357	46,1	7,2	14,8	24,4	28,9	1,8
В-3	витавакс + витаплан	2,0+20 г/т	502/389	43,7	7,1	15,5	25,3	29,5	1,9
В-4	витавакс + мивал-агро	2,0+5 г/т	474/328	44,8	7,0	14,6	26,6	28,0	1,9
В-5	витавакс + купроцин	2,0+2 л/т	469/400	50,6	6,7	16,3	27,8	32,6	2,4

В результате взаимодействия элементов продуктивности под влиянием витаплана, мивал-агро и купроцина биологическая урожайность составила 1,8 т/га на контрольном варианте и 2,4 т/га на варианте с применением препарата купроцин, 1,9 т/га – витаплан и мивал-агро.

Таким образом, воздействие регуляторов роста на структуру урожая озимой пшеницы весьма существенное. Причем, препарат купроцин имел некоторое преимущество, по сравнению с другими препаратами. Так как исследования проводились в условиях недостаточной влагообеспеченности, то применение регуляторов роста растений приобрело важное значение в вопросах увеличения продуктивности зерна исследуемой культуры.

Анализируя физико-химические показатели качества зерна озимой пшеницы, можно отметить, что высокое содержание клейковины в зерне и ее качество отмечено по всем вариантам опыта, однако наибольшее содержание клейковины (36,6-37,7) в зерне наблюдалось в вариантах, где посевы обрабатывались стимуляторами роста, по сравнению с контролем (32,2) (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели качества зерна озимой пшеницы
ФГБНУ НВНИИСХ (2011-2013 гг.)

№ вар.	Наименование варианта	Дозы	Содержание, %		
			клейковины	ИДК	белка
В-1	контроль	-	32,2	86,5	18,5
В-2	витавакс	3,0	33,8	90,0	18,5
В-3	витавакс + витаплан	2,020 г/т	37,2	95,0	19,8
В-4	витавакс + мивал-агро	2,0+5 г/т	37,7	90,0	19,4
В-5	витавакс + купроцин	2,0+2 л/т	36,6	88,0	18,9

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что применение комбинированной смеси системного протравителя винцит с ФАВ (витаплан, купроцин) способствовало повышению устойчивости растений озимой пшеницы к корневым гнилям, а также за счет активации физиологических процессов жизнедеятельности в растениях обеспечило увеличение урожайности и улучшение качества зерна.

Рекомендуем для производства применение изученных комбинированных баковых смесей системного протравителя витавакс с регуляторами роста витаплан, купроцин. Использование этих препаратов привело к снижению корневых гнилей в фазу молочно-восковой спелости на 35,8 %, и прибавке урожая – на 33,0 %.

Библиографический список

1. Андреев, Н.Н. Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на урожайность яровой пшеницы [Текст] / Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский, К.А. Першина // 126 -я годовщина со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100 -летие Саратовского ГАУ: материалы Международной научно практической конференции. – Саратов, 2013. – С. 15-18.
2. Бутузов, А.С. Возделывание озимой пшеницы с применением регуляторов роста растений [Текст] / А. С. Бутузов, Т. Н. Тертычная, В. И. Манжесов // Земледелие. – 2010. – № 5. – С. 37-38.
3. Вакуленко, В.В. Применение регуляторов роста на зерновых культурах [Текст] / В. В. Вакуленко // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3. – С. 36-38.
4. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста [Текст] / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2013. – №3(23). – С. 14-19.
5. Методические рекомендации по совершенствованию интегрированной защиты зерновых культур от вредных организмов [Текст]. – Санкт-Петербург, 2000. – 56 с.
6. Пруцков, Ф.М. Озимая пшеница [Текст] / Ф.М. Пруцков. – М.: Издательство «КОЛОС», 1970.
7. Разина, А.А. Удобрения, средства защиты растений и качество зерна яровой пшеницы [Текст] / А.А. Разина, О.Г. Дятлова, М.Л. Полуцкий. // Защита и карантин растений. – 2015. – №11. – С. 29.
8. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте [Текст]. – Саратов: НИИ Юго-Востока, 1973. – С. 209.
9. Сироткин, Е.К. Новые перспективные фунгициды и индукторы болезнеустойчивости для защиты клевера лугового от корневых гнилей [Текст] / Е.К. Сироткин, С.А. Тютюрев // Вестник защиты растений. – 2008. – №4. – С. 33.
10. Эффективность биопрепаратов в посевах яровой пшеницы [Текст] / В.И. Каргин, С.Н. Немцев, Р.А. Захаркина, Ю.И. Каргин // Доклады РАСХН. – 2011. – №1. – С. 35-38.

Reference

1. Andreev, N. N. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan regulyatorami rosta na urozhajnost' yarovoj pshenicy [Tekst] / N. N. Andreev, A. V. Kaspirovskij, K. A. Pershina // 126 -ya godovschina so dnya rozhdeniya akademika N. I. Vavilova i 100 -letie Saratovskogo GAU: materialy Mezhdunarodnoj nauchno prakticheskoy konferencii. - Saratov, 2013. - S. 15-18.
2. Butuzov, A. S. Vozdelyvanie ozimoy pshenicy s primeneniem regulyatorov rosta rastenij [Tekst] / A. S. Butuzov, T. N. Tertychnaya, V. I. Manzhosov // Zemledelie. - 2010. - № 5. - S. 37-38.
3. Vakulenko, V. V. Primenenie regulyatorov rosta na zernovykh kul'turakh [Tekst] / V. V. Vakulenko // Zernovoe hozyajstvo Rossii. - 2013. - № 3. - S. 36-38.
4. Isajchev, V. A. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v zavisimosti ot predposevnoj obrabotki semyan regulyatorami rosta [Tekst] / V. A. Isajchev, N. N. Andreev, A. V. Kaspirovskij // Vestnik Ul'yanovskoj GSXA. -- 2013. - №3(23). - S. 14-19.

5. Metodicheskie rekomendacii po sovershenstvovaniyu integrirovannoj zaschity zernovykh kul'tur ot vrednykh organizmov [Tekst]. - Sankt-Peterburg, 2000. - 56 s.
6. Pruckov, F. M. Ozimaya pshenica [Tekst] / F. M. Pruckov. - M.: Izdatel'stvo "KOLOS", 1970.
7. Razina, A. A. Udobreniya, sredstva zaschity rastenij i kachestvo zerna yarovoj pshenicy [Tekst] / A. A. Razina, O. G. Dyatlova, M. L. Poluckij. // Zashchita i karantin rastenij. - 2015. - №11. - S. 29.
8. Rekomendacii po metodike provedeniya nablyudenij i issledovanij v polevom opyte [Tekst]. - Saratov: NII Yugo-Vostoka, 1973. - S. 209.
9. Sirotkin, E. K. Novye perspektivnye fungitsidy i induktory bolezneustojchivosti dlya zaschity klevera lugovogo ot kornevykh gnilej [Tekst] / E. K. Sirotkin, S. A. Tyuterev // Vestnik zaschity rastenij. - 2008. - №4. - S. 33.
10. }ffektivnost' biopreparatov v posevah yarovoj pshenicy [Tekst] / V. I. Kargin, S. N. Nemcev, R. A. Zaharkina, Yu. I. Kargin // Doklady RASXN. - 2011. - №1. - S. 35-38.

E-mail: nwniish@mail.ru

УДК 633.18: 631.674

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ РИСА И УДЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЗЕРНА ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПОЛИВА

WATER CONSUMPTION OF RICE AND UNIT COSTS FOR THE FORMATION OF GRAIN YIELD UNDER DIFFERENT IRRIGATION METHODS

И.П. Кружилин^{1,2}, академик РАН, профессор

М.А. Ганиев¹, кандидат технических наук

Н.В. Кузнецова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

К.А. Родин¹, кандидат сельскохозяйственных наук

I.P. Kruzhilin^{1,2}, M.A. Ganiyev¹, N. V. Kuznetsova², K.A. Rodin¹

¹Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, г. Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹All-Russian research Institute irrigated agriculture, Volgograd

²Volgograd State Agricultural University

Анализ материалов многолетних исследований Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (2001-2015 гг.), полученных в условиях Волгоградской области, позволил обогатить изучаемую проблему новыми знаниями, подтверждающими возможность возделывания риса по инновационной водосберегающей технологии орошения на оросительных системах общего назначения с включением в полевые и другие севообороты различных набор сельскохозяйственных культур. Инновационная технология возделывания риса основана на принципиально новом типе водного режима почвы, создаваемого периодическими поливами на оросительных системах общего назначения при разных способах орошения: дождевание, поверхностное и капельное. Кроме того, для данной ресурсосберегающей технологии орошения периодическими поливами создан новый маловодотребовательный высокопродуктивный сорт риса Волгоградский, разработаны оптимальные сочетания водного и питательного режимов почвы для получения от 4 до 7 тонн риса-сырца с 1 гектара, направленные на охрану окружающей среды и минимизацию использования водных, энергетических и материальных ресурсов. Решение проблемы удовлетворения населения этим ценным злаком благодаря освоению предлагаемой инновационной технологии орошения риса будет сопровождаться снижением расхода оросительной воды в 2,3-4,2 раз, повышением рентабельности его производства от отрицательной -4,1 % при постоянном затоплении до 116 % дождевании и сроком окупаемости 4-5 лет – капельном орошении, снижением себестоимости одной тонны риса-сырца в 2,0 - 2,5 раза при периодических поливах.

The analysis of materials of long-term researches of the all-Russian research Institute of irrigated agriculture (2001-2015) received in the conditions of the Volgograd region allowed to enrich the studied problem with the new knowledge confirming possibility of cultivation of rice on innovative water-saving technology of an irrigation on irrigation systems of General purpose with inclusion in

field and other crop rotations of different set of crops. The innovative technology of rice cultivation is based on a fundamentally new type of soil water regime created by periodic watering on irrigation systems for General purposes with different irrigation methods: sprinkling, surface and drip. In addition, for this resource-saving irrigation technology, periodic irrigation created a new low-water high-productive rice variety Volgograd, developed the optimal combination of water and nutrient regimes of the soil to produce from 4 to 7 tons of raw rice per hectare, aimed at protecting the environment and minimizing the use of water, energy and material resources. The solution to the problem of managing the population of this valuable grain through the development of the proposed innovative technology of irrigation of rice will be accompanied by a decrease in the consumption of irrigation water 2.3 and 4.2 times, improving the profitability of its production from the negative -4.1 % at constant flooding of up to 116% sprinkler irrigation and a payback period of 4-5 years is drip irrigation, reduction in cost of one ton of raw rice in 2.0 – 2.5 times by periodic watering.

Ключевые слова: рис, способы орошения, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления, затраты оросительной воды.

Key words: rice, irrigation methods, total water consumption, water consumption coefficient, irrigation water costs.

Введение. Обострение дефицита водных ресурсов объясняется всевозрастающей потребностью и конкуренцией на воду между различными водопользователями и ухудшением качества воды в связи с её антропогенным загрязнением [12].

Производство риса в субтропических районах, таких как северная и центральная части Китая, Пакистан и северо-западная Индия, в основном зависит от распределения осадков в сезоне дождей (лето) и, по мере необходимости, дополнительной ирригацией. В сухой зоне посевы затопляемого риса сосредоточены в южном Китае, на юге и востоке Индии и всех странах Юго-Востока. В ближайшей перспективе, в связи с глобальным изменением климата и увлечением его аридизации, продолжающимся приростом населения, нарушением экологических ограничений природопользования, проблема дефицита пресной воды и продовольствия может обостриться до критических значений [14]. В связи с этим, к 2025 году около 35-40 млн га при традиционной технологии орошения риса будет страдать от нехватки воды [11, 13].

Снижение только на 10 % оросительной нормы затопляемого риса эквивалентно примерно 25 % общего объема пресной воды, используемой во всем мире для несельскохозяйственных целей [12]. Поэтому уменьшение затрат оросительной воды на затопление рисовых полей как самой водозатратной культуры имеет большое экономическое, социальное и экологическое значение [12, 2, 5, 6]. Стремление снизить затраты воды на орошение риса и определило направление наших исследований, связанных с поиском новых водосберегающих технологий орошения этой самой водозатратной культуры. Одним из путей решения проблемы водосбережения является разработка и освоение технологии орошения риса, как и других культур семейства мятликовых, не затоплением чеков, а проведением периодических поливов.

Материалы и методы. Исследовательские площадки располагались на разном размещённых территориях на полигоне технических средств управления факторами жизни растений ВНИИОЗ, г. Волгоград (1999-2001), на землях Светлоярского филиала ФГУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз», Светлоярский район Волгоградской области (2003-2005), Волго-Донском стационаре ФГБНУ ВНИИОЗ в пределах землепользования ФГУП «Орошаемое», г. Волгоград (2013-2015, 2014-2016).

Исследования проводились на посевах риса сорта Волгоградский. Возделывание риса проводилось на фоне 4 способов орошения: поддержание слоя воды на поверхности чека, полив по полосам, дождевание и орошение капельной системой. При дождевании использовались установка ДДА-100МА, стационарные аппараты Роса-1 и дождевальная машина ДШ-110 «Агрос». Водный режим почвы поддерживался по дифференцированной

схеме с нижними допустимыми порогами иссушения до 70-80-70 % НВ в слое почвы 0,6 м. Нормы посева составляла 5 млн всхожих зёрен/га. Доза удобрений на всех способах орошения рассчитывалась на планируемую урожайность 5 т/га зерна по методике В.И. Филина (1994) с учётом содержания подвижных форм элементов питания в почве [10].

Полевые опыты сопровождались наблюдениями, учётами и измерениями, выполненными при соблюдении требований методик полевого опыта [1, 4, 7, 8], суммарное водопотребление – А.Н. Костякову, поливные нормы – А.Н. Костякову, при капельном орошении в модификации И.П. Кружилина и др. [3, 9].

Результаты и обсуждение. Наибольшее суммарное водопотребление за 2001-2004 года, в зависимости от способа орошения, было отмечено при поливе по полосам, в среднем за годы исследований оно составило 6978 м³/га (100 %). В варианте при поливе дождевальным агрегатом типа ДДА-100 МА расход воды растениями риса снизился до среднего за годы исследований значения 5926 м³/га (100 %) (таблица 1).

Максимальное количество воды растения расходовали в варианте полива по полосам. Доля оросительной воды в структуре суммарного водопотребления в среднем за годы исследований составила 83,0 % (рисунок 1). Минимальное значение, в среднем за четыре года 78,0 % оросительной воды получено в варианте при дождевании.

Таблица 1 – Динамика суммарного водопотребления риса при различных способах орошения (предполивной порог 70-80-70 % НВ, сорт Волгоградский), среднее за 2001-2004 гг.

Способ орошения	Оросительная норма, м ³ /га	Приход влаги от осадков, м ³ /га	Использование почвенной влаги, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
Полив по полосам	5800	1023	155	6978
Дождевание ДДА-100 МА	4700	1014	212	5926

Использование влаги атмосферных осадков по годам исследований при поливе по полосам в среднем составило 14,7 % (рисунок 1). При дождевании доля участия осадков в структуре суммарного водопотребления риса увеличилась до 17,6 %.

Наибольшее значение используемой почвенной влаги, 3,5 %, суммарного водопотребления было отмечено в посевах риса, поливаемого дождеванием. Наименьшее, 2,2 % в среднем за четыре года, при поливе по полосам.

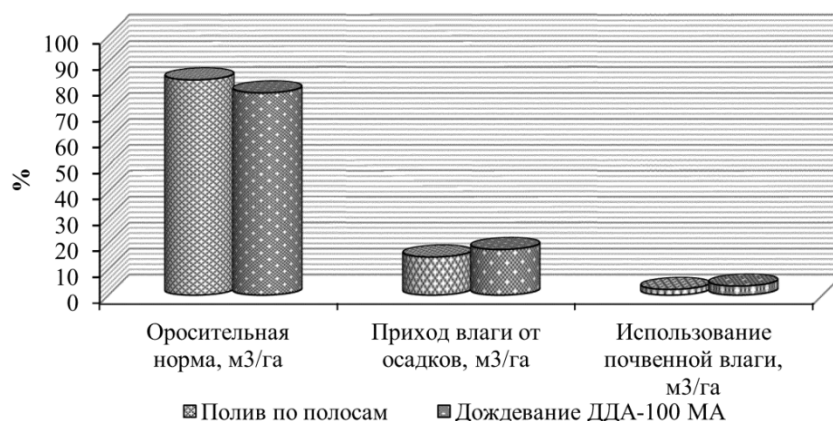


Рисунок 1 – Структура суммарного водопотребления риса при различных способах орошения (предполивной порог 70-80-70 % НВ, сорт Волгоградский) среднее за 2001-2004 гг.

Из полученных в результате исследований данных видно (таблица 2), что водопотребление риса при разных водных режима почвы возрастало с улучшением влагообеспеченности и изменялось в интервалах 5131-6175 м³/га.

Таблица 2 - Динамика суммарного водопотребления риса при различных водных режимах почвы при дождевании машиной типа ДДА-100 МА (сорт Волгоградский), среднее за 2001-2004 гг.

Водный режим почвы, % НВ	Оросительная норма, м ³ /га	Приход влаги от осадков, м ³ /га	Использование почвенной влаги, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
70	3938	941	260	5138
70-80-70	4700	1014	212	5926
80	5125	1023	27	6175

Наибольшее количество воды, 6175 м³/га, растения потребляли в варианте с поддержанием предполивного порога влажности почвы 80 % НВ. В варианте с дифференцированным режимом орошения расход воды растениями уменьшался и в среднем за 4 года составил 5926 м³/га. Снижение предполивной влажности почвы до 70 % НВ сопровождалось дальнейшим уменьшением суммарного водопотребления до 5138 м³/га.

Максимальное количество подаваемой на поле воды (рисунок 2), 82,9 % в среднем за годы исследований, растения расходовали в варианте с предполивной влажностью почвы 80 % НВ. Минимальное значение оросительной воды, 76,9 %, получено в варианте с назначением поливов при влажности почвы 70 % НВ.

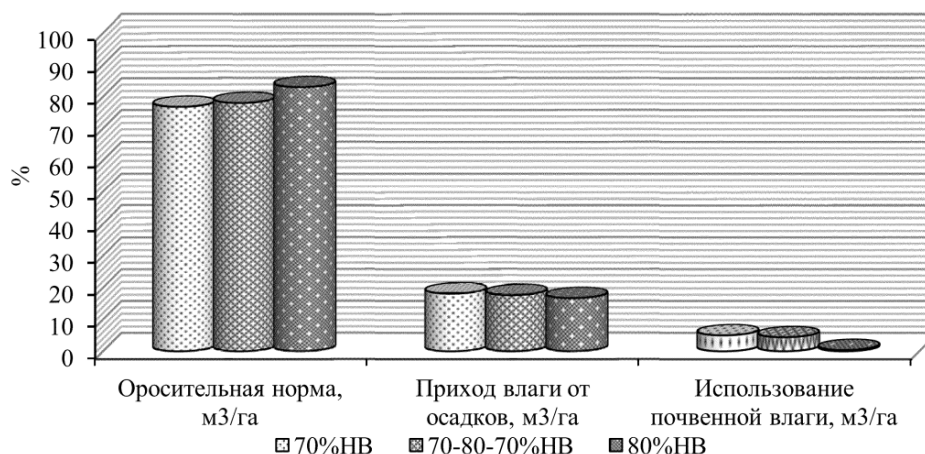


Рисунок 2 - Структура суммарного водопотребления риса при различных водных режимах почвы при дождевании машиной типа ДДА-100 МА (сорт Волгоградский), среднее за 2001-2004 гг.

Величина использования запасов почвенной влаги в структуре суммарного водопотребления риса зависит в основном от принятого режима орошения и имеет обратные показатели изменения численных значений, по сравнению с оросительной нормой (рисунок 2). В варианте с предполивным порогом влажности почвы 70 % НВ сложился самый высокий коэффициент участия естественных запасов почвенной влаги, который в среднем за четыре года исследований составил 18,1 %. С увеличением нижнего порога влажности почвы до 80 % НВ коэффициент использования почвенной влаги снижался в среднем до 16,6 % суммарного водопотребления.

Из данных полученных в 2006-2010 годах видно (таблица 3), что водопотребление риса в зависимости от способа полива изменялось в интервалах 5971 - 18309 м³/га. Наибольшее количество воды, 18309 м³/га в среднем за годы исследований, растения потребляли в варианте полива постоянного затопления чека. В варианте полива по полосам расход воды растениями снизился и составил в среднем за три года 6867 м³/га. Наименьшее его значение, в среднем за годы исследований составило 5971 м³/га, отмечалось в варианте полива дождеванием стационарными аппаратами Роса-1.

Таблица 3 – Динамика суммарного водопотребления риса при различных способах орошения (сорт Волгоградский, доза удобрений, рассчитанная на получение 5 т/га)

Годы исследований	Способ орошения	Оросительная норма, м ³ /га	Приход влаги от осадков, м ³ /га	Использование почвенной влаги, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
2006-2008	Постоянное затопление чека	17465	844	-	18309
	Полив по полосам	6167	787	77	6867
2006-2007	Дождевание аппаратами «Роса-1»	5225	472	273	5971
2009-2010	Дождевание машиной ДШ «Агрос»	4500	1407	255	6163

Максимальное количество поливной воды растения расходовали в варианте постоянного затопления чека. Доля оросительной воды в структуре суммарного водопотребления в среднем за годы исследований составила 95,7 % (рисунок 3). Минимальное значение, по годам исследований 87,4 %, оросительной воды получено в варианте дождевания аппаратами «Роса-1».

Во всех вариантах периодического полива на долю осадков приходилось в среднем за период исследований от 7,8 до 22,8 % (рисунок 3). В варианте постоянного затопления посевов слоем воды осадки играют незначительную роль. Так, здесь количество влаги, пришедшей от осадков в среднем за годы исследований, составило 4,3 %.

Участие почвенной влаги в удовлетворении потребности периодически поливаемого риса в воде в среднем за период исследований изменялось в пределах 1,1–4,6 % (рисунок 3).

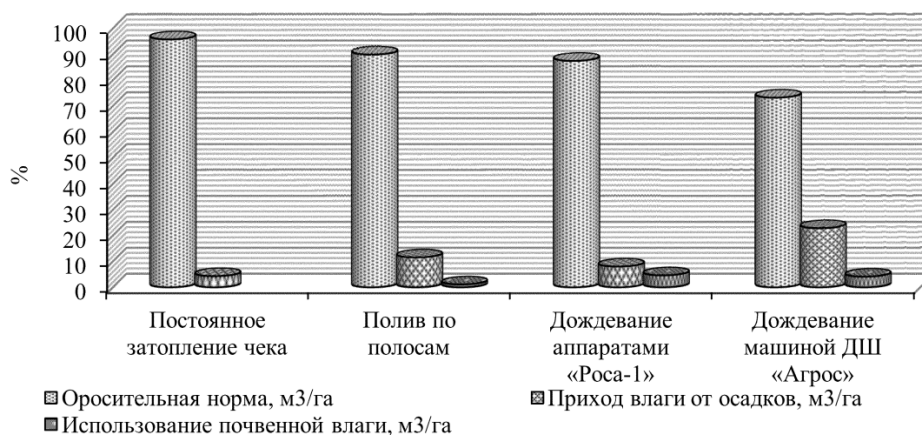


Рисунок 3 – Структура суммарного водопотребления риса при различных способах орошения (сорт Волгоградский, доза удобрений, рассчитанная на получение 5 т/га)

Наибольшее значение используемой почвенной влаги, 4,6 %, суммарного водопотребления было отмечено в посевах риса, поливаемого дождеванием стационарными аппаратами «Роса-1». Наименьшее, 1,1 %, при поверхностном поливе по полосам. Что же касается постоянного затопления посевов риса слоем воды, то здесь участие почвенной влаги не происходит.

В 2013-2015 годах наибольшее суммарное водопотребление риса сложилось во втором варианте поддержания почвенной влажности, объем которой в среднем за трёхлетний период составил 6672 м³/га. В третьем варианте оно, по сравнению со вторым, снизилось и составило 6529 м³/га. Наименьшая суммарного водопотребления получена в первом варианте, которая в среднем за трёхлетний период составила 6184 м³/га (таблица 4).

Долевое участие оросительной воды на посевах риса по вариантам водного режима находилось в рамках от 69,8 до 91,8 % суммарного водопотребления (рисунок 4).

Таблица 4 – Динамика суммарного водопотребления риса по вариантам водного режима почвы при капельном орошении, м³/га (доза макроудобрений на планируемую урожайность 6 т/га), среднее за 2013-2015 гг.

Водный режим почвы, % НВ	Оросительная норма, м ³ /га	Приход влаги от осадков, м ³ /га	Использование почвенной влаги, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
80, h = 0,6 м	4933	1224	27	6184
80, h = 0,4 и 0,6 м	5357	1227	88	6672
80 и 70, h = 0,4 и 0,6 м	4920	1224	385	6529

Максимальное долевое участие оросительной воды сложилось в варианте водного режима 80, h = 0,4 и 0,6 м и за трёхлетний период в среднем составило 80,3 %. В варианте с назначением поливов при почвенной влажности 80 % НВ в слое 0,6 м долевая составляющая воды, использованной для полива, в структуре суммарного водопотребления снизилась и за трёхлетний период составила в среднем 79,8 %. Минимальные затраты воды на орошение, 75,4 % в среднем за период опытов, были получены в варианте поддержания дифференцированного водного режима и слоя увлажнения почвы (80 и 70 % НВ, h = 0,4 и 0,6 м).

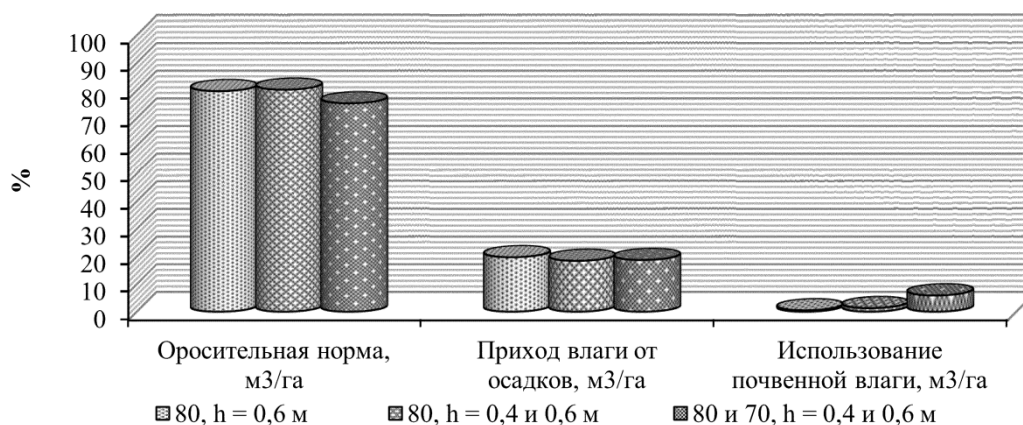


Рисунок 4 – Структура суммарного водопотребления риса по вариантам водного режима почвы при капельном орошении, среднее с 2013 по 2015 гг.

Долевое участие в суммарном водопотреблении риса атмосферных осадков составило 18,4 – 19,7, а запасов почвенной влаги 0,5 – 5,9 % общего расхода воды растениями.

Так, в наших исследованиях наибольшие значения коэффициента водопотребления приходились на постоянное затопление чека и в среднем за годы исследований составило 4041,7 м³/т (таблица 5). При поливе дождеванием агрегатом ДДА-100 МА значение коэффициента водопотребления снизилось и среднее значение составило 1278,8 м³/т. В варианте, где поливы проводили дождевальной машиной ДШ 110 «Агрос», отмечался наименьший показатель общего расхода воды растениями, который составил 949,2 м³/т.

Таблица 5 – Коэффициент водопотребления и затраты оросительной воды при различных способах орошения (сорт Волгоградский, доза удобрений, рассчитанная на получение 5 т/га)

Годы исследований	Способ орошения	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Оросительная норма, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Затраты оросительной воды на 1 т риса, м ³ /т
2006-2008	Постоянное затопление чека	18309	4,53	17465	4041,7	3855,4
	Полив по полосам	6867	4,42	6167	1553,6	1395,2
2006-2007	Дождевание аппаратами Роса-1	5971	4,74	5225	1259,7	1102,3
2009-2010	Дождевание машиной ДШ-110 «Агрос»	6163	4,74	4500	1300,8	949,2

Исследованиями при поливе капельной системой установлено (таблица 6), что на посевах риса в варианте внесения удобрений, которые рассчитаны на 6 т/га, при поддержании дифференцированного водного режима 80 и 70 % НВ и глубины увлажнения почвы 0,4 и 0,6 м, отмечался самый низкий коэффициент водопотребления, который за период опытов составил 1067,5 м³/т. В варианте водного режима не ниже 80 % НВ до конца фазы кущения в слое 0,4 м с дальнейшим его увеличением до 0,6 м коэффициент водопотребления возрос и составил в среднем 1071,0 м³/т. В варианте водного режима почвы 80 % НВ с постоянной глубиной увлажнения на 0,6 м отмечался самый высокий удельный расход воды, который составил за трёхлетние опыты 1085,6 м³/т.

Опыты свидетельствуют (таблица 6), что максимальные затраты поливной воды на одну тонну полученной продукции отмечались в варианте водного режима не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м и составляли в среднем 865,7 м³/т. В варианте поддержания почвенной влажности не ниже 80% НВ при глубине промачивания до конца фазы кущения 0,4 с последующим увеличением до 0,6 м прослеживалось уменьшение затрат поливной воды на тонну зерна и за трёхлетний период опытов составило 861,4 м³/т.

В варианте с дифференцированным предполивным порогом почвенной влажности 80 и 70 % НВ и глубиной увлажнения $h = 0,4$ и $0,6$ м на получение 1 тонны зерна риса использовано минимальное количество поливной воды, которое в среднем составило 805,1 м³. Расчёты экономической эффективности показали, что себестоимость 1 тонны риса-сырца, полученной при поливах по полосам и дождевании, находится в пределах 6254,8 – 7984,4 руб., а при постоянном затоплении - 12512,7 руб., уровень рентабельности при этом составил 56,6 - 99,8 % (полив по полосам и дождевание) против отрицательного -4,1 % (постоянное затопление чека).

Таблица 6 – Коэффициент водопотребления и затраты поливной воды по вариантам водного режима почвы (доза макроудобрений на получение урожайности 6 т/га), среднее за 2013-2015 гг.

Водный режим почвы, % НВ	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Оросительная норма, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Затраты оросительной воды, м ³ /т
80, h = 0,6 м	6184	5,70	4933	1085,6	865,7
80, h = 0,4 и 0,6 м	6672	6,23	5357	1071,0	861,4
80 и 70, h = 0,4 и 0,6 м	6529	6,11	4920	1067,5	805,1

Установлено, что максимальный чистый дисконтированный доход при капельном орошении риса в варианте 80-70 % НВ h = 0,4 и 0,6 м составил 205 150 рублей. В вариантах 80 % НВ h = 0,4 и 0,6 м и 80 % НВ h = 0,6 и этот показатель был ниже и составил соответственно 173 990 и 146 770 рублей. Срок окупаемости в этих вариантах изменялся от 4 до 5 лет.

Заключение. Анализ материалов многолетних исследований Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (2001-2015 гг.), полученных в условиях Волгоградской области, позволил обогатить изучаемую проблему новыми знаниями, подтверждающими возможность возделывания риса по инновационной водосберегающей технологии орошения на оросительных системах общего назначения с включением в полевые и другие севообороты различных набор сельскохозяйственных культур.

Инновационная технология возделывания риса основана на принципиально новом типе водного режима почвы, создаваемого периодическими поливами на оросительных системах общего назначения при разных способах орошения: дождевание, поверхностное и капельное. Решение проблемы удовлетворения населения этим ценным злаком благодаря освоению предлагаемой инновационной технологии орошения риса будет сопровождаться снижением расхода оросительной воды в 2,3-4,2 раз, повышением рентабельности его производства от отрицательной -4,1 % при постоянном затоплении до 116 % дождевании и сроком окупаемости 4-5 лет – капельном орошении, снижением себестоимости одной тонны риса-сырца в 2,0 - 2,5 раза при периодических поливах.

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. Водный режим почвы и дозы макроудобрений при возделывании риса на системах капельного орошения [Текст] / И.П. Кружилин, В.В. Мелихов, М.А. Ганиев, К.А. Родин, Н.Н. Дубенок, Н.М. Абду // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – №2. – С. 12-15.
3. Костяков, А.Н. Основы мелиорации [Текст] / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
4. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве [Текст] / Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
5. Оценка адаптивности сортов риса для возделывания в условиях Сарпинской низменности при дождевании [Текст] / И.П. Кружилин, М.А. Ганиев, Н.В. Кузнецова, К.А. Родин // Журнал фундаментальных и прикладных исследований: Естественные науки. – 2016. – № 3 (56). – С. 21-28.

6. 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.
7. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения [Текст] : рекомендации /В.Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 149 с.
8. Роде, А.А. Методы изучения водного режима почв [Текст]/ А.А. Роде. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 244 с.
9. Способ определения поливных норм при капельном орошении томатов [Текст] : патент № 2204241 / И.П. Кружилин, Е.А. Ходяков, Ю.И. Кружилин, А.М. Салдаев, А.В. Галда. – 20.05.2003.
10. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая [Текст] / В.И. Филин /ВГСХА. – Волгоград, 1994. – 274 с.
11. Bouman, B.A. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity/ B.A. Bouman, R.M. Lampayan, T.P. Tuong// Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. - 2007. - 54 p.
12. Klemm, W. Water saving in rice cultivation/ W. Klemm// In: Assessment and orientation towards the 21st Century Proceedings of 19th Session of the International Rice Commission. Cairo, Egypt, 7–9September 1998. FAO, Rome.-1999.-P. 110-117.
13. Tuong, T.P. Rice production in water scarce environment/ T.P. Tuong, B.A. Bouman// In: J.W. Kijne, R. Barker, D. Molden, editors. Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. Wallingford (UK): CABI Publishing.-2003. - P. 53-67.
14. Wassmann, R. Climate change affecting rice production: the physiological and agro-economic basis for possible adaptation strategies/ R. Wassmann, S.V. Jagadish, S. Heuer, A. Ismail, E. Redona, R. Serraj, R.K. Singh, G. Howell, H. Pathak, and K. Sumfleth//. Adv. Agron.-2009.-Vol.101.- P. 59 – 122.

Reference

1. Dospehov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy ob-rabotki rezul'tatov issledovaniy) [Tekst] / B. A. Dospehov. - 5-e izd., dop. i pererab. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s.
2. Vodnyj rezhim pochvy i dozy makroudobrenij pri vozdelevanii risa na siste-mah kapel'nogo orosheniya [Tekst]/ I. P. Kruzhilin, V. V. Melihov, M. A. Ganiev, K. A. Rodin, N. N. Dubenok, N. M. Abdu // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2017. - №2. - S. 12-15.
3. Kostyakov, A. N. Osnovy melioracii [Tekst] / A. N. Kostyakov. - M.: Sel'hozgiz, 1960. - 621 s.
4. Nikitenko, G. F. Opytnoe delo v polevodstve [Tekst]/ G. F. Nikitenko. -- M.: Ros-sel'hozizdat, 1982. - 190 s.
5. Ocenka adaptivnosti sortov risa dlya vozdelevaniya v usloviyah Sarpinskoj nizmennosti pri dozhdevanii [Tekst] / I. P. Kruzhilin, M. A. Ganiev, N. V. Kuznecova, K. A. Rodin // Zhurnal fundamental'nyh i prikladnyh issledovaniy: Estestvennye nauki. - 2016. - № 3 (56). - S. 21-28.
6. Ocenka sposobov orosheniya risa na orositel'nyh sistemah obschego 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). -S. 6-11.
7. Pleshakov, V. N. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya [Tekst] : rekomendacii /V. N. Pleshakov. - Volgograd: VNIIOZ, 1983. - 149 s.
8. Rode, A. A. Metody izucheniya vodnogo rezhima pochv [Tekst]/ A. A. Rode. - M.: Izd-vo AN SSSR, 1960. - 244 s.
9. Sposob opredeleniya polivnyh norm pri kapel'nom oroshenii tomatov [Tekst] : patent № 2204241 / I. P. Kruzhilin, E. A. Hodyakov, Yu. I. Kruzhilin, A. M. Saldaev, A. V. Galda. - 20.05.2003.
10. Filin, V. I. Spravochnaya kniga po rastenievodstvu s osnovami programmi-rovaniya urozhaya [Tekst] / V. I. Filin /VGSXA. - Volgograd, 1994. - 274 s.

11. Bouman, B.A. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity/ B.A. Bouman, R.M. Lampayan, T.P. Tuong// Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. - 2007. - 54 p.

12. Klemm, W. Water saving in rice cultivation/ W. Klemm// In: Assessment and orientation towards the 21st Century Proceedings of 19th Session of the International Rice Commission. Cairo, Egypt, 7-9 September 1998. FAO, Rome. -- 1999. -- P. 110-117.

13. Tuong, T.P. Rice production in water scarce environment/ T.P. Tuong, B.A. Bouman// In: J.W. Kijne, R. Barker, D. Molden, editors. Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. Wallingford (UK): CABI Publishing. -- 2003. - P. 53-67.

14. Wassmann, R. Climate change affecting rice production: the physiological and agronomic basis for possible adaptation strategies/ R. Wassmann, S.V. Jagadish, S. Heuer, A. Ismail, E. Redona, R. Seraj, R.K. Singh, G. Howell, H. Pathak, and K. Sumfleth// Adv. Agron. -- 2009. -- Vol.101. -- P. 59 - 122.

E-mail: vniiioz@yandex.ru.

УДК 630.52

РОСТ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЕ Г. АСТАНЫ GROWTH OF INTRODUCENTS IN THE GREEN ZONE OF THE CITY OF ASTANA

С.А. Кабанова¹, кандидат биологических наук
К.Н. Кулик², академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
М.А. Данченко³, кандидат географических наук
S.A. Kabanova¹, **K.N. Kulik**², **M.A. Danchenko**³

¹ *Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, г. Щучинск, Казахстан*

² *Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград, Россия*

³ *Биологический институт Томского государственного университета, г. Томск, Россия*

¹ *Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Shchuchinsk, Kazakhstan*

² *Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of RAS, Volgograd, Russia*

³ *Biological Institute, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Объектами исследований являлись лесные культуры, созданные интродуцентами с закрытой (ЗКС) и открытой (ОКС) корневой системой в зеленой зоне г. Астаны. Сохранность интродуцированных растений значительно различалась по годам и стабилизировалась на 6-й год после посадки. Растения, высаженные с ОКС, имели среднюю сохранность 46,3 %, растения с ЗКС – 39,2 %. Наибольшая сохранность саженцев ЗКС наблюдалась у ели сибирской (67,3 %), у других видов ели она колебалась в пределах 35,9-40,4 %. У саженцев ОКС наибольшая сохранность была у дуба черешчатого (87,1 %) и ели сибирской (72,2 %). Сосна обыкновенная (аборигенная порода) имела достаточно низкую сохранность, по сравнению с интродуцентами, – 21,7 %. Из видов ели более быстрым ростом в высоту отличалась ель черная (ЗКС), достигшая в 2017 году в среднем 105,2 см. Ели колючая и Энгельмана имели примерно одинаковый рост – соответственно 69,4 и 65,6 см. Выявлено, что величина прироста во многом зависит от погодных условий, причем на древесные породы они влияют в разной степени. Наиболее перспективными интродуцентами для условий зеленой зоны г. Астаны являются ель сибирская, ель черная и дуб черешчатый. Следует отметить, что дуб очень подвержен поздне-весенним заморозкам и сильно повреждается грызунами, но при этом поврежденные деревья продолжают расти и имеют большой ежегодный прирост. Два вида пихты – бальзамическая и сибирская – значительно угнетены и показали наименьшую сохранность и рост из всей изучаемых интродуцентов.

The objects of this study are forest cultures created by introducents with ball-root and bare-root systems in the green zone of the city of Astana. The survival of the introduct plants varied greatly during the years and became stable on the 6th year after planting. The plants planted bare-rooted survived more by

7,1% than those planted ball-rooted. The best survival rate was gained by ball-rooted Siberian spruce (*Picea obovata*) - 67,3%, as for the other species of spruce, this rate varied 35,9-40,4%. The highest rate of survival belonged to bare-rooted seedlings of English oak (87,1%) and Siberian spruce (72,2%). Scotch pine (the aborigine species) had a rather low rate of survival in comparison with the introducents - 21,7%. As for different species of spruce, Black spruce with ball-root system had the best growth in height; in 2017 the height reached on average 105,2 cm. Spruce barbed (*Picea pungens*) and Engelmann Spruce had approximately the same height – respectively 69,4 и 65,6 cm. It is revealed that the amount of the increase depends largely on the weather conditions, and they affect the wood species to varying degrees. The most promising introduct species for the conditions of the green zone of the city of Astana are the Siberian spruce, Black spruce and English oak. It should be noted that the oak is very prone to late spring frosts and can be severely damaged by rodents, but at the same time damaged trees continue to grow and have a large annual increase. Two species of fir - Balsam fir (*Abies balsamea*) and Fir Siberian - are significantly depressed and has the lowest survival rate and growth of all the studied introduct species.

Ключевые слова: *пригородные леса, зеленая зона, интродуценты, сохранность, высота, закрытая корневая система, открытая корневая система*

Key words: *suburban forests, green zone, introducents, survival, height, closed root system*

Введение. Созданию пригородных лесов вокруг столицы Казахстана уделяется большое внимание. Общеизвестно, что зеленые зоны городов играют большую роль в оздоровлении микроклимата, повышают эстетическое восприятие, несут рекреационную нагрузку [4, 1, 9, 5, 2, 10, 11]. В условиях сухой степи, где располагается столица, очень сложно вырастить устойчивые насаждения, так как на приживаемость и сохранность лесов влияет множество негативных факторов, наиболее значимые из которых: низкая лесопригодность почв и резко-континентальный климат. По этим причинам искусственные насаждения создаются по аналогу защитных насаждений кулисами из 4-6 рядов, межкулисное пространство составляет от 12 до 24 м. Для получения лесных массивов в настоящее время происходит заполнение межкулисных пространств лесными культурами второй очереди [8, 3]. Одним из научных опытов, проводимым совместно Казахским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства и агролесомелиорации и ТОО «Астана орманы», была посадка интродуцированных растений с закрытой (ЗКС) и открытой корневой системой (ОКС). Данный опыт интересен не только апробацией методов посадки растений с ЗКС, но и проверкой акклиматизации интродуцентов в условиях зеленой зоны г. Астаны.

Материалы и методы. Объектом исследований являлись лесные культуры хвойных и лиственных интродуцентов, высаженных в 2010 году с открытой и закрытой корневой системой (ОКС и ЗКС) в зеленой зоне г. Астаны. Интродуценты были высажены в межкулисное пространство взрослых кулисных культур. Биологический возраст саженцев различался: растения, высаженные с ЗКС, были однолетними, растения, высаженные с ОКС – 2-летними, возраст ели сибирской (ОКС) составил 3-4 года. Ежегодно на всем опытном участке подсчитывалось число живых и сомнительных деревьев для определения сохранности. Высота и прирост деревьев замерялись рейкой с точностью до 1 см у 200 деревьев на пробной площади. Все наблюдения проводились по соответствующим методикам [7, 6].

Результаты и обсуждение. В 2017 году наибольшая сохранность саженцев (ЗКС) наблюдалась у ели сибирской (67,3 %), причем у данной породы было более 50 % сомнительных растений, что говорит о нестабильности состояния растений (таблица 1). У других видов ели сохранность колебалась в пределах 35,9-40,4 %. Наименьшей сохранностью отличалась пихта бальзамическая (14,1 %), у которой на второй год после посадки приживаемость резко снизилась до 17,8 %.

Таблица 1 – Сохранность интродуцированных растений в 2017 году

Древесная порода	Возраст, лет*	Число растений, шт				Сохран-ность,%
		посажен-ные	живые	погиб-шие	сомни-тельные	
Растения, высаженные с ЗКС						
Пихта бальзам.	8	224	21	203	21	14,1
Ель Энгельмана	8	2126	827	1297	2	38,9
Ель колючая	8	5367	1927	3432	8	35,9
Ель черная	8	1784	721	1063	0	40,4
Ель сибирская	8	989	580	255	154	66,4
среднее						39,2
Растения, высаженные с ОКС						
Ель сибирская	10-11	8713	6277	2406	30	72,2
Сосна обыкн.	9	5657	1227	4430	0	21,7
Дуб черешчатый	9	2844	2475	369	5	87,1
Пихта сибирская	9	2195	294	1901	0	13,4
Лиственница сиб.	9	2741	1022	1719	0	37,3
среднее						46,3

Примечание: возраст растений биологический, с момента посева семян.

У саженцев ОКС наибольшая сохранность была у дуба черешчатого – 87,1 %. Следует отметить, что дуб очень подвержен поздне-весенним заморозкам и сильно повреждается грызунами, но при этом поврежденные деревья все же продолжают расти. Также высокой сохранностью (72,2 %) характеризовалась ель сибирская (ОКС), которая была высажена в более старшем возрасте, чем ель сибирская ЗКС. Пихта сибирская ОКС имела небольшую сохранность (13,4 %). Интересен тот факт, что аборигенная порода – сосна обыкновенная – имела достаточно низкую сохранность, по сравнению с интродуцентами, – 21,7 %.

Изучение динамики приживаемости и сохранности саженцев ЗКС показало, что основной отпад у всех пород, кроме ели черной, произошел в период с момента посадки до достижения растениями 5-летнего возраста. В дальнейшем данный показатель практически не изменялся (рисунок 1). В настоящее время отпад всех интродуцированных растений происходит незначительно.

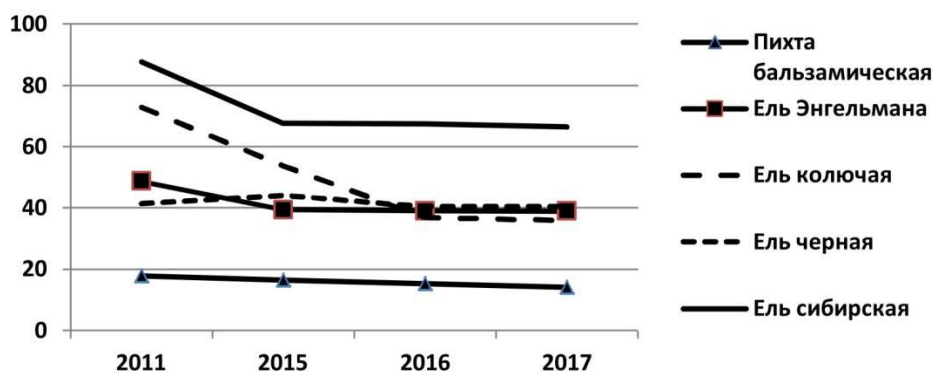


Рисунок 1 – Динамика сохранности растений ЗКС

Изучая сохранность саженцев ОКС (рисунок 2), видно, что наиболее выровненный данный признак был у ели сибирской и дуба черешчатого, т.к. отпад происходил постепенно и незначительно продолжается до сих пор. В 6-летнем воз-

расте снижение сохранности стабилизировалось. Период интенсивного снижения сохранности у сосны обыкновенной продолжался до 2016 года и только в настоящее время почти прекратился.

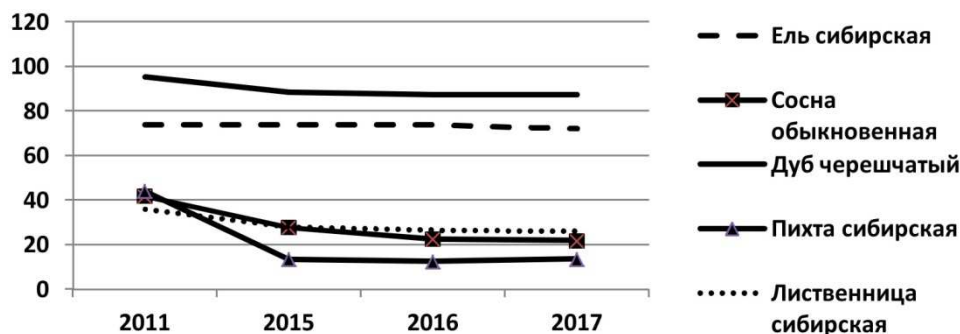


Рисунок 2 – Динамика сохранности растений ОКС

На очень высоком уровне изменялись высота и прирост у пихты сибирской и дуба черешчатого (ОКС) (таблица 2). Изучаемые показатели были разнородными у дуба черешчатого из-за повреждения их грызунами. За время наблюдений установлено, что при откусывании зайцами верхней части ствола дуба в зимний период, весной следующего года у таких деревьев отмечается сильный прирост. Но в настоящее время некоторые деревья дуба достигли достаточно большой высоты и зайцы начали повреждать ствол, что сильно замедляет рост и ухудшает состояние деревьев.

Таблица 2 – Рост 7-летних культур интродуцентов на опытном участке

Порода	Высота, см		Прирост, см	
	X±m	V, %	X±m	V, %
Растения, высаженные с ЗКС				
Ель черная	105,2±7,8	10,4	20,3±1,4	9,7
Ель Энгельмана	65,6±7,4	19,5	17,5±2,1	21,0
Пихта бальзамическая	41,7±9,2	31,0	8,63±0,1	0,3
Ель колючая	69,4±15,6	50,4	21,3±1,2	12,8
Ель сибирская	84,6±3,8	31,7	24,0±0,9	28,1
Растения, высаженные с ОКС				
Сосна обыкновенная	184,3±11,1	15,8	44,9±3,2	19,1
Пихта сибирская	46,1±22,1	67,7	9,8±7,7	72,8
Ель сибирская	102,4±5,9	13,0	23,9±0,5	4,9
Лиственница сибирская	123,9±13,7	15,6	29,0±5,0	24,4
Дуб черешчатый	214,4±12,7	45,8	29,9±1,7	43,1

Из видов ели более быстрым ростом в высоту отличалась ель черная (ЗКС), достигшая в 2017 году в среднем 105,2 см. Ели колючая и Энгельмана имели примерно одинаковый рост – соответственно 69,4 и 65,6 см.

Саженцы ОКС имели высоту, соответствующую лесоводственным и биологическим особенностям породы. Пихты сибирская и бальзамическая, посаженные с закрытой и открытой корневой системой, практически не различались по высоте и одинаково отставали по росту от других пород.

При сравнении ели сибирской, высаженной различными типами посадочного материала, видно, что растения ОКС обгоняют по высоте саженцы ЗКС на 21 %. Это можно объяснить более взрослым биологическим возрастом саженцев ОКС.

Рост растений в высоту очень различался: имеются деревья с минимальной высотой и максимальной, причем число деревьев с данными показателями примерно одинаковы. Разница между крайними показателями составляет до 382 см (дуб черешчатый) и 229 см (сосна обыкновенная). Ель сибирская ЗКС имела несколько экземпляров высотой около 202 см (19 растений), некоторые растения ели черной выросли до 188 см (50 растений). Самые большие деревья пихты бальзамической имели высоту до 47 см, пихты сибирской – 125 см. Как уже отмечалось ранее, дуб черешчатый очень различался по высоте. Так, 71 дерево имело рост около 420 см, примерно такое же количество деревьев – высоту 38 см. Такая же большая разница наблюдается при измерении прироста.

Высота пихты сибирской (ОКС) увеличивалась постепенно и незначительно по годам (таблица 3). Дуб черешчатый показал хороший темп прироста после прохождения фазы приживания, на 3-й год жизни. Высота лиственницы сибирской увеличивалась примерно пропорционально по годам.

Таблица 3 – Динамика роста саженцев, высаженных
с открытой и закрытой корневой системой

Порода	Высота, см						Прирост, см					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Растения, высаженные с ЗКС												
Сосна обыкновенная	20,3	42,9	79,3	118,6	140,8	184,3	11,8	23,0	32,5	40,5	41,4	44,9
Пихта сибирская	20,1	22,0	32,9	39,4	46,1	49,1	7,6	8,6	7,1	9,0	9,1	9,8
Ель сибирская	20,3	43,4	44,8	62,2	80,3	102,4	2,1	16,5	11,5	13,2	19,9	23,9
Лиственница сибирская	21,9	41,8	58,1	102,4	120,2	123,9	9,7	13,0	12,8	45,6	19,6	29,0
Дуб черешчатый	32,8	43,4	67,7	154,2	204,7	214,4	13,0	16,5	22,2	67,4	73,0	29,9
Растения, высаженные с ОКС												
Ель черная	21,2	24,7	39,8	66,4	86,9	105,2	9,7	9,6	8,1	24,0	18,7	20,3
Ель Энгельмана	12,0	19,3	25,2	41,3	48,8	65,6	7,2	5,0	7,1	11,7	11,3	17,5
Пихта бальзамическая	11,5	23,7	нет данных			41,7	44,2	8,5	8,3	нет данных		8,8
Ель колючая	18,1	26,7	43,4	58,8	74,4	69,4	10,2	7,6	10,8	18,8	15,9	21,3
Ель сибирская	18,8	20,1	39,9	59,7	83,4	84,6	10,0	8,8	11,1	21,3	19,6	24,0

Из изученных интродуцентов, высаженных с закрытой корневой системой, ель черная стабильно наращивала высоту по всем годам наблюдений. Замедлился рост у ели сибирской и ели колючей. Пихта бальзамическая очень медленно растет в условиях зеленой зоны.

Интересные результаты получились при изучении динамики приростов растений по годам. Приросты дуба черешчатого были крайне нестабильны, изменялись от очень высоких значений в 2016 году, до низких в 2017 году. Приросты хвойных интродуцентов были более однородными по годам наблюдений. Так, наибольший прирост у всех видов елей, кроме черной, приходился на 2017 год. Также хороший прирост был в 2015 году, в 2016 году изучаемый показатель снизился. Прирост пихты бальзамической по всем годам наблюдений практически не изменялся. Согласно дисперсионному анализу, величина прироста во многом зависит от погодных условий, в основном высокой температурой во время вегетационного периода и большого количества осадков (влияние изучаемых показателей на прирост растений составило соответственно 68 и 69 %).

Заключение. Из полученных данных можно сделать выводы о более рациональной посадке ели сибирской в 3-летнем биологическом возрасте как с открытой, так и закрытой корневой системой. Выявлено, что на сохранность и рост культур ели сибирской в большей мере повлиял не способ посадки, а возраст высаженных растений. Более взрослые по биологическому возрасту растения лучше пережили послепосадочный стресс и прижились на новом для них месте произрастания. Два вида пихты – бальзамическая и сибирская – значительно угнетены и имеют наименьшую сохранность из всей изучаемых интродуцентов. Почвенно-климатические условия зеленой зоны г. Астаны не подходят для их произрастания, так как пихта достаточно теплолюбивая, требовательная к богатству и, особенно, к влажности почв, порода. Сосна обыкновенная имела достаточно низкую сохранность, по сравнению с интродуцентами. На данный признак, вероятно, повлияли почвенные условия. Если ель имеет поверхностную корневую систему, то корни сосны уходят вглубь почвы и могут упираться в карбонатный слой, препятствующий проникновению и свободному росту корней. В целом, наиболее перспективными интродуцентами для условий зеленой зоны г. Астаны являются ель сибирская, ель черная и дуб черешчатый, имеющие достаточно высокую сохранность, хорошее состояние и рост.

Библиографический список

1. Батурина, Р.Р. Фильтрационная способность городских насаждений [Текст]/Р.Р. Батурина // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы VII Междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – С. 21-24.
2. Григорьев, А.И. К стратегии природоохранных мероприятий в пригородной зоне г. Омска [Текст] /А.И. Григорьев //Охраняемые природные территории. Проблемы выявления, исследования, организации систем: тезисы докладов Международной науч.-практич. конференции. – Пермь: Изд-во ПГУ, 1994. – Ч. 1. – С. 167-168.
3. Итоги опытно-производственных работ по пересадке деревьев в межкулисные пространства и введению хвойных интродуцентов в зеленой зоне г. Астаны [Текст]/ С.А. Кабанова, Е.Н. Нысанбаев, М.А. Данченко, А.Н. Кабанов // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 9. – С. 56-61.
4. Лукаревская, Т.В. Растения в условиях города [Текст]/Т.В. Лукаревская. – М.: Лесная новь, 2005. – Т. 1. – 145 с.
5. Нoryшева, Р.А. Биоиндикация техногенного загрязнения экосистем в городских условиях (на примере г. Омска) [Текст]/Р.А. Нoryшева, А.И. Григорьев. – Омск: Изд-во АНО ВПО «Омский экономический институт», 2008. – 100 с.
6. Обследование и исследование лесных культур [Текст]: учебно-методическое пособие. – Томск: ТГУ, 2008. – 20 с.
7. Огиевский, В.В. Обследование и исследование лесных культур [Текст] / В.В. Огиевский, А.А. Хиров. – Л.: Наука, 1967. – 50 с.
8. Создание двухприемных лесных культур в условиях зеленых зон городов (на примере г. Астаны) [Текст]/ А.М. Данченко, С.А. Кабанова, М.А. Данченко, А.Г. Мясников // В мире научных открытий. – 2014. – №8. – С. 54-69.
9. Чернышенко, О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / О.В. Чернышенко. – М.: МГУЛ, 2001. – 200 с.
10. Salvati, L. Toward forest “sprawl”: monitoring and planning a changing landscape for urban sustainability /C. Ferrara, A. Mavrikis // Journal of Forestry Research. 2016, Vol. 27, Iss. 1. – P. 175–184.
11. Pausas, J.G., Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice — a review / C. Bladé, A. Valdecantos // Plant Ecology. 2004, Vol. 171, Iss. 1–2. – P. 209–220.

Reference

1. Baturina, R. R. Fil'tracionnaya sposobnost' gorodskih nasazhdenij [Tekst]/R. R. Baturina // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij: materialy VII Mezhdunar. nauch. konf. - Krasnoyarsk: SibGTU, 2004. - S. 21-24.

2. Grigor'ev, A. I. K strategii prirodoohrannykh meropriyatij v prigorodnoj zone g. Omska [Tekst] /A. I. Grigor'ev //Ohranyaemye prirodnye territorii. Problemy vyyavleniya, issledovaniya, organizacii sistem: tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauch. -- praktich. konferencii. - Perm': Izd-vo PGU, 1994. - Ch. 1. - S. 167-168.

3. Itogi opytно-proizvodstvennykh rabot po peresadke derev'ev v mezhkulisnye prostranstva i vvedeniyu hvoynyh introducentov v zelenoj zone g. Astany [Tekst]/ S. A. Kabanova, E. N. Nysanbaev, M. A. Danchenko, A. N. Kabanov // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. - 2016. - № 9. - S. 56-61.

4. Lukarevskaya, T. V. Rasteniya v usloviyah goroda [Tekst]/T. V. Lukarevskaya. - M.: Le-snaya nov', 2005. - T. 1. - 145 s.

5. Norysheva, R. A. Bioindikaciya tehnogenного zagryazneniya jkosistem v gorodskih usloviyah (na primere g. Omska) [Tekst]/R. A. Norysheva, A. I. Grigor'ev. - Omsk: Izd-vo ANO VPO "Omskij jkonomicheskij institut", 2008. - 100 s.

6. Obsledovanie i issledovanie lesnykh kul'tur [Tekst]: uchebno-metodicheskoe posobie. - Tomsk: TGU, 2008. - 20 s.

7. Ogievskij, V. V. Obsledovanie i issledovanie lesnykh kul'tur [Tekst] / V. V. Ogievskij, A. A. Hirov. - L.: Nauka, 1967. - 50 s.

8. Sozdanie dvuhpriemnykh lesnykh kul'tur v usloviyah zelenykh zon gorodov (na primere g. Astany) [Tekst]/ A. M. Danchenko, S. A. Kabanova, M. A. Danchenko, A. G. Myasnikov // V mire nauchnykh otkrytij. - 2014. - №8. - S. 54-69.

9. Chernyshenko, O. V. Poglotitel'naya sposobnost' i gazoustojchivost' drevesnykh rastenij v usloviyah goroda [Tekst]: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk / O. V. Chernyshenko. - M.: MGUL, 2001. - 200 s.

10. Salvati, L. Toward forest "sprawl": monitoring and planning a changing landscape for urban sustainability /S. Ferrara, A. Mavrakis // Journal of Forestry Research. 2016, Vol. 27, Iss. 1. - R. 175-184.

11. Pausas, J.G., Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice - a review / S. Blad?, A. Valdecantos // Plant Ecology. 2004, Vol. 171, Iss. 1-2. - R. 209-220.

E-mail: Kabanova.05@mail.ru

УДК 634.93:631.4

ПОЧВЕННО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИДОРОЖНЫХ ЛЕСОМЕЛИОРИРУЕМЫХ КОМПЛЕКСОВ THE SOIL-GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE ROADSIDE OF FOREST AMELIORATION COMPLEXES

Г.А. Рулев, кандидат сельскохозяйственных наук

А.С. Рулев, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

В.Г. Юфев, доктор сельскохозяйственных наук

G.A. Rulev, A.S. Rulev, 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

Транспортно-дорожные ландшафты являются одними из наиболее значимых антропогенных ландшафтов. В работе представлены результаты изучения геоморфологических особенностей рельефа и почв придорожных лесомелиорируемых комплексов. Геоморфологическое строение территории области характеризуется разнообразием мезорельефа и почвенно-географических условий. Антропогенно - трансформированный рельеф придорожных комплексов представлен положительными (насыпи) и отрицательными (выемки) мезоформами. На участках пересечения дорогами склонов речных долин и балок, особенно если они сложены лессовидными суглинками и глинами, активно проявляются эрозионные и оползневые процессы. Основным мероприятием по эффективной защите автомобильных дорог от снеготаносов в степной зоне Нижнего Поволжья является создание защитных лесных насаждений, поэтому актуальность изучения почв и их лесопригодности в полосах отвода автомобильных дорог не вызывает сомнений. Приведены результаты почвенно-

геоморфологических исследований на трассе Волгоград – Сызрань. Полевые исследования проводились для выявления особенностей рельефа с закладкой геоморфологических профилей, охватывающих основные виды каштановых почв. Установлено, что каждый подтип каштановых почв дифференцируется по гранулометрическому составу, карбонатности и мощности в зависимости от геоморфологических условий и материнской породы. Наибольшее распространение на рассматриваемых полигонах имеют тяжелосуглинистые почвы. В меньшей степени распространены почвы глинистые и легкого гранулометрического состава. Наименьшее распространение имеют лугово-каштановые почвы, лучшие по лесорастительным условиям.

Transport-road landscapes are one of the most significant anthropogenic landscapes. The paper presents the results of the study of geomorphological peculiarities of relief and soils of the roadside forest amelioration complexes. The geomorphological structure of the territory of the region is characterized by a variety of mesorelief and soil-geographical conditions. The anthropogenic - transformed relief of the roadside complexes is represented by positive (mounds) and negative (excavations) mesoforms. On the sections of the intersection of the slopes of the river valleys and beams, especially if they are composed of the loess-like loams and clays, erosive and landslide processes are activated. The main activity on the effective protection of the roads from snow transfer in the steppe zone of the Lower Volga region is the creation of the protective forest plantations, so the relevance of studying soils and their forestability in the roadway is indisputable. The results of soil-geomorphological studies on the route Volgograd-Syzran are presented. The field studies were conducted to identify the features of the relief with the laying of geomorphological profiles covering the main types of chestnut soils. It is established that each subtype of chestnut soils is differentiated according to the granulometric composition, carbonation and thickness, depending on the geomorphological conditions and the parent rock. The heavy loamy soils are most widespread on the considered polygons. The clay soils and light granulometric composition are less common. The least widespread are meadow-chestnut soils, the best in terms of the forest growing conditions.

Ключевые слова: *придорожный лесомелиорируемый комплекс, мезорельеф, каштановая почва, абразем, гранулометрический состав, гумус, карбонаты.*

Key words: *roadside forest amelioration complex, mesorelief, chestnut soils, abrazem, granulometric composition, humus, carbonates.*

Введение. Географическое положение Волгоградской области обуславливает проявление особенностей в смене ландшафтов в направлении с северо – северо-запада на юго – юго-восток. Большая часть территории области расположена в зоне сочленения двух крупных геоморфологических провинций: Среднерусской и Южнорусской [5]. Геоморфологическое строение региона характеризуется разнообразием мезорельефа и почвенно-географических зон.

Волгоградская область, являясь промышленно-развитой, располагает всеми видами транспорта, образующими транспортную систему. Транспортно-дорожные ландшафты являются одними из наиболее значимых видов антропогенных ландшафтов. В данной работе основное внимание уделено изучению почвенного покрова придорожных лесомелиорируемых комплексов. Этот тип ландшафта представлен положительными (насыпи) и отрицательными (выемки, кюветы) формами рельефа. Высота дорожных насыпей меняется в зависимости от их положения в рельефе, типа подстилающих грунтов и глубины залегания грунтовых вод. При пересечении днищ балок и речных долин высота насыпей достигает 4-6 м, а местами и более. В склонах долин и балок устроены выемки глубиной от 6 до 15 м. На пологих и слабополгих (до 2°) поверхностях относительная высота насыпей меняется от 0,6 до 1,5 м. Ширина насыпей определяется категорией дорог и местными условиями. Строительство и эксплуатация дорог создает новые формы рельефа, существенно осложняет естественный ход рельефообразующих процессов. В придорожных кюветах позднее тает снег, застаиваются дождевые воды, вследствие чего грунты часто переувлажнены, развиваются просадочные явления, приводящие к деформациям поверхности покрытия автомобильных дорог.

На участках пересечения дорогами склонов речных долин и балок, особенно если они сложены лессовидными суглинками и глинами, происходит активизация эрозионных и оползневых процессов. По кюветам часто образуются промоины, овраги. Особенно характерна активизация линейной эрозии для грунтовых проселочных полевых дорог, расположенных на склонах.

Успешное функционирование автотранспортного комплекса возможно только при обеспечении необходимой защиты автомобильных дорог и транспортных средств от воздействия неблагоприятных погодных условий, в первую очередь, заноса дорожного полотна снегом и бокового давления на движущиеся автомобили порывов сильного ветра.

Основным мероприятием по защите автомобильных дорог от снеготаносов в степной зоне Нижнего Поволжья является создание защитных лесных полос, поэтому актуальность изучения почв и их лесопригодности в полосах отвода автомобильных дорог не вызывает сомнений.

Материалы и методы. Для проведения почвенно-геоморфологических исследований на трассе Волгоград – Сызрань (Р-228) были заложены следующие тестовые полигоны: «Волгоград» (светло-каштановые почвы), «Дубовка» (каштановые почвы), «Горный Балыклея» (каштановые почвы), «Камышин» (каштановые почвы), «Верхняя Грязнуха» (каштановые почвы).

Тестовые полигоны для исследований закладывались на территории, обеспеченной картографическими материалами и космоснимками (М 1 : 50000 – 1 : 200000). Полевые исследования проводились закладкой геоморфологических профилей (с бурением скважин до 6 м), охватывающих основные виды почв и элементы мезорельефа.

Для изучения морфологических, физических и физико-химических свойств применены общепринятые методы [3, 10].

Почвенно-геоморфологические исследования с использованием компьютерного цифрового моделирования дают возможность выявить характеристики и контуры элементарных поверхностей катенарных комплексов с относительно однородными свойствами.

Результаты и обсуждение. При изучении лесомелиорированных придорожных комплексов использовался сравнительно-географический метод, заключающийся в исследовании взаимосвязей почв с мезорельефом и защитными лесными насаждениями [11].

Трасса Волгоград – Сызрань (Волгоградский участок) проходит по южной части Приволжской возвышенности, постепенно понижаясь к Волгограду, и северной оконечности Ергеней (южнее Волгограда). Наибольшие абсолютные высотные отметки (200-213 м) находятся между Камышином и Горным Балыклеем, наименьшие (130 м) – у Горной Пролейки и Волгограда.

Коренные породы по трассе представлены ниже- и верхнемеловыми отложениями, перекрытыми третичными песками – кварцевыми и кварцево-глауконитовыми. Выходы коренных отложений на поверхность наблюдаются преимущественно в Камышинском и Дубовском районах, где они на значительных массивах служат почвообразующими породами. Это кварцево-глауконитовые пески и супеси, меловые мергели, глауконитовые глины, кремнисто-известковый песчаник [1, 11].

Большая же часть трассы перекрыта мощным плащом четвертичных отложений, среди которых главенствуют лёссовидные суглинки и глины по преимуществу делювиального происхождения. Их удельная значимость составляет в Городищенском районе 100 %, в Дубовском 87 % и в Камышинском 49 %, причем глины распространены преимущественно в Городищенском и Дубовском районах, а суглинки в Камышинском [2, 8].

Наименее благоприятными из названных пород для лесоразведения являются глинистые отложения, особенно глауконитовые глины вдоль трассы, а также меловые мергели и кремнисто-известковый песчаник, когда они залегают в пределах первого метра почвы, что отмечается, например, в отношении последней породы в Дубовском районе.

В полосе отвода трассы Волгоград – Сызрань встречаются два типа почв – абразёмы и каштановые. Абразёмы – это почвы, лишенные верхних диагностических горизонтов в результате естественных или антропогенных процессов (эрозии, дефляции или механического срезания). Непосредственно на дневную поверхность выступает в той или иной степени сохранившийся срединный горизонт (глинисто-иллювиальный или текстурный, метаморфический, аккумулятивно-карбонатный и другие) [7, 9].

Достаточно глубокую характеристику этому типу почв дал в своей монографии В.М. Кретинин [7]. Абразёмы приурочены к кюветам автодорог. Дополнительный поверхностный сток в кюветы размывает днище, но полезен для рассоления грунта и повышения водообеспеченности растений при залужении откосов и посадке деревьев и кустарников. В задачи исследований изучение абразёмов не входило.

Рассмотрим гранулометрический состав почв – важнейший показатель агропроизводственных свойств и ее плодородия.

В «Классификации почв России» [4, 6] систематика почв каштанового типа претерпела существенные изменения. Подтипы каштановых и светло-каштановых почв выделяются на уровне типа в отделе аккумулятивно-карбонатных малогумусных почв под названием «каштановые почвы». Некоторая часть светло-каштановых почв отнесена к типу бурых почв этого же отдела. Неполноразвитый род помещен вместе с неполноразвитыми бурыми полупустынными почвами в отдел органо-аккумулятивные почвы под названием «светло-гумусовые почвы». Темно-каштановые почвы также отнесены к другому отделу. Они совместно с черноземами южными образуют тип черноземов текстурно-карбонатных в отделе аккумулятивно-гумусовых почв.

Разделение типа на подтипы в классификации 2004 года [7] осуществлено по признакам солонцеватости, засоления и гидроморфизма, а также в связи с агрогенными нарушениями верхней части профиля. Выделено 5 подтипов: типичные, солонцеватые, засоленные, гидрометаморфизованные (по классификации 1977 года – это луговато-каштановые почвы) и турбированные.

Таблица 1 – Гранулометрический состав светло-каштановой почвы (полигон «Дубовка»)

№ скважины	Глубина	Гир. влажность, %	Размер фракции, мм							Название почв по ГМС
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Физ. глина	
1	0-20	13,6	7,8	30,7	12,0	6,4	17,0	26,1	38,5	Суглинок средний
	20-40	4,16	7,7	32,2	5,5	6,3	19,1	29,2	30,9	Суглинок средний
	40-60	3,0	9,0	49,6	5,6	6,5	20,1	9,2	32,2	Суглинок средний
	60-80	3,1	3,2	38,9	14,0	7,8	23,6	12,5	40,0	Суглинок средний
	80-100	4,2	6,6	39,3	7,25	7,1	18,4	21,35	32,75	Суглинок средний
	100-120	3,1	3,65	46,0	9,0	6,1	25,9	41,35	40,9	Суглинок средний
	120-140	4,2	2,4	37,7	16,6	7,8	24,3	11,2	48,7	Суглинок тяжелый
2	0-20	4,2	0,51	44,9	0,91	15,5	32,2	7,5	47,6	Суглинок тяжелый
	20-40	5,3	0,41	1,39	12,6	12,1	28,3	44,7	53,0	Суглинок тяжелый
	40-60	4,2	0,38	39,9	9,3	13,0	27,6	9,7	49,9	Суглинок тяжелый
	60-80	4,2	0,33	41,9	8,2	13,0	27,3	9,5	48,5	Суглинок тяжелый
	80-100	4,2	1,27	43,3	6,0	11,6	25,05	12,7	42,6	Суглинок средний
	100-120	3,1	0,63	44,7	8,1	11,8	27,9	6,9	47,8	Суглинок тяжелый
	120-140	4,2	0,63	21,2	22,2	9,3	31,8	14,9	63,3	Глина легкая

Северная часть Волгоградского участка трассы Р-228 проходит в каштановой подзоне, южная часть – в светло-каштановой. Граница между ними находится в 20 км западнее Дубовки. От общей площади трассы каштановая подзона составляет 70 %, а светло-каштановая – 30 %. В подзоне каштановых почв в Камышинском районе встречаются темно-каштановые почвы (3,3 %). Каждый подтип каштановых почв дифференцируется по гранулометрическому составу, карбонатности и мощности в зависимости от того, на какой материнской породе почва образовалась. Большинство почв тяжело-суглинистые и суглинистые, в меньшем количестве почвы глинистые и легкого гранулометрического состава.

Согласно данным по гранулометрическому составу (таблица 1), характеризующие почвы суглинистые и тяжелосуглинистые. Содержание физической глины в пахотном горизонте суглинистых каштановых почв (СКВ. 1) 30,9-38,5 %, тяжелосуглинистых (СКВ. 2) – 47,6-53,0 %.

Иллювиальные горизонты В₁ и В₂ по содержанию ила и физической глины слабо выражены. Преобладающей фракцией является илистая, однако содержание крупной пыли очень высокое. На глубине 60-70 см отмечается облегчение гранулометрического состава до суглинка среднего.

Содержание гумуса представлено в таблице 2. Количество гумуса в поверхностном горизонте варьирует от 0,87 до 0,52 %, в горизонте АВ 0,77-0,43 %, в материнской породе С (80-120 см) 0,21-0,17 %. Наибольшее содержание углерода приурочено к горизонту А (0-20 см) – 0,49-0,29 %. Вниз по почвенному профилю содержание углерода падает.

Таблица 2 – Содержание углерода и гумуса в светло-каштановой почве (полигон «Дубовка»)

№ скважины	Глубина	Содержание углерода, %	Содержание гумуса, %
1	0-20	0,49	0,87
	20-40	0,43	0,77
	40-60	0,53	0,94
	60-80	0,46	0,81
	80-100	0,12	0,21
	100-120	0,12	0,21
2	0-20	0,29	0,52
	20-40	0,24	0,43
	40-60	0,05	0,09
	60-80	0,07	0,13
	80-100	0,09	0,17
	100-120	0,01	0,08

В полосе отвода автомобильной дороги Р-228 на полигоне «Дубовка» почвенный покров представлен комплексами светло-каштановых и каштановых малогумусных слабосолонцеватых средне- и тяжелосуглинистых почв. Меньшую площадь занимают лугово-каштановые почвы и солонцы. По лесорастительным свойствам выделяется следующий ряд: лугово-каштановые (лучшие), каштановые и светло-каштановые почвы, сильносолонцеватые почвы и солонцы (худшие).

Лугово-каштановые почвы, залегающие в слабых мезопонижениях, обладают наиболее благоприятным водным режимом. На светло-каштановых и каштановых почвах отмечаются экотопы с приуроченными лесными насаждениями с удовлетворительным состоянием древостоев, но большие площади представлены усыхающим или полностью усохшим вязом приземистым. В случае применения правильной агротехники при закладке лесополос на каштановых почвах и при уходе за лесополосами на этих почвах можно обеспечить хорошее развитие.

Полный выпад лесных пород на солонцовых пятнах показывает, что в этом случае причиной гибели всех древесных пород являются отрицательные свойства солонцов, которые без соответствующей мелиорации под лесопосадки непригодны.

Таким образом, почвы полигона «Дубовка» входят в переходную зону или мезоэктон между светло-каштановыми и каштановыми почвами.

В почвенном покрове полигона «Волгоград» преобладают вышеупомянутые малогумусные солонцеватые светло-каштановые почвы в комплексе с солонцами, поэтому в данной статье материалы по их характеристике не приводятся.

Рассмотрим данные по почвенному покрову полигона «Горный Балыклей». Согласно данным, по гранулометрическому составу почва характеризуется как тяжелосуглинистая: содержание физической глины в пахотном горизонте 51,8-50,3 %; преобладающие фракции по всему профилю – ил, средняя и мелкая пыль, поэтому по гранулометрическому составу эту почву следует назвать иловато-средне-мелкопылеватая тяжелосуглинистая (таблицы 3, 4).

Мощность горизонтов А и В₁ колеблется в пределах 35-42 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте 0-40 см 2,6-1,1 %, линия вскипания в первом полуметре, довольно высокое залегание карбонатов, содержание на глубине 0-60 см 11,6-10,7 %. С глубиной падает содержание карбонатов (60-100 см), затем возрастает на глубине 100-120 см.

Таблица 3 – Гранулометрический состав каштановой почвы
(полигон «Горный Балыклей, скв. № 6)

Глубина	Гигр. влажность, %	Размер фракции, мм							Название почвы по ГМС
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Физ. глина	
0-20	3,1	5,7	33,4	9,1	11,0	22,8	18,0	51,8	Суглинок тяжелый
20-40	2,04	7,8	33,5	8,4	7,8	28,7	13,8	50,3	Суглинок тяжелый
40-60	3,1	4,8	33,5	7,9	6,0	28,0	19,8	53,8	Суглинок тяжелый
60-80	3,1	6,6	42,5	11,5	4,3	26,9	8,2	39,4	Суглинок средний
80-100	2,04	13,9	49,5	4,4	3,5	23,0	5,7	36,6	Суглинок средний
100-120	1,01	20,8	22,3	15,3	16,4	18,0	7,2	41,6	Суглинок средний
120-140	3,1	9,7	19,7	5,3	7,5	33,6	24,2	65,3	Глина легкая

Таблица 4 – Содержание углерода, гумуса и карбонатов в каштановой почве
(полигон «Горный Балыклей»)

Глубина	Содержание углерода, %	Содержание гумуса, %	Содержание CO ₂ карбонатов в % к сухой почве	Содержание CaCO ₃ в расчете на сухую почву, %
0-20	1,48	2,63	11,6	26,4
20-40	0,62	1,10	11,7	26,6
40-60	0,95	1,68	10,7	24,3
60-80	1,01	1,80	3,76	8,5
80-100	0,41	0,73	4,5	10,3
100-120	0,32	0,57	7,2	16,5
120-140	0,59	0,54	10,1	23,1

Почвенный покров полосы отвода Р-228 на полигонах «Камышин» и «Верхняя Грязнуха» представлен каштановыми почвами, кроме того, встречаются темно-каштановые (3-5 % от площади полигонов). Почвы по гранулометрическому составу характеризуются как легкосуглинистые (скв. 7), тяжелосуглинистые (скв. 8, 9), среднесуглинистые (скв. 10), тяжелосуглинистые (скв. 11). В составе физической глины по всем почвам по профилю до глубины 1 м преобладает ил (17,8-73,5 %) (таблица 5).

Таблица 5 – Гранулометрический состав каштановых почв (полигон «Камышин»)

№ скважины	Глубина	Гигр. влажность, %	Размер фракции, мм							Название почв по ГМС
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Физ. глина	
7	0-20	1,5	17,6	14,3	2,3	5,9	16,6	43,3	65,8	Глина легкая
	20-40	1,5	16,4	11,9	2,9	1,5	20,5	46,8	68,8	Глина легкая
	40-60	1,5	13,7	7,4	5,4	4,2	11,1	58,2	73,5	Глина легкая
	60-80	1,01	16,5	13,2	3,2	10,5	26,4	44,3	67,2	Глина легкая
	80-100	2,6	17,9	13,2	3,2	10,5	26,4	28,8	65,7	Глина легкая
	100-120	3,1	20,3	11,1	7,4	7,3	31,3	22,6	61,2	Глина легкая
	120-140	2,6	21,7	28,2	8,8	4,6	30,3	6,4	41,3	Суглинок средний
8	0-20	6,0	6,0	36,9	10,1	0,6	40,9	5,5	46,4	Суглинок тяжелый
	20-40	3,1	7,8	5,4	11,5	12,1	29,4	33,8	75,3	Глина средняя
	40-60	2,6	15,5	23,3	2,4	11,5	27,8	19,5	58,8	Суглинок тяжелый
	60-80	2,6	23,6	8,6	2,1	4,0	18,8	48,3	71,1	Глина легкая
	80-100	1,5	36,2	5,7	1,3	2,0	17,6	37,2	56,8	Суглинок тяжелый
	100-120	1,5	37,5	4,5	1,0	3,6	15,2	38,2	57,0	Суглинок тяжелый
	120-140	1,5	37,5	4,5	1,0	3,6	15,2	38,2	57,0	Суглинок тяжелый
9	0-20	2,6	23,1	14,3	7,1	8,0	25,2	22,3	55,5	Суглинок тяжелый
	20-40	1,01	44,6	5,9	8,0	2,1	7,2	32,6	41,5	Суглинок средний
	40-60	1,01	34,6	1,7	1,6	1,4	13,8	46,9	62,1	Глина легкая
	60-80	1,5	28,1	4,7	0,3	0,6	18,2	48,1	66,9	Глина легкая
	80-100	1,5	26,8	3,4	0,5	1,2	18,0	50,1	69,3	Глина легкая
	100-120	1,5	20,5	4,3	2,1	0,6	14,8	57,7	73,1	Глина легкая
	120-140	1,01	15,9	2,8	0,5	0,7	17,6	62,5	80,8	Глина средняя
10	0-20	3,1	4,2	14,2	4,4	9,8	23,4	44,0	77,2	Глина средняя
	20-40	3,1	17,5	14,8	2,7	3,7	33,7	27,0	65,0	Глина легкая
	40-60	2,6	11,3	13,3	11,4	11,5	27,9	24,6	64,0	Глина легкая
	60-80	3,1	10,5	25,8	3,1	12,0	28,9	19,7	60,6	Суглинок тяжелый
	80-100	2,6	12,4	20,8	7,4	8,9	28,5	22,0	59,4	Суглинок тяжелый
	100-120	3,6	8,8	26,2	6,9	13,0	25,6	19,5	58,1	Суглинок тяжелый
	120-140	2,15	5,9	23,2	7,8	20,8	36,2	2,1	63,1	Глина легкая
11	0-20	2,6	22,3	20,1	4,7	11,7	23,4	17,8	52,9	Суглинок тяжелый
	20-40	3,1	20,9	22,9	6,8	10,5	26,4	12,5	29,8	Суглинок легкий
	40-60	3,6	17,0	20,7	6,1	13,7	30,9	11,6	56,2	Суглинок тяжелый
	60-80	1,3	13,0	14,7	13,1	19,3	34,7	5,2	59,2	Суглинок тяжелый

Содержание гумуса в горизонте А (0-20 см) колеблется от 0,8 до 2,6 %. Вниз по почвенному профилю содержание гумуса падает от 1,2 до 0,58 % (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание углерода и гумуса в каштановых почвах (полигон «Камышин»)

№ скважины	Глубина	Содержание углерода, %	Содержание гумуса, %
7	0-20	0,45	0,81
	20-40	0,77	1,38
8	0-20	0,98	1,69
	20-40	0,52	0,94
9	0-20	0,92	1,65
	20-40	0,32	0,58
10	0-20	0,73	1,29
	20-40	0,67	1,20
11	0-20	1,47	2,62
	20-40	0,67	1,21

Содержание и распределение карбонатов по почвенному профилю количественно характеризует карбонатность почвы, которая в поле определяется качественно по так называемому «вскипанию» почвы от кислоты. Каштановые почвы характеризуются как карбонатные, содержание их в горизонте 0-20 см колеблется от 8,1 до 20,3 %, в горизонте 20-40 см – 7,3-28,3 %, в горизонте 40-60 см – 15,0-29,8 % (таблица 7).

Таблица 7 – Содержание карбонатов в каштановых почвах (полигон «Камышин»)

№ скважины	Глубина	Содержание углерода, %	Содержание гумуса, %
7	0-20	3,56	8,1
	20-40	3,20	7,3
	40-60	7,8	17,9
	60-80	12,0	27,2
	80-100	13,3	30,2
	100-120	12,1	27,5
	120-140	9,7	22,0
8	0-20	7,8	18,0
	20-40	12,4	28,3
	40-60	12,1	27,5
	60-80	13,5	30,9
	80-100	3,9	18,0
	100-120	3,5	12,1
9	0-20	5,1	11,7
	20-40	9,2	20,9
	40-60	9,9	22,5
	60-80	11,2	25,4
	80-100	13,1	29,8
	100-120	13,6	31,0
	120-140	7,4	16,8
10	0-20	3,0	6,9
	20-40	8,4	19,1
	40-60	10,4	23,8
	60-80	13,1	29,8
	80-100	13,0	29,5
	100-120	12,9	29,4
	120-140	9,4	21,3
11	0-20	8,9	20,2
	20-40	5,1	11,5
	40-60	6,6	15,0
	60-80	9,4	21,3

Заключение. Таким образом, в полосе отвода Волгоградского участка трассы Р-228 Волгоград – Сызрань встречаются каштановые и светло-каштановые почвы, абразёмы, на полигонах «Камышин» и «Верхняя Грязнуха» – каштановые почвы (до 3-5 %).

Каждый подтип каштановых почв дифференцируется по гранулометрическому составу, карбонатности и мощности, в зависимости от того, на какой материнской породе образовалась почва. Большинство почв тяжелосуглинистые, в меньшем количестве глинистые и легкого гранулометрического состава. Меньшую площадь занимают лугово-каштановые почвы, лучшие по лесорастительным условиям.

Библиографический список

1. Вадюнина, А.Ф. Агрофизическая и мелиоративная характеристика почв юго-востока европейской части СССР [Текст] / А.Ф. Вадюнина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.
2. Вальков, В.Ф. Почвы Юга России [Текст] / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2008. – 276 с.
3. Евдокимова, Т.И. Почвенная съемка [Текст] / Т.И. Евдокимова. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 264 с.
4. Иванова, Е.Н. Классификация и диагностика почв СССР [Текст] / Е.Н. Иванова. – М., 1976. – 226 с.
5. Карандеева, М.В. Геоморфология европейской части СССР [Текст] / М.В. Карандеева. – М.: Изд. МГУ, 1957. – 314 с.
6. Классификация и диагностика почв России [Текст] / Авт. и сост. Л.Л. Шишов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2004. – 342 с.
7. Кретинин, В.М. Агролесомелиорация почв [Текст] / В.М. Кретинин. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2009. – 198 с.
8. Полезашитное лесоразведение на каштановых почвах [Текст]. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – Вып. 2. – С. 11-133.
9. Почвенный определитель почв [Текст]. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.
10. Рулев, А.С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации [Текст] / А.С. Рулев. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. – 160 с.
11. Фридланд, В.М. Структура почвенного покрова [Текст] / В.М. Фридланд. – М.: Изд-во Мысль, 1972. – 416 с.

Reference

1. Vadyunina, A. F. Agrofizicheskaya i meliorativnaya harakteristika pochv yugo-vostoka evropejskoj chasti SSSR [Tekst] / A. F. Vadyunina. - M.: Izd-vo MGU, 1970. - 325 s.
2. Val'kov, V. F. Pochvy Yuga Rossii [Tekst] / V. F. Val'kov, K. Sh. Kazeev, S. I. Kolesnikov. - Rostov-na-Donu: Izd-vo "Everest", 2008. - 276 s.
3. Evdokimova, T. I. Pochvennaya s'emka [Tekst] / T. I. Evdokimova. - M.: Izd-vo MGU, 1981. - 264 s.
4. Ivanova, E. N. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR [Tekst] / E. N. Ivanova. - M., 1976. - 226 s.
5. Karandeeva, M. V. Geomorfologiya evropejskoj chasti SSSR [Tekst] / M. V. Karandeeva. - M.: Izd. MGU, 1957. - 314 s.
6. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii [Tekst] / Avt. i sost. L. L. Shishov, I. I. Lebedeva, M. I. Gerasimova. - Smolensk: Izd-vo Ojkumena, 2004. - 342 s.
7. Kretinin, V. M. Agrolesomelioraciya pochv [Tekst] / V. M. Kretinin. - Volgograd: VNIALMI, 2009. - 198 s.
8. Polezaschitnoe lesorazvedenie na kashtanovyh pochvah [Tekst]. - M.: Izd-vo MGU, 1971. - Vyp. 2. - S. 11-133.
9. Pochvennyj opredelitel' pochv [Tekst]. - M.: Pochvennyj institut im. V. V. Dokuchaeva, 2008. - 182 s.
10. Rulev, A. S. Landshaftno-geograficheskij podhod v agrolesomelioracii [Tekst] / A. S. Rulev. - Volgograd: VNIALMI, 2007. - 160 s.
11. Fridland, V. M. Struktura pochvennogo pokrova [Tekst] / V. M. Fridland. - M.: Izd-vo Mysl', 1972. - 416 s.

E-mail: vyuferev1@rambler.ru

УДК 631.8; 633.16

**ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ
И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ
КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ****INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES ON UROZHAYNOST
AND QUALITY OF GRAIN OF SPRING BARLEY IN THE VOLGOGRAD REGION****В. В. Чернышков**, кандидат сельскохозяйственных наук**О. Ю. Мишина**, кандидат биологических наук**В.Е. Древин**, кандидат химических наук**И.А. Кучерова**, кандидат сельскохозяйственных наук**V.V. Chernyshkov, O.Y. Mishina, V.E. Drevin, I.A. Kucherová***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

Приведены сведения о зависимости урожайности и качества зерна различных сортов ярового ячменя при условии естественного плодородия почв и обогащения почв минеральными веществами от рекомендуемых величин минеральных удобрений под ожидаемые урожаи 1,0; 3,0 и 5,0 т/га. Цель исследований заключалась в определении научных разработок и внедрении в производство улучшенных элементов технологии выращивания ярового ячменя. В соответствии с требованиями методики опытного дела, были проведены исследования по постановке полевых опытов и лабораторные анализы. В ходе проведенных исследований было установлено, что наименьшая величина урожая ярового ячменя была получена без применения минеральных веществ и составляла от 1,43 т/га (сорт Прерия) до 1,52 т/га (сорт Ергенинский 2). Увеличение урожайности было определено на вариантах Терра-Собрфолиар + N₇₅P₃₃K₆₄ у сорта Прерия (+1,44 т/га), а у сорта Ергенинский 2 увеличение составило 1,62 т/га. Проведенные исследования показали, что совместное действие рекомендуемых доз минеральных удобрений и биологически активных веществ позволяет получить в засушливом климате Волгоградской области сорта ярового ячменя, по своим технологическим качествам пригодные для использования в крупяной и пивоваренной промышленности.

His article presents data on the impact of biologically active substances, as on the background of mineral nutrition of natural soil fertility and backgrounds of mineral nutrition on settlement doses of mineral fertilizers for the planned yield of 1.0; 3.0 and 5.0 t/ha of different varieties of spring barley on yield and grain quality. The purpose of the research was to develop scientific support and implementation in production of advanced elements of technology of cultivation of spring barley. The study was conducted by setting up field experiments and laboratory analyses in accordance with the requirements of the methodology of experimental work. As a result of experience it was established that the lowest values of yield of spring barley was formed on the options without the use of substances and, depending on the variety, they changed from 1.43 t/ha (cultivar Prairie) to 1.52 t/ha (cultivar Ergeninskiy 2). The greatest increases in yield have been formed on the Terra-Sobralia + N₇₅P₃₃K₆₄ in the variety Preriya (+1,44 t/ha) and varieties Ergeninskiy 2 increase to 1.62 t/ha. In the conducted experiment was obtained from the joint effects of settlement doses of mineral fertilizers and biologically active substances in the arid conditions of the Volgograd region it will be possible to obtain strong varieties of spring barley suitable for the milling and brewing industries.

Ключевые слова: яровой ячмень, биологически активные вещества, минеральные удобрения, сорта, качество зерна, урожайность зерна.

Keywords: spring barley, biologically active additives, fertilizers, varieties, grain quality, grain yield.

Введение. Основопологающей проблемой сельскохозяйственного производства Российской Федерации по-прежнему остается производство и наращивание объемов зерна. Зерно является основным источником получения продуктов питания для человека, то есть обеспечение потребности населения страны хлебопродуктами, макаронными и крупяными изделиями, создание кормовой базы для сельскохозяйственных животных и служит сырьевой базой для промышленности. В мировом производстве по объемам посевных площадей оно занимает порядка 35 %. Вследствие многочисленных видов, форм и сортов яровых зерновых культур, возделывание их возможно в различных почвенных и климатических условиях [1, 8].

В задачу перспективного развития сельскохозяйственного производства входит не только получение высоких урожаев зерна, но и увеличение технологических свойств и качества продукции.

Качество зерна – сложный генетический признак, включающий хлебопекарные, мукомольные, крупяные, макаронные, биохимические и физические свойства, присущие определенным сортам. Технологические свойства зерна ячменя зависят, главным образом, от состава белкового комплекса в нём, от энергии прорастания. Повышение качества зерна – задача не менее важная, чем повышение продуктивности культуры, поэтому изучению влияния элементов технологии возделывания на качество продукции ярового ячменя уделяется большое внимание [8, 9, 10].

Материалы и методы. Целью научных исследований являлись разработка, научное обоснование и практическое внедрение в производство целесообразных систем биологически активных веществ и минеральных удобрений, изучение и рекомендации к использованию в пищевом производстве новых высокоурожайных сортов ярового ячменя, что в комплексе позволяет получить урожай зерновой продукции в количестве 3,0 и более т/га.

Исходя из поставленной цели, в соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями, была разработана схема полевого опыта.

Опыт 1. Определить оптимальное количество вносимых минеральных удобрений с ожидаемой урожайностью ярового ячменя 1,0; 3,0 и 5,0 т/га. Расчет количества вносимых минеральных удобрений осуществлялся на планируемую урожайность в соответствии с методикой, разработанной на Опытной станции по программированию урожая Волгоградского СХИ [11].

Опыт 2. Определить зависимость продуктивности и качества ярового ячменя от биологически активных веществ.

Опыт 3. Определить результат взаимодействия биологически активных веществ с расчетными дозами минеральных удобрений.

Опыт 4. Конкурсное испытание сортов ярового ячменя и выделение перспективных по продуктивности и качественным показателям.

Исследования проводились на полях (2008...2013 гг.) СПК «Равнинное» Котельниковского района Волгоградской области. Площадь опытной делянки составляла (7,2 м x 22,0 м) 158,4 м², расположение делянок систематическое. Опыт осуществлялся с четырехкратной повторностью. Варианты опыта расположили согласно предшественнику – паровая озимь. Посев проводили в первой декаде апреля сеялкой СЗ– 3,6 с обязательным послепосевным прикатыванием кольчато-шпоровыми катками. Норма высева – 3,5 миллиона всхожих зерен на гектар для ярового ячменя, согласно рекомендациям для данной почвенно-климатической зоны. Дозы биологически активных веществ для обработки семян и посевов ярового ячменя определяли согласно рекомендациям производителей данных препаратов.

Опыты проводились на почвах зоны каштановых почв. Агрохимическое обследование почв опытного участка (таблица 1) показало, что почвы были слабо обеспечены азотом, хорошо – калием и удовлетворительно – фосфором, характеризовались низким содержанием гумуса в пахотном слое от 1,97 до 2,84 %.

Таблица 1 – Агрохимическое обследование почв опытного участка

Горизонт обследования, м	Содержание гумуса, %	Содержание подвижных форм, мг/кг		
		N, гидролизуемый	P ₂ O ₅	K ₂ O
A (0,0...0,2)	2,84	12,35	4,47	42,33
B ₁ (0,2...0,3)	2,25	10,67	3,57	38,29
B ₃ (0,3...0,4)	1,97	7,68	2,95	35,12

Примечание: определение азота – по Кирифильду, фосфора и калия – по Мачигину.

Полевая влагоемкость почвы в горизонте 0,00...1,00 метр была 20,5 т/м³, плотность сложения – 1,44, а в горизонте 0,0...1,5 метра соответственно 20,69 и 1,40 т/м³. Количество гидролизуемого азота – 7,68...12,35 мг на 100 грамм почвы. Содержание доступного фосфора – 2,95...4,47 мг на 100 грамм почвы, обменного калия свыше 25,0 мг на 100 граммов почвы.

Погодные условия в период проведения исследований складывались благоприятно для выращивания ярового ячменя.

Результаты и обсуждение. В последнее время при возделывании ярового ячменя широкое распространение получило применение различных биологически активных веществ, которые не только повышают урожайность на 20...40 %, но и благоприятно влияют на качество зерна, повышая все его значения на 15...20 %.

Проведёнными нами исследованиями ставилась задача изучить влияние минеральных удобрений и биологически активных веществ на урожайность и качество зерна ярового ячменя. Результаты исследований представлены в таблицах 2...4.

Таблица 2 – Влияние расчетных доз минеральных удобрений на качественные характеристики зерна ярового ячменя, среднее за 2008...2013 гг.

Сорт	Вариант опыта	Содержание белка, %		Энергия прорастания, %	
		фактическое	отклонение*	фактическая	отклонение
Прерия	контроль	13,3	+ 1,3	91,0	- 4,0
	N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	13,6	+ 1,6	92,0	- 3,0
	N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	13,9	+ 1,9	92,0	- 3,0
	N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	13,7	+ 1,7	92,0	- 3,0
Прикумский юбилейный	контроль	13,0	+ 1,0	91,0	- 4,0
	N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	13,2	+ 1,2	92,0	- 3,0
	N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	13,4	+ 1,4	92,0	- 3,0
	N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	13,2	+ 1,2	91,0	- 4,0
Медикум 135	контроль	13,5	+ 1,5	92,0	- 3,0
	N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	13,8	+ 1,8	94,0	- 1,0
	N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	14,0	+ 2,0	93,0	- 2,0
	N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	13,8	+ 1,8	92,0	- 3,0
Ергенинский 2	контроль	12,6	+ 0,6	92,0	- 3,0
	N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	12,8	+ 0,8	94,0	- 1,0
	N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	12,9	+ 0,9	94,0	- 1,0
	N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	12,7	+ 0,7	92,0	- 3,0

*Примечание: отклонение фактического содержания белка от ГОСТ 5060-86 Ячмень пивоваренный. Технические условия.

Применение расчетных доз минеральных удобрений положительно воздействовало на динамику накопления белка в зерне и повышение энергии прорастания. В результате проведенного лабораторного анализа все представленные сорта ярового ячменя не отвечали требованиям сырья для пивоваренной промышленности (ГОСТ 5060-86 Ячмень пивоваренный. Технические условия) [4]. Требования ячменя для пивоварения следующие: содержание белка в зерне не более 12 %, энергия прорастания не ниже 95 %. Высокая солнечная инсоляция зоны Волгоградской области на фоне применения минеральных удобрений способствовала увеличению содержания белка в зерне. Это в свою очередь положительно отразилось на требованиях крупяной промышленности (ГОСТ 28672-90 Ячмень. Требования при заготовках и поставках) [3]. Все сорта с успехом отвечали этим требованиям.

Таблица 3 – Влияние биологически активных веществ на качественные характеристики зерна ярового ячменя, среднее за 2008...2013 гг.

Сорт	Вариант опыта	Содержание белка, %		Энергия прорастания, %	
		фактическое	отклонение	фактическая	отклонение
1	2	3	4	5	6
Прерия	контроль – без обработки	13,1	+ 1,1	92,0	- 3,0
	предпосевная обработка Крезацином	13,2	+ 1,2	93,0	-2,0
	обработка Крезацином в фазу кущения	13,3	+ 1,3	93,0	- 2,0
	обработка Крезацином в фазы кущение-колошения	13,2	+ 1,2	92,0	- 3,0
	обработка Крезацином перед посевом +кущение	13,4	+ 1,3	93,0	- 2,0
	обработка Крезацином перед посевом + колошение	13,2	+ 1,2	92,0	- 3,0
	обработка Креацином перед посевом + кущение + колошение	13,3	+ 1,3	94,0	- 1,0
	предпосевная обработка Терра-Сорбфолиар	12,6	+ 0,6	92,0	- 3,0
	обработка Терра-Сорбфолиар в фазу кущения	12,5	+ 0,5	93,0	- 2,0
	обработка Терра-Сорбфолиар в фазу кущение + колошение	12,4	+ 0,4	93,0	- 2,0
	обработка Терра-Сорбфолиар перед посевом + кущение	11,8	- 0,2	95,0	0,0
	обработка Терра-Сорбфолиар перед посевом + колошение	12,2	+ 0,2	93,0	- 2,0
	обработка Терра-Сорбфолиар перед посевом + кущение + колошение	11,9	- 0,1	94,0	- 1,0
	предпосевная обработка Бигусом	12,8	+ 0,8	92,0	- 3,0
	обработка Бигусом в фазу кущения	12,9	+ 0,9	94,0	- 1,0
	обработка Бигусом в фазу кущение + колошение	13,0	+ 1,0	93,0	- 2,0
	обработка Бигусом перед посевом + кущение	12,2	+ 0,2	92,0	- 3,0
	обработка Бигусом перед посевом + колошение	12,8	+ 0,8	93,0	- 2,0
	обработка Бигусом перед посевом + кущение + колошение	12,3	+ 0,3	94,0	- 1,0

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Ергенин- ский 2	контроль – без обработки	12,3	+ 0,3	92,0	- 3,0
	предпосевная обработка Крезацином	12,2	+ 0,2	93,0	- 2,0
	обработка Крезацином в фазу кущения	12,1	+ 0,1	93,0	- 2,0
	обработка Крезацином в фазы кущение-колошение	12,2	+ 0,2	93,0	- 2,0
	обработка Крезацином перед посевом + кущение	11,9	- 0,1	94,0	- 1,0
	обработка Крезацином перед посевом + колошение	11,9	+ 0,1	94,0	- 1,0
	обработка Креацином перед посевом + кущение + колошение	11,7	- 0,3	95,0	0,0
	предпосевная обработка Терра-Сорбфолиар	11,8	- 0,2	95,0	0,0
	обработка Терра-Сорбфолиар в фазу кущения	11,7	- 0,3	95,0	0,0
	обработка Терра-Сорбфолиар в фазу кущение + колошение	11,8	- 0,2	94,0	- 1,0
	обработка Терра-Сорбфолиар перед посевом + кущение	11,5	- 0,5	96,0	+ 1,0
	обработка Терра-Сорбфолиар перед посевом + колошение	11,4	- 0,6	95,0	0,0
	обработка Терра-Сорбфолиар перед посевом + кущение + колошение	11,7	- 0,3	94,0	- 1,0
	предпосевная обработка Бигусом	12,0	0,0	93,0	- 2,0
	обработка Бигусом в фазу кущения	12,1	+ 0,1	93,0	- 2,0
	обработка Бигусом в фазу кущение + колошение	11,9	- 0,1	94,0	- 1,0
	обработка Бигусом перед посевом + кущение	12,0	0,0	94,0	- 1,0
	обработка Бигусом перед посевом + колошение	11,8	- 0,2	94,0	- 1,0
	обработка Бигусом перед посевом + кущение + колошение	11,7	- 0,3	95,0	0,0

Наименьшее количество белка накапливалось на контрольных вариантах сорта Прикумский юбилейный и составляло 13,0 %. От внесения $N_{25}P_{11}K_{21}$ его содержание возрастало до 13,2 %, а от внесения $N_{75}P_{33}K_{64}$ – 13,4 %. Больше всего накапливалось белка у сорта Медикум 135 и составило на варианте $N_{75}P_{33}K_{64}$ – 14,0 %.

Результаты исследований по влиянию биологически активных веществ на пивоваренные и крупяные цели показали, что сорта Прикумский юбилейный и Прерия пригодны для крупяной промышленности. Показатели содержания белка и энергии прорастания отвечали требованиям крупяной промышленности. Содержание белка в зерне этих сортов превышало 12,0 %.

Использование биологически активного вещества Терра-Сорбфолиар на сорте ярового ячменя Ергенинский 2 приводило к снижению содержания белка на каштановых почвах. Зерно, полученное с вариантов: предпосевная обработка Терра – Сорбфолиар, обработка Терра – Сорбфолиар в фазу кущения, обработка Терра – Сорбфолиар перед посевом + кущение, обработка Терра – Сорбфолиар перед посевом + колошение, обработка Терра – Сорбфолиар перед посевом + кущение + колошение, обработка Бигусом перед посевом + кущение + колошение – отвечало требованиям пивоваренной промышленности.

Таблица 4 – Влияние расчетных доз минеральных удобрений и биологически активных веществ на качественные характеристики зерна ярового ячменя, среднее за 2008...2013 гг.

Сорт	Вариант опыта	Содержание белка, %		Энергия прорастания, %	
		фактиче- ское	отклоне- ние	факти- ческая	откло- нение
Прерия	контроль	13,0	+ 1,0	92,0	- 3,0
	Крезацин+ N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	13,3	+ 1,3	93,0	- 2,0
	Терра-Собрфолиар + N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	12,2	- 0,2	94,0	- 1,0
	Бигус+N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	12,6	+ 0,6	93,0	- 2,0
	Крезацин+N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	13,0	+ 1,0	93,0	- 2,0
	Терра-Собрфолиар + N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	11,8	- 0,2	95,0	0,0
	Бигус+N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	12,4	+ 0,4	94,0	- 1,0
	Крезацин+ N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	13,2	+ 1,2	93,0	- 2,0
	Терра-Собрфолиар + N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	12,0	0,0	95,0	0,0
	Бигус+ N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	12,4	+ 0,4	93,0	- 2,0
Ергенин- ский 2	контроль	12,1	+ 0,1	92,0	- 3,0
	Крезацин+N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	12,9	- 0,9	93,0	- 2,0
	Терра-Собрфолиар + N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	11,7	- 0,3	95,0	0,0
	Бигус+N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	12,5	- 0,5	94,0	- 1,0
	Крезацин+N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	12,4	- 0,4	94,0	- 2,0
	Терра-Собрфолиар + N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	11,4	- 0,6	96,0	- 1,0
	Бигус+N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	11,8	- 0,2	95,0	0,0
	Крезацин+N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	12,7	- 0,7	93,0	- 2,0
	Терра-Собрфолиар + N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	11,5	- 0,5	94,0	- 1,0
	Бигус+N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	12,3	- 0,3	94,0	- 1,0

Анализ комплексного влияния расчетных доз минеральных удобрений и биологически активных веществ показал, что совместное взаимодействие изучаемых агроприемов снижало содержание белка в зерне ярового ячменя. Если в отдельности они незначительно снижали его содержание, то в комплексе количество вариантов, отвечающих требованиям пивоваренной промышленности, возросло. Зерно, полученное с вариантов сорта Прерия Терра-Собрфолиар + N₇₅P₃₃K₆₄ и Терра-Собрфолиар + N₁₂₅P₅₅K₁₀₇, с вариантов сорта Ергенинский 2 Терра-Собрфолиар + N₂₅P₁₁K₂₁, Терра-Собрфолиар + N₇₅P₃₃K₆₄, Бигус+ N₇₅P₃₃K₆₄, Терра-Собрфолиар + N₁₂₅P₅₅K₁₀₇ отвечало требованиям пивоварения.

Наиболее прогрессивной технологией выращивания зерновых культур в условиях каштановых почв является применение системы биологически активных добавок на фоне расчетных доз минеральных удобрений [5]. Применение этой системы позволяет полностью и наиболее рационально решить основную задачу богарного земледелия – создание наиболее благоприятных для растений условий возделывания, то есть поддержание в активном корнеобитаемом слое в пределах оптимального пищевой режим почвы, который меняется в зависимости от погодных условий. Продуктивность ранних зерновых во многом зависела от генетических особенностей изучаемых сортов при разноуровневой интенсификации выращивания [6, 7]. За проведенные сборы продуктивность одного растения по сортам варьировала в значительной степени. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сочетание урожаерегулирующих факторов при разноуровневой интенсификации возделывания ярового ячменя, среднее за 2008...2013 гг.

База урожайности, т/га		Отклонение урожайности от фактической		Сочетание факторов	
планируемая	фактическая	т/га	%	вариант	сорт
1,0	1,43	+ 0,43	+ 0,43	Контроль	Прерия
	2,70	+ 1,70	+ 170	Крезацин+N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	
	2,86	+ 1,86	+ 186	Терра-Собрфолиар + N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	
	2,77	+ 1,77	+ 177	Бигус+ N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	
3,0	4,21	+ 1,21	+ 40	Крезацин+ N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	
	4,44	+ 1,44	+ 48	Терра-Собрфолиар + N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	
	4,27	+ 1,27	+ 42	Бигус+ N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	
5,0	3,95	- 1,05	- 21	Крезацин+ N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	
	4,17	- 0,83	- 16	Терра-Собрфолиар + N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	
	4,03	- 0,97	- 19	Бигус+ N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	
1,0	1,52	+ 0,52	+ 52	контроль	Ергенинский 2
	3,47	+ 2,47	+ 247	Крезацин+ N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	
	3,58	+ 2,58	+ 258	Терра-Собрфолиар + N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	
	3,53	+ 2,53	+ 253	Бигус+ N ₂₅ P ₁₁ K ₂₁	
3,0	4,36	+ 1,36	+ 45	Крезацин+ N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	
	4,62	+ 1,62	+ 54	Терра-Собрфолиар + N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	
	4,49	+ 1,49	+ 49	Бигус+ N ₇₅ P ₃₃ K ₆₄	
5,0	4,16	- 0,84	- 16	Крезацин+ N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	
	4,39	- 0,61	- 12	Терра-Собрфолиар + N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	
	4,23	- 0,76	- 15	Бигус+ N ₁₂₅ P ₅₅ K ₁₀₇	

Наибольшая продуктивность ярового ячменя сорта Прерия отмечалась на вариантах планируемых уровней урожайности 1,0 и 3,0 т/га (Терра-Собрфолиар + N₂₅P₁₁K₂₁ и Терра-Собрфолиар + N₇₅P₃₃K₆₄), где была получена наибольшая прибавка урожайности в 1,86 и 1,62 т/га соответственно. Проведенные исследования показали ощутимое преимущество сорта ярового ячменя Ергенинский 2 и применение биологически активного вещества Терра-Собрфолиар, прибавка урожайности варьировала в пределах 1,62...2,58 т/га, в зависимости от изучаемого варианта. Данное обстоятельство можно объяснить более равномерным, и главное, рациональным поступлением питательных веществ в активный слой корней.

Заключение. На основании полученных данных можно сделать заключение, что изучаемые агротехнические приемы приводили к увеличению содержания белка в зерне, чем отвечали требованиям крупяной промышленности. Применение биологически активного вещества Терра-Собрфолиар способствовало понижению содержания белка в зерна и отвечало требованиям пивоваренной промышленности. От совместного взаимодействия биопрепаратов и минеральных удобрений отмечалось снижение содержания белка и возрастала энергия прорастания, в результате чего отдельные варианты на сорте Прерия отвечали требованиям пивоваренной промышленности.

Сравнительный анализ комплексного применения биологически активных веществ в сочетании с минеральными удобрениями показал прямо пропорциональную зависимость полученной урожайности от применения биологически активных веществ. Наименьшие величины урожайности ярового ячменя сформировались на вариантах без применения веществ, и в зависимости от сорта они изменялись от 1,43 т/га (сорт Прерия) до 1,52 т/га (сорт Ергенинский 2). Наибольшие прибавки урожайности сформировались на вариантах Терра-Собрфолиар + N₇₅P₃₃K₆₄ у сорта Прерия (+1,44 т/га), а у сорта Ергенинский 2 прибавка составила 1,62 т/га.

Библиографический список:

1. Алещенко, П.И. Влияние условий вегетации на семенную продуктивность ярового ячменя [Текст]/ П.И. Алещенко, Н.Ю. Петров, Ю.Н. Пинашкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 3. – С. 57-64.
2. Бондаренко, А.Н. Влияние азотфиксирующих микроорганизмов на продуктивность яровых зерновых культур в условиях орошения [Текст]/ А.Н. Бондаренко, В.В. Чернышков // Научное обеспечение развития АПК аридных территорий: теория и практика: Международная научно-практическая конференция. – М.: «Вестник Российской академии с.-х. наук», 2011. – С. 159-161.
3. ГОСТ 28672-90 Ячмень. Требования при заготовках и поставках [Текст]. – 2010 – 6 с.
4. ГОСТ 5060-86 Ячмень пивоваренный. Технические условия [Текст]. – 2010 – 6 с.
5. Зволинский, В.П. Особенности деятельности регуляторных веществ [Текст]/ В.П. Зволинский, Н.Ю. Петров, В.В. Чернышков // Инновационное развитие аграрного производства на аридных территориях. – М.: «Вестник Российской академии с.-х. наук», 2010. – С. 107-113.
6. Зволинский, В.П. Формирование агрофитоценозов сельскохозяйственных культур при разноуровневой интенсификации производства в зоне каштановых почв Нижнего Поволжья [Текст]/ В.П. Зволинский, В.В. Чернышков, Е.Н. Ефремова // Инновационное развитие аграрного производства на аридных территориях. – М.: «Вестник Российской академии с.-х. наук», 2010 – С. 115-117.
7. Зволинский, В.П., Формирование продуктивности ярового ячменя при разноуровневой интенсификации производства в зоне каштановых почв Нижнего Поволжья [Текст]/ В.П. Зволинский, В.В. Чернышков, Л.А. Игнатъева // Инновационное развитие аграрного производства на аридных территориях. – М.: «Вестник Российской академии с.-х. наук», 2010. – С. 117-120.
8. Мишина, О.Ю. Современные подходы к инновациям в отечественной отрасли пищевой промышленности [Текст]/ О.Ю. Мишина // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: Международная научно-практическая конференция. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – 2016. – Том 2. – С. 60-65.
9. Петров, Н.Ю. Качество зерна ранних яровых культур на каштановых почвах Волгоградской области [Текст]/ Н.Ю. Петров, О.М. Великанова // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 9. – С. 57-59.
10. Петров, Н.Ю. Влияние приемов агротехники на урожайность ярового ячменя в условиях Волгоградской области [Текст]/ Н.Ю. Петров, С.В. Голубь, Н.А. Петрова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 1 (13). – С. 49-51.
11. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая [Текст]/ В.И. Филин. – Волгоград, Волгоградская ГСХА, 1994. – 274 с.

Reference

1. Aleschenko, P. I. Vliyanie uslovij vegetacii na semennuyu produktivnost' yarovogo yachmenya [Tekst]/ P. I. Aleschenko, N. Yu. Petrov, Yu. N. Pinashkin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2010. - № 3. - S. 57-64.
2. Bondarenko, A. N. Vliyanie azotifiksiruyuschih mikroorganizmov na produktivnost' yarovyh zernovykh kul'tur v usloviyah orosheniya [Tekst]/ A. N. Bondarenko, V. V. Chernyshkov // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK aridnykh territorij: teoriya i praktika: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. - M.: "Vestnik Rossijskoj akademii s. -- h. nauk", 2011. - S. 159-161.
3. GOST 28672-90 Yachmen'. Trebovaniya pri zagotovkah i postavkah [Tekst]. - 2010 - 6 s.
4. GOST 5060-86 Yachmen' pivovarennyj. Tehnicheskie usloviya [Tekst]. - 2010 - 6 s.
5. Zvolinskij, V. P. Osobennosti deyatel'nosti reguljatornykh veschestv [Tekst]/ V. P. Zvolinskij, N. Yu. Petrov, V. V. Chernyshkov // Innovacionnoe razvitie agrarnogo proizvodstva na aridnykh territoriyah. - M.: "Vestnik Rossijskoj akademii s. -- h. nauk", 2010. - S. 107-113.
6. Zvolinskij, V. P. Formirovanie agrofitocenozov sel'skohozyajstvennykh kul'tur pri raznourovnevoj intensifikacii proizvodstva v zone kashtanovykh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]/ V. P. Zvolinskij, V. V. Chernyshkov, E. N. Efremova // Innovacionnoe razvitie agrarnogo proizvodstva na aridnykh territoriyah. - M.: "Vestnik Rossijskoj akademii s. -- h. nauk", 2010 - S. 115-117.

7. Zvolinskij, V. P., Formirovanie produktivnosti yarovogo yachmenya pri raznourovnevoj intensifikacii proizvodstva v zone kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]/ V. P. Zvolinskij, V. V. Chernyshkov, L. A. Ignat'eva // Innovacionnoe razvitie agrarnogo proizvodstva na aridnyh territoriyah. - M.: "Vestnik Rossijskoj akademii s. -- h. nauk", 2010. - S. 117-120.

8. Mishina, O. Yu. Sovremennye podhody k innovaciyam v otechestvennoj otrasli pischevoj promyshlennosti [Tekst]/ O. Yu. Mishina // Strategicheskie orientiry innovacionnogo razvitiya APK v sovremennyh jekonomicheskikh usloviyah: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. - Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU. - 2016. - Tom 2. - S. 60-65.

9. Petrov, N. Yu. Kachestvo zerna rannih yarovyh kul'tur na kashtanovyh pochvah Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ N. Yu. Petrov, O. M. Velikanova // Agrarnyj vestnik Urala. - 2009. - № 9. - S. 57-59.

10. Petrov, N. Yu. Vliyanie priemov agrotehniki na urozhajnost' yarovogo yachmenya v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ N. Yu. Petrov, S. V. Golub', N. A. Petrova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2009. - № 1 (13). - S. 49-51.

11. Filin, V. I. Spravochnaya kniga po rastenievodstvu s osnovami programmirovaniya urozhaya [Tekst]/ V. I. Filin. - Volgograd, Volgogradskaya GSXA, 1994. - 274 s.

E-mail: drevinv@mail.ru

УДК 631.41

МЕТОД ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ФОСФОРА В ПОЧВЕ

METHOD OF REMOTE DETERMINATION OF THE PHOSPHORUS CONCENTRATION IN THE SOIL

С. С. Алиева¹, аспирант
М.И. Керимова², диссертант
S.S. Aliyeva, M. I. Kerimova

¹Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджан

²Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
г. Баку, Азербайджан

¹National Aerospace Agency, Baku, Azerbaijan,

²Azerbaijan State University of Oil and Industry

Отмечено, что все вопросы внесения в почву удобрений для повышения плодородности поля должны быть решены после тестовой проверки земли для определения количества в ней того или другого питательного вещества. Основными питательными веществами считаются азот (N), фосфор (P) и калий (K). Тестовая калибровка почвы проводится для определения степени корреляции между результатами тестов и количеством выращенного урожая на количество внесенного в почву удобрения. В статье рассмотрены вопросы усовершенствования процедуры тестовой калибровки и оптимизации всего цикла выращивания продукции с учетом концентрации P в почве и количества фосфорных удобрений, дополнительно вводимых в почву. Проанализированы условия прибыльного ведения сельскохозяйственности и возможности устранения погрешности определения концентрации фосфора средствами дистанционного зондирования. Показано, что для определения общего содержания фосфора в почве в процессе орошения или дренажа необходимо наличие информации о содержании P в используемой водной массе. При наличии P в исходно используемой водной массе необходимо использовать предложенный метод и алгоритм измерений, а при отсутствии фосфора в используемой воде хорошие результаты может дать использование корреляционной связи между содержанием P в использованной дренажной воде и в почве. Предложен метод и алгоритм для определения содержания P в почве, использующий результаты измерения содержания фосфора в воде и почве. Представлен упрощенный вариант предлагаемого метода для случая, когда дренажная вода не содержит в своем составе P.

It was noted that all the issues of applying fertilizers to the soil for increasing the fertility of the field should be resolved after a test check of the earth to determine the amount of this or that nutrient in it. The main nutrients are nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). Test soil calibration

is performed to determine the degree of correlation between the test results and the amount of crops grown per the amount of fertilizer applied to the soil. The article discusses the issues of improving the calibration procedure and optimization of the entire production cycle, taking into account the concentration of P in the soil and the amount of phosphorus fertilizers additionally introduced into the soil. The conditions for profitable farming and the possibility of eliminating the error in determining the concentration of phosphorus by means of remote sensing are analyzed. It is shown that to determine the total phosphorus content in the soil during irrigation or drainage, it is necessary to have information on the P content in the water mass used. In the presence of P in the initially used water mass, it is necessary to use the proposed method and measurement algorithm, and in the absence of phosphorus in the water used, a good correlation with the content of P in the used drainage water and in the soil can give good results. A method and algorithm for determining the P content in soil using the results of measuring the phosphorus content in water and soil is proposed. A simplified version of the proposed method is presented for the case when drainage water does not contain P in its composition.

Ключевые слова: почва, фосфорные удобрения, оптимизация, погрешность, прибыльность урожая, дистанционное зондирование, концентрация.

Key words: soil, phosphorus fertilizers, optimization, error, crop yield, remote sensing, concentration

Введение. Хорошо известно, что вопросы внесения в почву того или иного удобрения для повышения урожайности поля могут быть решены только после тестирования земель на предмет дефицита того или другого питательного вещества. К питательным веществам земель относят азот, фосфор и калий [1, 2].

Смысл тестовой калибровки почвы заключается в определении реакции корреляции между результатами тестов и реакцией выращенного урожая на внесенные в почву удобрения.

Целью настоящей статьи является усовершенствование процедуры тестовой калибровки и оптимизация всего цикла выращивания продукции с учетом концентрации P в почве и количества фосфорных удобрений, дополнительно вводимых в почву.

Материалы и методы. Общий механизм оптимизационной процедуры поясняется на рисунке 1.

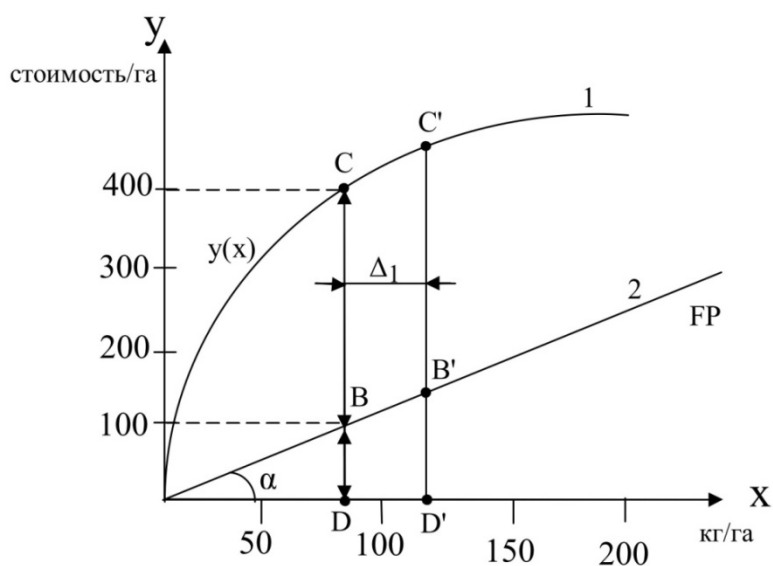


Рисунок 1 – Выбор оптимальной величины вносимого удобрения:
1 – кривая стоимости максимального урожая; 2 – кривая расходов удобрения

Для проведения оптимизационного анализа вводится на рассмотрение показатель VCR (максимальная величина отношения прибыль/расходы), определяемый как

$$VCR = \frac{y}{x}, \quad (1)$$

где y – прирост прибыли от урожая при привнесённом удобрении x .

Так, согласно рисунку 1,

$$y = CD - BD, \quad (2)$$

$$x = BD. \quad (3)$$

С учетом (1), (2), (3) имеем:

$$VCR = \frac{CD - BD}{BD} = \frac{CD}{BD} - 1. \quad (4)$$

При этом C , B , D подлежат экспериментальному определению на поле. В свою очередь, показатель x определяется как:

$$x = x_0 + \Delta x, \quad (5)$$

где x_0 – исходное содержание удобрения в почве; Δx – количество дополнительно введенного удобрения.

Очевидно, что точное определение x_0 имеет важное значение, т.к. всякая погрешность $\Delta 1$ в определении x_0 приведет к смещению точек C , B , D на величину $\Delta 1$ по абсциссу, а результирующий показатель VCR' уменьшится до значения

$$VCR' = \frac{C'D'}{B'D'} - 1. \quad (6)$$

Таким образом, общие потери в прибыльности урожая из-за погрешности определения x_0 могут быть определены как:

$$\Delta VCR = \frac{CD}{BD} - \frac{C'D'}{B'D'} \quad (7)$$

Можно показать, что погрешность $\Delta 1$ всегда компенсируема, независимо от величины $\Delta 1$ в случае следующего условия:

$$y'(x) = \frac{CD \cdot \operatorname{tg} \alpha}{BD} \quad (8)$$

Покажем это. Имеем:

$$C'D' = CD + y'(x) \cdot \Delta_1 \quad \text{при } x=D, \quad (9)$$

$$B'D' = BD + k \cdot \Delta_1 \quad \text{где } k = \operatorname{tg} \alpha. \quad (10)$$

Условие $\Delta VCR = 0$ с учетом (7) напомним как:

$$\frac{CD}{BD} = \frac{C'D'}{B'D'} \quad (11)$$

Из выражения (9) получим:

$$CD \cdot B'D' = BD + C'D'. \quad (12)$$

С учетом (9) – (12) получим:

$$CD \cdot BD + CD \cdot k \cdot \Delta_1 = BD \cdot CD + BD \cdot y'(x) \cdot \Delta_1. \quad (13)$$

Из (13) имеем:

$$\frac{CD}{BD} = \frac{y'(x)}{k}. \quad (14)$$

Физический смысл условия (14) заключается в том, что на оси x всегда имеется точка, где влияние погрешности измерения x полностью компенсируется. Однако практическое использование этого вывода проблематично по двум причинам:

1. Вероятность того, что на исследуемом поле концентрация x равна именно требуемому значению, определяемому выражением (14) и видом кривой $y(x)$, слишком мала.

2. Для определения x потребуется точный измеритель концентрации P , что невыполнимо.

Таким образом, практическим выходом из положения является усовершенствование существующих методов дистанционного зондирования, пригодных для применения в указанных целях.

Как отмечается в работе [3], такая бортовая аппаратура, как LANDSAT TM вполне пригодна для картирования изменений в элементном составе почвы.

Согласно [3], для измерения концентрации P в почве может быть использовано следующее уравнение:

$$C(P) = 4156 - 1690(R_{5,1}) + 2257(R_{7,3}),$$

где $R_{5,1}$ и $R_{7,3}$ являются спектральными отношениями.

$$R_{5,1} = \frac{k(5)}{k(1)}, \quad R_{7,3} = \frac{k(7)}{k(3)},$$

где: $k(5)$; $k(7)$ и $k(3)$ являются, соответственно, выходными сигналами 5, 1, 7 и 3-го каналов.

В таблице 1 приведены длины волн всех семи каналов LANDSAT TM.

Таблица 1

Канал	Длина волны, нм
1	450-520
2	520-600
3	630-900
4	760-900
5	1556-1750
6	-
7	2086-2350

Согласно работе [3], в настоящее время широко развита практика орошения различными водными отходами, содержащими такие питательные элементы, как K , Na , P . При этом, как было показано выше, концентрация таких питательных веществ должна быть проконтролирована для достижения максимального эффекта в растениеводстве. В настоящей статье нами предлагается балансный метод дистанционного контроля содержания P в почве.

Алгоритмически предлагаемый метод состоит из следующих шагов:

1. Определение концентрации P в почве до орошения поля $C(P)_{SO}$.
2. Определение концентрации P в оросительной воде до орошения $C(P)_{WO}$.
3. Определение концентрации P в почве после орошения $C(P)_{SO1}$.
4. Определение концентрации P в воде после орошения $C(P)_{WO1}$.
5. Вычисление абсолютной величины разницы:

$$\Delta_S = |C(P)_{SO} - C(P)_{SO1}|. \quad (15)$$

и общего количества внесенного в почву P , обозначаемого как $F_{1S}(P)$, используя данные зондирования оросительной воды до и после орошения.

6. Вычислим абсолютную величину разницы

$$\Delta_W = |C(P)_{WO} - C(P)_{WO1}| \quad (16)$$

и общего количества введенного в почву P , обозначаемого как $F_{1W}(P)$, используя данные зондирования до и после орошения.

7. Проверка условия:

$$F_{1S}(P) = F_{1W}(P). \quad (17)$$

Блок – схема алгоритма предлагаемого метода показана на рисунке 2.

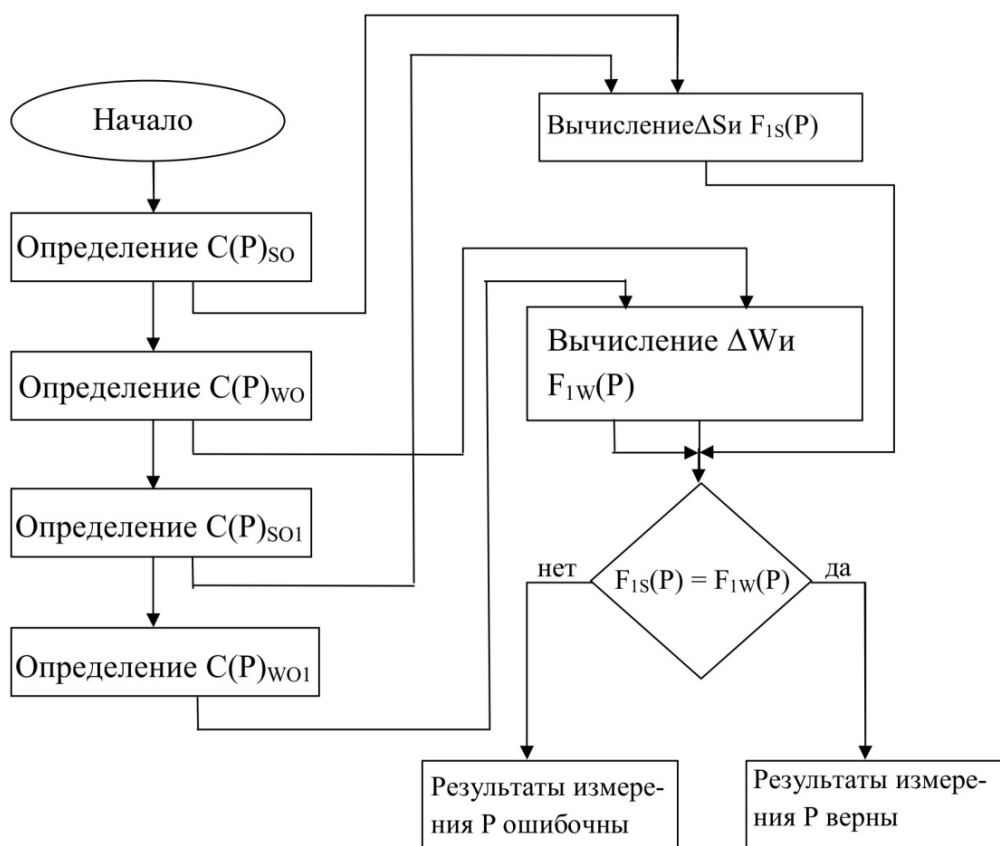


Рисунок 2 –Блок-схема алгоритма реализации предлагаемого метода

Результаты и обсуждение. Вкратце рассмотрим существующие методы дистанционного зондирования Р, пригодные для реализации предлагаемого метода.

Согласно работе [4], количество фосфора в почве может быть определено, если использовать методы производной спектроскопии по формуле:

$$TP = -0,213 \times \ln \left(\frac{(r'_{1444} - r'_{695})}{(r'_{1444} + r'_{695})} \right) + 2,865, \quad (18)$$

где $g'\lambda$ – значения первой производной спектра отражения на соответствующей длине волны λ .

Что касается измерения концентрации фосфора в воде, то согласно работе [5], компактное самолетное спектральное изображающее устройство CASI позволяет определить общее количество фосфора (TP) при использовании следующей формулы вычисления:

$$TP = 0,1981 \cdot \log \left(\frac{554}{675} \right) - 0,0371. \quad (19)$$

Вместе с тем, в случае орошения земель или дренажа с использованием водных ресурсов, свободных от Р, вышеприведенный алгоритм несколько упрощается, т.к. отсутствует необходимость измерения концентрации Р в исходной воде. Отметим, что дальнейшее упрощение алгоритма возможно при использовании результатов работы [6]. Согласно [6-10], существует достаточно сильная корреляционная связь между содержанием Р в почве z количеством фосфора (χ) в удаленной дренажной воде. В частности, согласно [6], имеет место следующее регрессионное уравнение, графически отображенное на рисунке 3.

$$\chi = 0,82 + 0,09z \quad (20)$$

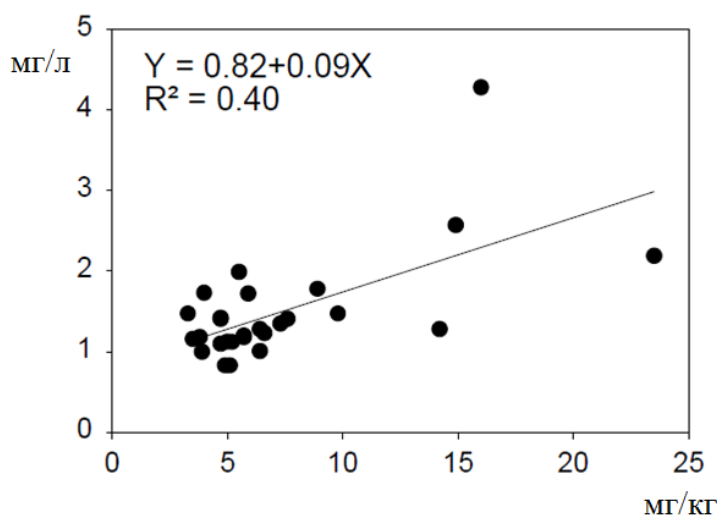


Рисунок 3 – Корреляционная связь между содержанием фосфора в почве, отмеченным по оси абсцисс, и количеством фосфора в удаленной воде, отмеченным по оси ординат

Из выражения (20) получаем:

$$z = \frac{\chi - 0,82}{0,09} \quad (21)$$

Следовательно, для определения χ достаточно дистанционно измерить величину χ , используя, к примеру, сенсор CASI на длинах волн 554 нм и 675 нм.

Заключение. Таким образом, показано, что для определения общего содержания фосфора в почве в процессе орошения или дренажа необходима информация о содержании Р в используемой водной массе. При наличии Р в водной массе необходимо использовать предложенный метод и алгоритм измерений, а при отсутствии фосфора в используемой воде хорошие результаты может дать использование корреляционной связи между содержанием Р в использованной дренажной воде и в почве.

В заключение сформулируем основные выводы проведенного исследования:

1. Проанализированы условия прибыльного ведения сельхоздеятельности и возможности устранения погрешности определения концентрации фосфора средствами дистанционного зондирования.

2. Предложены метод и алгоритм для определения содержания Р в почве, использующие результаты измерения содержания фосфора в воде и почве.

3. Представлен упрощенный вариант предлагаемого метода для случая, когда дренажная вода не содержит в своем составе Р.

Библиографический список

1. Nabhan H. Soil tests in relation to fertilizer recommendations. <https://ag.tennessee.edu/spp/Pages/soilfertilizerpubs.aspx>. – Дата обращения 05.07.2017.
2. Warncke D.D. Sampling Soils for Fertilizer and Lime Recommendations. Michigan State University Extension, Extension Bulletin E498, Reprinted September 2000. <https://forage.msu.edu/wp-content/uploads/2014/07/T0498-Sampling-Soils-for-Fertilizer-and-Lime-Recommendations.pdf>. – Дата обращения 05.07.2017.
3. Klatt J.G., Mallarino A.P., Allen B.L. Relationship between soil P and P in surface runoff and subsurface drainage: an overview of ongoing research. North Central Extension – Industry Soil Fertility Conference, 2002, v.18, Des Moines, IA, p.183-189. – Дата обращения 05.07.2017.
4. Lin Ch., Ma R., Zhu Q., Li J. Using hyper – spectral indices to detect soil phosphorus concentration for various land use patterns. Environ. Monitoring Assessment, 2015, 187, 4130. DOI:10.1007/s10661-014-4130-x. – Дата обращения 05.07.2017.
5. Shafique N.A., Fulk F., Autrey B.C., Flotemersch J. Hyperspectral Remote Sensing of Water Quality Parameters for Large Rivers in the Ohio River Basin. https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dir EntryId=81251. Дата обращения 05.07.2017.
6. Maruthi Sridhar B.B., Vincent R.K. Mapping and estimation of chemical concentrations in surface soils using Landsat TM satellite imagery. www.cdn.intechweb.org/pdfs/11701.pdf. – Дата обращения 05.07.2017.
7. Addiscott, T.M., D. Brockie, J.A. Catt, D.G. Christian, G.L. Harris, K.R. Howse, N.A. Mirza, and T.J. Pepper. 2000. Phosphate losses through field drains in a heavy cultivated soil. Journal of Environmental Quality vol.29, pp.522–532.doi:10.2134/ jeq2000.00472425002900020021x. – Дата обращения 05.07.2017.
8. Agrawal, S.G., K.W. King, J.F. Moore, P. Levison, and J. McDonald. 2011. Use of industrial byproducts to filter phosphorus and pesticides in golf green drainage water. Journal of Environmental Quality, vol. 40, pp.1273–1280.doi:10.2134/ jeq2010.0390. – Дата обращения 05.07.2017.
9. Klatt J.G., Mallarino A.P., Allen B.L. Relationship Between Soil P and P in Surface and Subsurface Drainage: an Overview of Ongoing Research. http://www.agronext.iastate.edu/soilfertility/info/NC-Ext-Ind_2002_Penv.Publ.pdf. – Дата обращения 05.07.2017.
10. Howard A.E., Olson B.M., Cooke S.E. Impact of Soil Phosphorus Loading on Water Quality in Alberta: A Review. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/sag11864/\\$FILE/vol-5-impact--of-p-loading.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/sag11864/$FILE/vol-5-impact--of-p-loading.pdf). – Дата обращения 05.07.2017.

Reference

1. Nabhan H. Soil tests in relation to fertilizer recommendations. <https://ag.tennessee.edu/spp/Pages/soilfertilizerpubs.aspx>. – Data obrascheniya 05.07.2017.
2. Warncke D.D. Sampling Soils for Fertilizer and Lime Recommendations. Michigan State University Extension, Extension Bulletin E498, Reprinted September 2000. <https://forage.msu.edu/wp-content/uploads/2014/07/T0498-Sampling-Soils-for-Fertilizer-and-Lime-Recommendations.pdf>. – Data obrascheniya 05.07.2017.
3. Klatt J.G., Mallarino A.P., Allen B.L. Relationship between soil P and P in surface runoff and subsurface drainage: an overview of ongoing research. North Central Extension – Industry Soil Fertility Conference, 2002, v.18, Des Moines, IA, p.183-189. – Data obrascheniya 05.07.2017.
4. Lin Ch., Ma R., Zhu Q., Li J. Using hyper – spectral indices to detect soil phosphorus concentration for various land use patterns. Environ. Monitoring Assessment, 2015, 187, 4130. DOI:10.1007/s10661-014-4130-x. – Data obrascheniya 05.07.2017.
5. Shafique N.A., Fulk F., Autrey B.C., Flotemersch J. Hyperspectral Remote Sensing of Water Quality Parameters for Large Rivers in the Ohio River Basin. https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dir EntryId=81251. – Data obrascheniya 05.07.2017.
6. Maruthi Sridhar B.B., Vincent R.K. Mapping and estimation of chemical concentrations in surface soils using Landsat TM satellite imagery. www.cdn.intechweb.org/pdfs/11701.pdf. – Data obrascheniya 05.07.2017.
7. Addiscott, T.M., D. Brockie, J.A. Catt, D.G. Christian, G.L. Harris, K.R. Howse, N.A. Mirza, and T.J. Pepper. 2000. Phosphate losses through field drains in a heavy cultivated soil. Journal of Environmental Quality vol.29, pp.522–532.doi:10.2134/jeq2000.00472425002900020021x. – Data obrascheniya 05.07.2017.
8. Agrawal, S.G., K.W. King, J.F. Moore, P. Levison, and J. McDonald. 2011. Use of industrial byproducts to filter phosphorus and pesticides in golf green drainage water. Journal of Environmental Quality, vol. 40, pp.1273–1280.doi:10.2134/jeq2010.0390. – Data obrascheniya 05.07.2017.
9. Klatt J.G., Mallarino A.P., Allen B.L. Relationship Between Soil P and P in Surface and Subsurface Drainage: an Overview of Ongoing Research. http://www.agronext.iastate.edu/soilfertility/info/NC-Ext-Ind_2002_Penv.Publ.pdf. – Data obrascheniya 05.07.2017.
10. Howard A.E., Olson B.M., Cooke S.E. Impact of Soil Phosphorus Loading on Water Quality in Alberta: A Review. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/sag11864/\\$FILE/vol-5-impact--of-p-loading.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/sag11864/$FILE/vol-5-impact--of-p-loading.pdf). – Data obrascheniya 05.07.2017.

E-mail: sevdaaliyeva06.01@gmail.com

УДК 630.416.16:630.521.2

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ НА ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПРИКАМЬЯ

INFLUENCE OF THE SIZE OF SPRUCES ON THEIR SUSTAINABILITY UNDER THE CONDITIONS OF THE KAMA RIVER REGION

Л.А. Иванчина¹, аспирантС.В. Залесов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессорЕ.И. Косенкова², преподаватель

L.A. Ivanchina, S.V. Zalesov, E.I. Kosenkova

¹Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург²Пермский государственный медицинский университет им. Е.А. Вагнера, г. Пермь¹Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg²Perm State Medical University named after E.A. Wagner, Perm

Исследования проводились в одновозрастных еловых древостоях, произрастающих в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Пермского края. Целью исследований являлось установление устойчивости деревьев ели к усыханию в зависимости от их диаметра на высоте 1,3 м. На основании материалов 10 пробных площадей проведен анализ основных статистических по-

казателей диаметров деревьев ели по категориям санитарного состояния. Согласно результатам исследований, средние диаметры старого сухостоя значительно не отличаются от средних диаметров древостоев в целом. Средние диаметры усыхающих деревьев и свежего сухостоя значительно выше средних диаметров древостоев. Максимальное количество ослабленных деревьев сосредоточено в ступени толщины 12 см, что значительно ниже показателей средних диаметров древостоев на пробных площадях. Также значения средних диаметров ослабленных деревьев ниже значений средних диаметров древостоев пробных площадей в целом. Указанное свидетельствует о затухании очагов усыхания, поскольку естественный отпад в одновозрастных древостоях происходит за счет деревьев, отставших в росте. Таким образом, процесс усыхания еловых древостоев можно условно разделить на три этапа. На первом этапе усыхание наблюдается во всех ступенях толщины. На втором – отмирают наиболее крупные деревья, что служит сигналом затухания очага усыхания. На третьем этапе в отпад постепенно переходят отставшие в росте ослабленные деревья. Другими словами, в насаждении наблюдается естественное изреживание древостоев. Данные об этапах усыхания еловых древостоев могут быть использованы при планировании и проведении санитарно-оздоровительных мероприятий.

The studies were carried out in even-aged spruce stands growing in the zone of coniferous-broad-leaved (mixed) forests of Perm Krai. The aim of the research was to determine the sustainability of spruce trees to desiccation, depending on their diameter at an altitude of 1.3 m. Based on the materials of 10 trial plots, the analysis of the main statistical indicators of spruce diameter by sanitary condition categories was carried out. According to the results of the research, the average diameter of the old dead standing trees does not significantly differ from the average diameter of the stands in general. The average diameters of drying and fresh dead standing trees are much higher than the average diameter of the stands. The maximum number of weakened trees is concentrated in a diameter class of 12 cm, which is much lower than the average diameter of stands in trial plots. Also, the mean diameters of weakened trees are lower than the mean diameter of the stands of trial plots in general. This indicates degeneration of foci of desiccation, since natural decay in single-aged stands occurs at the expense of trees that have lagged behind in growth. Thus, the process of desiccation of spruce stands can be divided into three stages. At the first stage, desiccation occurs at all levels of thickness. On the second one the largest trees die, which is a signal for the degeneration of the focus of desiccation. At the third stage, weakened trees, which have lagged behind in growth, gradually start to drain. In other words, there is a natural thinning of the stands in the plantation. Data on the stages of desiccation of spruce stands can be used in planning and conducting sanitary measures.

Ключевые слова: *Пермский край, зона хвойно-широколиственных (смешанных) лесов, усыхание, одновозрастные ельники, средний диаметр, естественный отпад.*

Key words: *Permsky Krai, coniferous-broad-leaved (mixed) forest zone, desiccation, even-aged spruce stands, average diameter, natural decay.*

Введение. Размер дерева во многом определяет его состояние и устойчивость. Общеизвестно [8], что в процессе естественного изреживания дерева, господствующие в древесном пологе древостоя, получают преимущества в конкурентной борьбе. Кроме того, крупные деревья с толстыми стволами и, соответственно, с толстой корой, меньше страдают от механических повреждений в рекреационных лесах [1, 2], а также лучше защищены от теплового воздействия низовых лесных пожаров [12]. От размеров деревьев во многом зависит и патологический отпад деревьев. Так, рядом авторов отмечается [13, 5] высокая зависимость поражения деревьев стволовыми гнилями на высоте 1,3 м от их диаметра и возраста. Старовозрастные крупномерные деревья в большей степени поражаются стволовой гнилью, чем более молодые, тонкомерные в лесопарках г. Екатеринбурга и Санкт-Петербурга [3, 4].

Для одновозрастных древостоев процесс естественного изреживания проявляется чаще всего в отпаде отставших в росте тонкомерных деревьев. В разновозрастных древостоях, наоборот, чаще отмирают наиболее крупные перестойные деревья, обуславливая возможность роста тонкомерному молодому поколению [8].

В последние годы в лесах бореальной зоны обострилась проблема усыхания еловых древостоев [14, 15]. О причинах усыхания до настоящего времени среди ученых нет единого мнения. Поэтому установление влияния размеров деревьев ели на их усыхание имеет несомненное научное и практическое значение. На юге Пермского края, в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов, наблюдается расширение очагов усыхания еловых насаждений [7]. Однако исследования по установлению причин и последствий усыхания ведутся лишь отдельными энтузиастами, что не позволяет комплексно решить проблему минимизации ущерба от усыхания еловых древостоев. Последнее определило направление и актуальность наших исследований.

Материалы и методы. Цель исследования – установление устойчивости деревьев ели к усыханию в зависимости от их диаметра на высоте 1,3 м в условиях одно-возрастных еловых древостоев Прикамья.

Объектом исследований служили одновозрастные еловые древостои Чайковского и Очерского лесничеств, расположенных в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Пермского края [10].

В процессе исследований заложено 10 пробных площадей (ПП). ПП закладывались по общеизвестной апробированной методике [9]. На каждой ПП проводился сплошной пересчет деревьев с измерением диаметра и определением категории санитарного состояния каждого дерева. Категория санитарного состояния определялась в соответствии с Правилами санитарной безопасности в лесах [11].

ПП закладывались в смешанных по составу насаждениях трёх типов леса: ельнике кисличном (Е. к.), ельнике зеленомошном (Е. зм.), ельнике липняковом (Е. лп.).

Статистическая обработка полученных данных выполнена в программе Microsoft Office Excel. Для каждой выборки значений ступеней толщины по категориям санитарного состояния были рассчитаны следующие статистические показатели: минимальные и максимальные значения ступеней толщины в выборке, средневзвешенные значения диаметров по густоте и по запасу древостоев, значения моды (наиболее часто встречающиеся ступени толщины) [6].

Результаты и обсуждение. Согласно таксационным характеристикам заложенных в ходе исследований ПП (таблица 1), все исследуемые насаждения характеризуются относительно высокой продуктивностью. Возраст древостоев варьирует от 63 до 86 лет.

Таблица 1 – Таксационная характеристика древостоев после усыхания деревьев ели

№ ПП	Состав по элементам леса	Возраст, лет	Средние		Густота, шт/га	Полнота		Класс бонитета	Запас, м ³ /га			
			Диаметр, см	Высота, м		Абсолютная, м ² /га	Относительная		Общий	В т.ч. растущего	В т.ч. сухостоя	В т.ч. захламленность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тип леса – Е. лп.												
3	2Е	86	23,1	21,8	89	4	0,1	II	220	40	81	99
	4Ос		15,1	17	545	10	0,4		89	80	-	9
	4Б		31,1	26,9	93	7	0,3		95	85	1	9
	1П		12,6	13	8	0,1	-		7	1	4	2
	Итого		-	19,7	736	21	0,8		411	206	86	119
6	1Е	71	16,1	11,9	158	3	0,1	IV	526	69	324	133
	4Б		30,9	20,9	147	11	0,4		138	116	22	-

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	4Ос	71	19,7	16,6	453	14	0,6		149	123	-	26
	1Лп		30,4	21	74	5	0,2		22	22	-	-
	+П		12,1	8,2	95	1	-		21	6	3	12
Итого			-	15,7	926	35	1,0		856	336	349	171
7	2Е	86	22,7	21,4	192	8	0,2	II	183	84	91	8
	1П		15,9	16,3	347	7	0,3		85	60	4	21
	+Б		25,9	21,8	52	3	0,1		41	30	1	10
	7Лп		37,6	27,3	291	32	1,0		397	385	-	12
Итого			-	21,7	883	50	1,0		706	559	96	51
Тип леса – Е. к.												
4	6Е	73	23,0	24,9	267	11	0,3	I	302	137	146	19
	1П		26,4	24,5	37	2	0,1		24	23	1	-
	2Б		18,2	19,1	253	7	0,3		66	60	1	5
	1Ос		19,2	20,2	103	3	0,1		36	28	2	6
Итого			-	22,2	659	23	0,8		428	248	150	30
10	5Е	81	23,1	16,2	233	10	0,3	III	412	100	178	134
	5П		27,9	17,9	222	13	0,5		186	113	34	39
	Итого			-	17,1	456	23		0,8	598	213	212
13	3Е	77	23,8	21,3	227	10	0,3	II	266	110	89	67
	6П		24,9	21,9	507	25	1,0		334	261	47	26
	1Ос		20,6	22,6	60	2	0,1		23	23	-	-
	Итого			-	21,9	793	37		1,0	623	394	136
14	4Е	73	22,2	17,3	261	10	0,3	III	245	102	102	41
	5С		35,9	23,8	107	11	0,4		119	114	2	3
	1П		17,9	14,7	85	2	0,1		20	18	-	2
	Итого			-	18,6	453	23		0,8	384	234	104
Тип леса – Е. зм.												
11	8Е	63	21,8	21	435	16	0,4	I	341	184	116	41
	2С		32,0	24,6	56	5	0,2		52	51	1	-
	Итого			-	22,8	491	21		0,6	393	235	117
12	10Е	67	25,2	19,9	438	22	0,6	I	644	232	363	49
	+С		32,0	23,5	13	1	0,04		10	10	-	-
	+П		8,0	9,3	63	0,3	0,01		3	1	-	2
	Итого			-	17,6	513	23		0,7	657	243	363
15	6Е	76	22,5	22	261	10	0,3	I	226	116	78	32
	4С		29,6	25,8	75	5	0,2		65	65	-	-
	Итого			-	23,9	336	15		0,5	291	181	78

Согласно материалам исследований, в древостоях всех ПП имеются сухостойные деревья ели, количество которых варьирует от 28,4 до 69,6 % (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение деревьев ели по категориям санитарного состояния, шт./га %

№ ПП	Количество деревьев по категориям санитарного состояния						Итого
	I	II	III	IV	V	VI	
1	2	3	4	5	6	7	8
Тип леса ельник липняковый (Е. лп.)							
3	<u>36</u> 19,15	<u>16</u> 8,51	<u>16</u> 8,51	-	<u>4</u> 2,13	<u>116</u> 61,7	<u>188</u> 100
6	<u>54</u> 16,93	<u>43</u> 13,48	-	-	<u>52</u> 16,3	<u>170</u> 53,29	<u>319</u> 100
7	<u>98</u> 49,75	<u>28</u> 14,21	<u>10</u> 5,08	<u>5</u> 2,54	<u>13</u> 6,6	<u>43</u> 21,83	<u>197</u> 100

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Тип леса ельник кисличный (Е. к.)							
4	$\frac{159}{40,3}$	$\frac{29}{7,3}$	-	$\frac{8}{2,0}$	$\frac{41}{10,4}$	$\frac{158}{40}$	$\frac{395}{100}$
10	$\frac{156}{33,3}$	$\frac{56}{11,9}$	$\frac{11}{2,4}$	$\frac{11}{2,4}$	$\frac{67}{14,3}$	$\frac{167}{35,7}$	$\frac{467}{100}$
13	$\frac{132}{43,1}$	$\frac{41}{13,4}$	$\frac{13}{4,2}$	-	-	$\frac{120}{39,2}$	$\frac{306}{100}$
14	$\frac{129}{46,4}$	$\frac{22}{7,9}$	$\frac{8}{2,9}$	$\frac{4}{1,4}$	$\frac{21}{7,6}$	$\frac{94}{33,8}$	$\frac{278}{100}$
Тип леса ельник зеленомошный (Е. зм.)							
11	$\frac{242}{45,92}$	$\frac{18}{3,42}$	$\frac{31}{5,88}$	-	-	$\frac{236}{44,8}$	$\frac{527}{100}$
12	$\frac{239}{27,6}$	$\frac{25}{2,89}$	$\frac{25}{2,89}$	$\frac{51}{5,89}$	$\frac{212}{24,49}$	$\frac{314}{36,25}$	$\frac{866}{100}$
15	$\frac{174}{50,73}$	$\frac{17}{4,96}$	$\frac{32}{9,33}$	-	$\frac{4}{1,2}$	$\frac{116}{33,79}$	$\frac{343}{100}$

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что на ряде ПП имеют место усыхающие деревья. Последнее служит надёжным доказательством того, что, несмотря на высокую долю отпада, процесс усыхания ели продолжается.

Результаты исследований свидетельствуют, что средневзвешенные значения диаметров деревьев различных категорий санитарного состояния, установленные по показателям их запаса, на всех ПП превышают аналогичные значения, установленные по густоте (таблица 3).

В большинстве случаев максимальное количество ослабленных деревьев сосредоточено в ступени 12 см, что значительно ниже показателя средних диаметров древостоев на ПП. Кроме того, значения средних диаметров ослабленных деревьев также ниже значений средних диаметров древостоев ПП в целом. Указанное свидетельствует о затухании очагов усыхания, поскольку естественный отпад в одновозрастных древостоях происходит за счет деревьев, отставших в росте.

Таблица 3 – Статистические показатели диаметров
на высоте 1,3 м деревьев ели в очагах усыхания

№ ПП	Показатель	Категория санитарного состояния						Итого по ПП
		I	II	III	IV	V	VI	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип леса ельник липняковый (Е. лп.)								
3	Макс-мин	32-16	32-8	44-20			36-8	44-8
	Сред. взвеш. по густоте	24,4	15,6	28			19,5	20,1
	Сред. взвеш. по запасу	26,6	24,5	36,3			29,1	29,1
	Мода	28	12	24			8	8
6	Макс-мин	32-8	64-8			44-16	64-8	64-8
	Сред. взвеш. по густоте	14	23,3			30,4	32,2	26,6
	Сред. взвеш. по запасу	26,3	56,6			36,3	51,1	49,3
	Мода	*	*			32	*	12
7	Макс-мин	40-12	32-8	20-16		64-32	56-8	64-8
	Сред. взвеш. по густоте	24,5	14,6	18		46,7	24	22,9
	Сред. взвеш. по запасу	32,8	22,5	18,6		54,7	44,5	40,1
	Мода	20	12	*		*	24	12

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип леса ельник кисличный (Е. к.)								
4	Макс-мин	44-12	16-8		28-24	44-12	44-8	44-8
	Сред. взвеш. по густоте	25,6	12,7		26	29,4	17,7	20,4
	Сред. взвеш. по запасу	30,2	14,2		26,3	35	27,3	29,5
	Мода	24	12		*	28	8	12
10	Макс-мин	36-8	36-8			36-28	48-8	48-8
	Сред. взвеш. по густоте	21,1	19,2			31,3	28,8	25
	Сред. взвеш. по запасу	32,2	30,4			32,5	35,9	33,8
	Мода	36	20			28	28	*
13	Макс-мин	36-8	36-8	28-8			44-8	44-8
	Сред. взвеш. по густоте	23,5	20,9	17,3			20,7	21,6
	Сред. взвеш. по запасу	28,7	30,4	25,3			33,6	31
	Мода	20	*	*			*	20
14	Макс-мин	40-8	20-8	24-20		48-24	48-8	48-8
	Сред. взвеш. по густоте	23,1	12,2	22		38,4	24,9	22,3
	Сред. взвеш. по запасу	32,7	17,1	22,4		42,8	33,6	33,8
	Мода	*	8	*		*	*	8
Тип леса ельник зеленомошный (Е. зм.)								
11	Макс-мин	44-8	28-8	28-8			32-8	44-8
	Сред. взвеш. по густоте	22,3	12,9	19,4			21,7	20,7
	Сред. взвеш. по запасу	28,8	19,9	25,9			25,5	27
	Мода	28	12	28			24	20
12	Макс-мин	52-8	60-8	24-16	36-24	48-16	44-8	60-8
	Сред. взвеш. по густоте	21,2	22,4	20	30	28,9	23,2	24
	Сред. взвеш. по запасу	35,6	55,9	21,9	31,7	35,7	30,1	35,2
	Мода	20	12	*	*	*	*	20
15	Макс-мин	36-8	36-12	24-16			44-8	44-8
	Сред. взвеш. по густоте	22,7	17,5	18,5			23,6	22,2
	Сред. взвеш. по запасу	26,5	27,7	19,7			30,4	27,8
	Мода	24	12	16			24	24

*- выборка многомодальная

Текущий отпад деревьев (IV и V категории санитарного состояния) происходит преимущественно за счет наиболее крупных деревьев, поскольку значения средних диаметров отмирающих деревьев и свежего сухостоя значительно выше значений средних диаметров древостоев ПП. Особо следует отметить, что средние диаметры старого сухостоя близки к значениям средних диаметров древостоев. Другими словами, усыхание одновозрастных еловых древостоев в условиях Прикамья условно можно разделить на три этапа или фазы. На первом этапе усыхают деревья во всех ступенях толщины и усыхание протекает достаточно быстро. Затем усыхание замедляется и, что соответствует второму этапу, усыхают наиболее крупные деревья. При затухании очагов в оставшейся жизнеспособной части древостоя изреживание начинает вновь происходить за счет наиболее тонких, отставших в росте деревьев. То есть в древостое начинается действовать закон естественного изреживания.

Заключение. Можно сделать следующие выводы:

1. На юге Пермского края, в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов, наблюдается массовое усыхание еловых насаждений.

2. Процесс усыхания можно условно разделить на три стадии или этапа. На первой стадии усыхание наблюдается во всех ступенях толщины. На второй стадии отмирают наиболее крупные деревья, что служит сигналом затухания очага усыхания. На третьей стадии в отпад постепенно переходят отставшие в росте ослабленные деревья. Другими словами, в насаждении наблюдается естественный отпад.

3. Данные о стадиях усыхания еловых насаждений могут быть использованы при планировании и проведении санитарно-оздоровительных мероприятий и, в частности, выборочных санитарных рубок.

Библиографический список

1. Бунькова, Н.П. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга [Текст] / Н.П. Бунькова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 124 с.
2. Данчева, А.В. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника [Текст] / А.В. Данчева, С.В. Залесов, Б.М. Муканов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 195 с.
3. Добровольский, А.А. Учет естественного отпада древесных пород в парке ГМЗ «Ораниембаум» [Текст] / А.А. Добровольский, В.Ю. Нешатаев // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка: матер. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – СПб.: СПбГЛТА, 2007. – С. 21-25.
4. Залесов, С.В. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках [Текст] / С.В. Залесов, Е.В. Колтунов, Р.Н. Лаишевцев // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 56-58.
5. Зинченко, О.В. Динамика санитарного состояния деревьев сосны в насаждениях, ослабленных разными факторами [Текст] / О.В. Зинченко // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2013. – № 10 (153). – Вып. 23. – С. 13-20.
6. Ивантер, Э.В. Введение в количественную биологию [Текст] : учеб. пособие / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. – 302 с.
7. Иванчина, Л.А. Усыхание еловых древостоев на юге Пермского края [Электронный ресурс] / Л.А. Иванчина // Аграрное образование и наука (Электронный журнал). – 2016. – № 3. – Режим доступа: URL: <http://con.urgau.ru/ru/issues/17/articles/304>. (Дата обращения: 14.11.2016).
8. Луганский, Н.А. Лесоведение [Текст] / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. – 432 с.
9. Основы фитомониторинга [Текст] : учеб. пособие / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 89 с.
10. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации [Текст]: утверждены Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 (ред. от 23.12.2014 г.) (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2014 г. № 34186).
11. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах [Текст]: утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2017 г. № 607.
12. Шубин, Д.А. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края [Текст] / Д.А. Шубин, С.В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 127 с.
13. Экологическое состояние зеленых насаждений [Текст] / Ю.М. Авдеев, А.Е. Костин, Д.В. Титов, Ю.П. Попов // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 7. – С. 114-118.
14. Müller J., Bubler H., Gobner M. et al. The European spruce bark beetle *ips typographus* in a national park: from pest to keystone species // Biodiversity and Conservation. 2008. - Vol. 17. - no.12. - P. 2979-3001.
15. Negron J.F., Bentz B.J., Fettig C.J. et al. US Forest Service bark beetle research in the western United States: Looking toward the future // Journal of Forestry. 2008. - Vol.106. - P. 325-331.

References

1. Bun'kova, N. P. Rekreacionnaya ustojchivost' i emkost' sosnovykh nasazhdenij v lesoparkah g. Ekaterinburga [Tekst] / N. P. Bun'kova. - Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2016. - 124 s.
2. Dancheva, A. V. Vliyanie rekreacionnykh nagruzok na sostoyanie i ustojchivost' sosnovykh nasazhdenij Kazahskogo melkosopochnika [Tekst] / A. V. Dancheva, S. V. Zalesov, B. M. Mukanov. - Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2014. - 195 s.
3. Dobrovolskij, A. A. Uchet estestvennogo otpada drevesnykh porod v parke GMZ "Oranienbaum" [Tekst] / A. A. Dobrovolskij, V. Yu. Neshataev // Sovremennye problemy i perspektivy racional'nogo lesopol'zovaniya v usloviyah rynka: mater. Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. molodykh uchenykh. - SPb.: SPbGLTA, 2007. - S. 21-25.

4. Zalesov, S. V. Osnovnye faktory porazhennosti sosny kornevymi i stvolovymi gnilyami v gorodskih lesoparkah [Tekst]/ S. V. Zalesov, E. V. Koltunov, R. N. Laishevcev // Zashita i karantin rastenij. - 2008. - № 2. - S. 56-58.

5. Zinchenko, O. V. Dinamika sanitarnogo sostoyaniya derev'ev sosny v nasazhdeniyah, oslablennykh raznymi faktorami [Tekst]/ O. V. Zinchenko // Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Estestvennye nauki. - 2013. - № 10 (153). - Vyp. 23. - S. 13-20.

6. Ivanter, }. V. Vvedenie v kolichestvennyuyu biologiyu [Tekst] : ucheb. posobie / }. V. Ivanter, A. V. Korosov. - Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2011. - 302 s.

7. Ivanchina, L. A. Usyhanie elovykh drevostoev na yuge Permskogo kraia [}lektronnyy resurs]/ L. A. Ivanchina // Agrarnoe obrazovanie i nauka (}lektronnyy zhurnal). - 2016. - № 3. - Rezhim dostupa: URL: <http://con.urgau.ru/ru/issues/17/articles/304>. (Data obrascheniya: 14.11.2016).

8. Luganskij, N. A. Lesovedenie [Tekst]/ N. A. Luganskij, S. V. Zalesov, V. N. Luganskij. - Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2010. - 432 s.

9. Osnovy fitomonitoringa [Tekst] : ucheb. posobie / N. P. Bun'kova, S. V. Zalesov, E. A. Zoteeva, A. G. Magasumova. - Ekaterinburg: UGLTU, 2011. - 89 s.

10. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nykh zon Rossijskoj Federacii i perechnya lesnykh rajonov Rossijskoj Federacii [Tekst]: utverzhdeny Prikazom Minprirody Rossii ot 18.08.2014 g. № 367 (red. ot 23.12.2014 g.) (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 29.09.2014 g. № 34186).

11. Ob utverzhdenii Pravil sanitarnoj bezopasnosti v lesah [Tekst]: utverzhdeny Postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 20 maya 2017 g. № 607.

12. Shubin, D. A. Posledstviya lesnykh pozharov v sosnyakh Priobskogo vodoohrannogo sosnovno-berezovogo lesohozyajstvennogo rajona Altajskogo kraia [Tekst]/ D. A. Shubin, S. V. Zalesov. - Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2016. - 127 s.

13. }kologicheskoe sostoyanie zelenykh nasazhdenij [Tekst]/ Yu. M. Avdeev, A. E. Kostin, D. V. Titov, Yu. P. Popov // Vestnik KrasGAU. - 2017. - № 7. - S. 114-118.

14. M?ller J., Bubler H., Gobner M. et al. The European spruce bark beetle ips typographus in a national park: from pest to keystone species // Biodiversity and Conservation. 2008. - Vol. 17. - no.12. - P. 2979-3001.

15. Negron J.F., Bentz B.J., Fettig C.J. et al. US Forest Service bark beetle research in the western United States: Looking toward the future // Journal of Forestry. 2008. - Vol.106. - P. 325-331.

E-mail: ivanchina.ludmila@yandex.ru

УДК 631.582

ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЯРОВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ С РАЗЛИЧНЫМИ ОБРАБОТКАМИ ПОЧВЫ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

WATER SAFETY OF SPRING CROPS IN NORTHERN PERFORMANCE WITH DIFFERENT SOIL PROCESSING IN THE DRY VELOCITY ZONE OF THE LOWER VOLGA REGION

В.Ю. Селиванова, научный сотрудник

V.U. Selivanova

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

Nizhne-Volzhsky Research Institute of Agriculture – branch of Federal Scientific Center of agroecology RAS, Volgograd region, Gorodishchensky district, Regional agricultural experimental station

Правильный подбор культур в севообороте способствует достижению лучших результатов в плане урожайности и качества зерна, а технология возделывания в сочетании с оптимально подобранной обработкой почвы влияет на все факторы роста и развития сельскохозяйственных культур. Не стоит забывать о том, что оптимально подобранная обработка позволяет со-

хранять всю агрономическую ценность почвы. Результаты научных исследований за 2014-2016 годы по динамике запасов продуктивной влаги почвы в зависимости от основной обработки в условиях засушливого климата сухостепной зоны светло-каштановых почв Нижнего Поволжья в четырехпольном севообороте выявили преимущества безотвальной обработки почвы перед обычной вспашкой. Доказано, что безотвальная обработка способна накапливать и усваивать большее количество продуктивной влаги, что способствует хорошим результатам по урожайности. Несмотря на интенсивность года, преимущество безотвальной обработки видно во всех учетах, проводимых на опыте. Проводя мониторинг по содержанию гумуса в слое 0-30 см в почве севооборота на представленном участке, можем наблюдать варьирование показателей, не превышающих $\pm 0,04$ по отвальной обработке, $\pm 0,02$ по безотвальной обработке и $\pm 0,08$ по поверхностной. Из этого делаем вывод, что основные обработки в четырехпольном севообороте щадяще воздействуют на гумусовый горизонт, рекомендуются для светло-каштановых почв сухостепной зоны Нижнего Поволжья.

The right choice of crops in crop rotation helps to achieve better results in terms of yield and quality of grain and cultivation technology combined with optimally matched tillage affect all the factors of growth and development of crops. It should be remembered that the optimal selection of tillage makes it possible to preserve all agronomic value of the soil. The results of scientific research for 2014 - 2016 on the dynamics of productive soil moisture reserves, depending on the basic tillage in the arid climate of the dry steppe zone of light chestnut soils in the Lower Volga region, revealed the advantages of the subsurface tillage over the conventional plowing in the four-course rotation. It is proved that subsurface tillage makes soil able to accumulate and absorb a greater quantity of productive moisture, which contributes to the good results in terms of yield. Despite the intensity of the year, the advantages of the subsurface tillage are seen in all the records in the experiment. Doing monitoring on the humus content in 0 - 30 cm soil layer in crop rotation on the presented plot, we can observe a variation of indicators not exceeding 0.04 for the moldboard plow, 0.02 for the subsurface and 0.08 for the surface tillage. From this we conclude that the main tillages in the four-course crop rotation make a sparing effect on the humus-accumulated horizon. Recommended for light chestnut soils of the dry steppe zone of the Lower Volga region.

Ключевые слова: почва, влага, способы основной обработки почв, составляющие суммарного водопотребления, урожайность, севооборот.

Key words: soil, moisture, primary tillage methods, components of the total water consumption, crop-ness, crop rotation.

Введение. Сухостепная зона светло-каштановых почв Нижнего Поволжья по климатическим условиям относится к территории неустойчивого увлажнения, что отрицательно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Чередование культур в севообороте в сочетании с различными обработками позволяет выявить более приемлемые условия для возделывания зерновых культур [1, 3, 5, 6, 10]. Разработка научно-обоснованных требований к сухому земледелию помогает правильно организовывать процесс возделывания культур и аккумулировать запасы влаги и осадки, направляя их на получение более высоких результатов продуктивности [2, 4, 7, 8, 9].

Материалы и методы. Объектом исследований являются севообороты (фактор А), варианты основной обработки почв (фактор Б).

Размещение вариантов (А) последовательное и вариантов (Б) блоками в три яруса. Всего 153 делянки. Длина делянки 70 м. Ширина делянки общая 7,6 м, учетная 2,1 м. Площадь делянки 532 м², учетная 147 м. Повторность трехкратная. Обработка почвы проводится следующими почвообрабатывающими орудиями: отвальная обработка – на глубину 0,25-0,27 м плугом ПН-4-35, безотвальная обработка – на глубину 0,20-0,22 м орудием ОЧО-5-40, поверхностная обработка – на глубину 0,08-0,10 м БДТ-3 (двукратно).

Таблица 1 – Схема опыта

№ севооборота	Культуры и их чередование (фактор А)	Структура севооборотов, %			Вариант основной обработки почвы фактор Б		
		Черный пар	Зерновые	Зернобобовые	О.	Б.	П.
1 зернопаровой (контроль)	1. Черный пар	25	75	-	+	+	+
	2. Озимая пшеница				-	-	-
	3. Яровая пшеница				+	+	+
	4. Ячмень				+	+	+
2 парозерновой	1. Черный пар	50	50	-	+	+	+
	2. Озимая пшеница				-	-	-
3 зернопаровой	1. Черный пар	33,3	66,6	-	+	+	+
	2. Озимая пшеница				+	+	+
	3. Ячмень				+	+	+
4 зернопаровой	1. Черный пар	25	75	-	+	+	+
	2. Озимая пшеница				-	-	-
	3. Яровая пшеница				-	-	-
	4. Ячмень				-	-	-
5 зернопаровой биологизированный	1. Черный пар	25	50	25	+	+	+
	2. Озимая пшеница				-	-	-
	3. Нут				+	+	+
	4. Яровая пшеница				+	+	+

Результаты и обсуждение. Метеоусловия изучаемых лет сложились по-разному. Менее влагообеспеченный 2014 и 2015 годы с осадками за вегетационный период 69,1 мм и 139,5 мм соответственно оказали отрицательное влияние на рост и развитие яровых культур в севообороте. Воздушная засуха, наблюдаемая в фазу налива зерна в эти годы, оказала негативное влияние на урожайность. Неравномерные выпадения осадков приводили к снижению запасов продуктивной влаги в паровых полях и под зерновыми культурами. ГТК в 2014 составил 0,2, а в 2015 – 0,5.

Более интенсивным в плане осадков был 2016 год. Снижение влажности в паровых полях к осеннему периоду было менее критично, чем в предыдущие годы. Эта стабилизация влагообеспеченности паров была возможна лишь благодаря поступлению обильных июльских осадков. Достаточная влагообеспеченность почвы и отсутствие воздушных засух положительно отразилось на урожайности яровых культур 2016 года. ГТК составил 1,0.

Интенсивным по запасу осадков в осенне-зимний период оказался 2014 год (таблица 2). Проценты усвоения осадков говорят о том, что при хорошей влагообеспеченности преимущество безотвальной обработки не наблюдается. Обильные осадки осени 2013 года дали нам хорошие запасы на весенний период, однако засушливый 2014 год оказался малопродуктивным.

При слабой влагообеспеченности 2014-2015 года процент усвоения вневегетационных осадков составляет по отвальной и безотвальной обработкам 40,1 % и 40,7 % соответственно, что говорит об их преобладании, по сравнению с поверхностной обработкой почвы на 16 %.

Среднеинтенсивный 2015-2016 год в осенне-зимний период дает нам преобладающие показатели по безотвальной обработке на 32,7 %, по сравнению с отвальной, и на 19,4 %, по сравнению с поверхностной обработкой почвы, что позволяет сказать о преимуществе безотвальной обработки в такие годы.

Таблица 2 – Усвоение вневегетационных осадков в слое 0-1,0 м почвы в паровых полях четырехпольного севооборота в зависимости от основной обработки почвы

Год исследования	Показатель запаса почвенной влаги	Вариант обработки		
		Отвальная (плугом ПН-4-35 на глубину 0,25-0,27 м)	Безотвальная (ОЧО-5-40 0,20-0,22 м)	Поверхностная (БДТ-3 (двукратно) на глубину 0,08-0,10 м)
2014	на осень (2013)	32,9	61,1	41,1
	на весну	99,7	105,1	93,9
Усвоение осадков	мм	66,8	44,0	52,8
	%	19,4	12,8	15,4
2015	на осень (2014)	52,2	57,9	37,3
	на весну	96,5	101,5	74,2
Усвоение осадков	мм	44,3	43,6	36,9
	%	40,1	40,7	33,9
2016	на осень (2015)	41,7	50,7	30,4
	на весну	75,5	101,1	70,9
Усвоение осадков	мм	33,8	50,4	40,5
	%	11,1	16,5	13,3

Следует заметить, что в нашем регионе годы с интенсивным типом осадков встречаются не так часто. Из этого следует, что в условиях сухостепной зоны со средней и низкой обеспеченностью осадками безотвальная обработка занимает ведущее место среди основных обработок почвы.

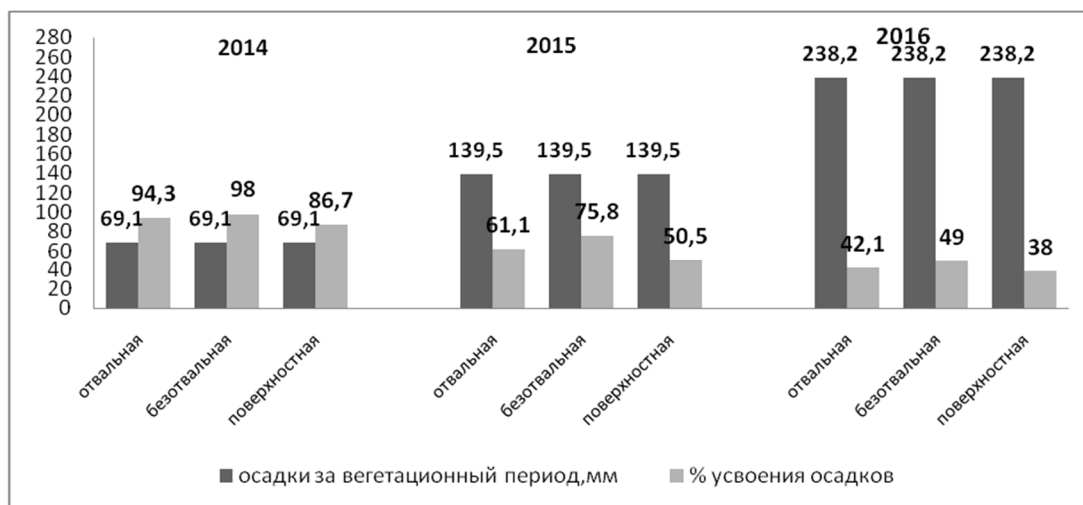


Рисунок 1 – Усвоение вегетационных осадков в метровом слое почвы яровыми культурами в зернопаровом севообороте на различных обработках, мм и % за 2014-2016 годы

На рисунке 1 мы можем проследить, что интенсивность года оказывает влияние на усвоение осадков в вегетационный период под посевами яровых культур в четырехпольном севообороте. Обратим внимание, что наименьшее поступление осадков как, например, в 2014 году, расходуется более продуктивно: 98 % по безотвальной обработке и 94,3 % и 86,7 % по отвальной и поверхностной обработкам. Поступившие осадки 2016 года в количестве 238,2 мм позволили обеспечить хороший запас продуктивной влаги в посевах, их расход составил 49 % по безотвальной обработке и 42,1 % по отвальной. Чуть ниже этот показатель на поверхностной обработке – 38 %.

Усвояемость осадков в 2015 году была на уровне 50,5-75,8 % с преобладанием безотвальной обработки, что позволяет нам сделать вывод: безотвальная обработка способна усваивать наибольшее количество осадков.

Следует отметить, что на запасы продуктивной влаги в паровых полях оказали огромное влияние вневегетационные осадки. Однако, интенсивность года внесла свои изменения, и мы видим, как происходила динамика от весеннего до осеннего периода.

Запасы продуктивной влаги под яровыми культурами на момент посева (рисунок 2) показывают нам на преобладание безотвальной обработки перед другими по всем годам исследований, независимо от интенсивности года в плане осадков.

Следует отметить более стабильное распределение влаги по слоям в 2016, благоприятном по осадкам году. Преимущество безотвальной обработки в 2014 году в посевах яровой пшеницы составило 23 %, по сравнению с отвальной, и 29 %, в сравнении с поверхностной обработкой почвы. По посевам ячменя показатели чуть ниже. Безотвальная обработка выше отвальной на 18,3 % и 19,1 % поверхностной. В 2015 году показатели чуть ниже, но преимущество безотвальной обработки остается. Во влажном 2016 году с ГТК 1,0 разность между обработками составила по яровой пшенице 14,2 % и 22,4 % по отвальной и поверхностной, по сравнению с безотвальной обработкой почвы. По ячменю безотвальная обработка накопила больше на 13,0 %, по сравнению с отвальной и 21,8 %, по сравнению с поверхностной обработкой.

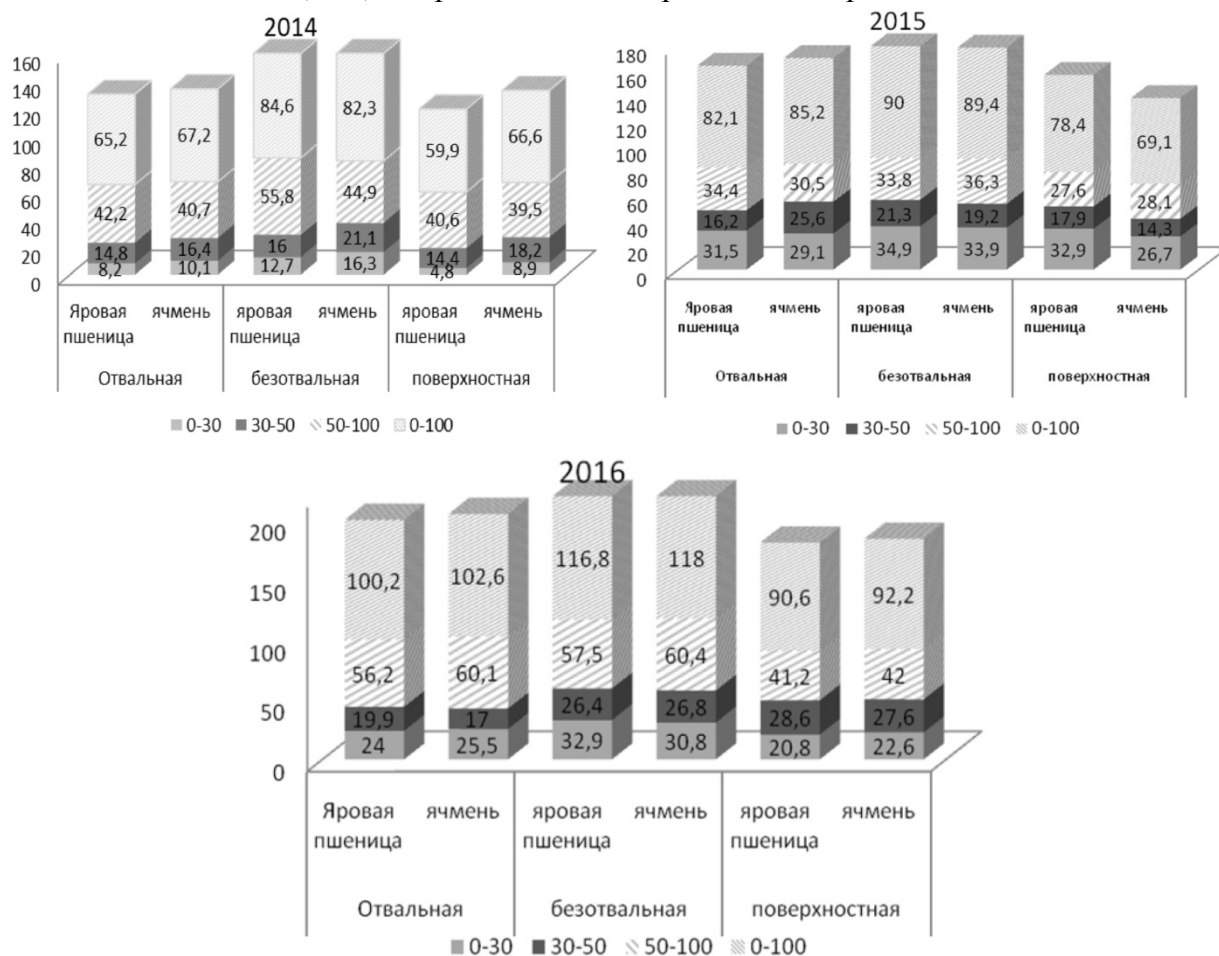


Рисунок 2 – Запасы продуктивной влаги в слое 0-1,0 м на весенний период под яровыми культурами четырехпольного севооборота, 2014-2016 годы

Имея данные по запасам влаги в посевах яровых культур, сумму осадков за вегетационный период и урожайность, составляем таблицу 3, с коэффициентами водопотребления и выхода зерна по яровым посевам в севообороте.

Таблица 3 – Коэффициент водопотребления и выход зерна яровой пшеницы в севообороте в зависимости от обработки почвы, 2014-2016 годы

Год исследования	Обработка почвы	Урожайность, ц/га	Выход зерна, кг/мм	Коэффициент водопотребления, мм/ц
2014	Отвальная	16,0	11,9	8,4
	Безотвальная	17,0	11,0	9,0
	Поверхностная	12,0	9,3	10,7
2015	Отвальная	10,5	4,7	21,4
	Безотвальная	11,3	4,6	21,7
	Поверхностная	8,5	6,1	24,7
2016	Отвальная	23,0	6,8	14,7
	Безотвальная	25,0	7,4	13,4
	Поверхностная	20,0	6,1	16,5
НСР05		1,6	2,5	1,38

По данным таблицы 3 наглядно видно, что коэффициент водопотребления и выход зерна – это величина, зависящая от суммарного водопотребления и урожайности возделываемой культуры.

Урожайность яровой пшеницы в 2014 году составила 17,0 ц по безотвальной обработке, а по отвальной и поверхностной ниже на 5,9 % и 29,4 % соответственно. Показатели 2015 года чуть ниже, но по соотношению между обработками составили по безотвальной – 11,3 ц/га, по отвальной ниже на 7,1 %, по поверхностной обработке меньше на 24,8 %. Более продуктивным в плане урожайности оказался 2016 год. Безотвальная обработка оказалась преобладающей, урожайность составила 25 ц/га. Показатели отвальной обработки на 8 % ниже и на 20 % на поверхностной обработке почвы.

Таблица 4 – Расход влаги, коэффициент водопотребления и выход зерна ячменя в севообороте в зависимости от обработки почвы, 2014-2016 годы

Год исследования	Обработка почвы	Урожайность, ц/га	Выход зерна, кг/мм	Коэффициент водопотребления, мм/ц
2014	Отвальная	22,0	16,4	6,1
	Безотвальная	25,0	16,3	6,1
	Поверхностная	16,0	12,4	8,1
2015	Отвальная	11,8	5,2	19,0
	Безотвальная	14,4	5,9	17,0
	Поверхностная	10,3	4,9	20,4
2016	Отвальная	26,0	7,7	13,0
	Безотвальная	28,0	8,3	11,9
	Поверхностная	22,0	6,7	15,0
НСР05		3,1	2,3	1,2

По ячменю складывается такая же картина (таблица 4), что связано со схожей биологией растений, одинаковой агротехникой в севообороте и идентичными погодными условиями.

Заключение. Из полученных данных следует сделать вывод, что рекомендуемая безотвальная обработка почвы показала преобладающее значение в годы с любой интенсивностью осадков. Безотвальная обработка способна более других накапливать и

усваивать продуктивную влагу, которая способствует созданию высоких урожаев. Преобладание над отвальной и поверхностной обработками в плане усвояемости составило в среднем по яровой пшенице 15,3 % и 21,4 % соответственно, а в посевах ячменя – 11,9 % и 21,21 % соответственно. Урожайность по безотвальной обработке больше отвальной у яровой пшеницы на 7,0 %, ячменя – 12,4 %, по поверхностной обработке почвы у яровой пшеницы – на 24,7 %, ячменя – 28,6 %.

Библиографический список

1. Зеленов, А.В. Биологизированные приемы повышения плодородия светло-каштановых почв и урожайности зерновых культур в Нижнем Поволжье [Текст]/ А.В. Зеленов, Р.Х. Уришев, Е.В. Семинченко// Вестник Прикаспия. – 2016. – №3. – С. 27-33.
2. Кузина, Е.В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства чернозема выщелоченного [Текст]/ Е.В. Кузина // Пермский аграрный вестник. – 2016. – №3(15). – С. 35.
3. Курдюков, Ю.Ф. Урожайность озимой и яровой пшеницы в зависимости от вида севооборотов и предшественников в засушливой степи Поволжья [Текст]/Ю.Ф. Курдюков, Л.П. Лошинина и др.//Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – №1. – С. 9-12.
4. Ленточкин, А.М. Нулевая, минимальная или отвальная обработка почвы [Текст]/ А.М. Ленточкин, П.Е. Широбоков, Л.А. Ленточкина// Земледелие. – 2016. – №3. – С. 9-13.
5. Системы земледелия Нижнего Поволжья [Текст]: учебное пособие /А.Н. Сухов, В.В. Балашов, В.И. Филин и др.; под ред. А.Н. Сухова. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2007. – 344 с.
6. Смутнев, П.А. Севооборот в земледелии Нижнего Поволжья [Текст] / П.А. Смутнев, В.П. Волинский // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – №7. – С. 5-7.
7. Степанова, Н.Е. Светло-каштановые почвы Городищенского района Волгоградской области [Текст]/ Н.Е. Степанова // Вестник Прикаспия. – 2015. – №1. – С. 11.
8. 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.
9. 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.
10. Hallam, M.J., Bartholomen W.V. Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter / M.J. Hallam, W.V. Bartholomen // Soil Sci. Soc. Amer. Prok. – 2003. – №17. – P. 365-368.

Reference

1. Zelenev, A. V. Biologizirovannye priemy povysheniya plodorodiya svetlo-kashtanovykh pochv i urozhajnosti zernovykh kul'tur v Nizhnem Povolzh'e [Tekst]/ A. V. Zelenev, R. H. Urishev, E. V. Seminchenko// Vestnik Prikaspiya. - 2016. - №3. - S. 27-33.
2. Kuzina, E. V. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na zapasy produktivnoj vlagi i agrofizicheskie svoystva chernozema vyschelochennogo [Tekst]/ E. V. Kuzina // Permskij agrarnyj vestnik. - 2016. - №3(15). - S. 35.
3. Kurdyukov, Yu. F. Urozhajnost' ozimoy i yarovoj pshenicy v zavisimosti ot vida sevooborotov i predshestvennikov v zasushlivoj stepi Povolzh'ya [Tekst]/Yu. F. Kurdyukov, L. P. Loshinina i dr.//Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk. - 2012. - №1. - S. 9-12.
4. Lentochkin, A. M. Nulevaya, minimal'naya ili otval'naya obrabotka pochvy [Tekst]/ A. M. Lentochkin, P. E. Shirobokov, L. A. Lentochkina// Zemledelie. - 2016. - №3. - S. 9-13.
5. Sistemy zemledeliya Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: uchebnoe posobie /A. N. Suhov, V. V. Balashov, V. I. Filin i dr.; pod red. A. N. Suhova. - Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskaya GSXA, 2007. - 344 s.

6. Smutnev, P. A. Sevooborot v zemledelii Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / P. A. Smutnev, V. P. Volynskov // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2005. - №7. - S. 5-7.
7. Stepanova, N. E. Svetlo-kashtanovye pochvy Gorodischenskogo rajona Volgogradskoj oblasti [Tekst] / N. E. Stepanova // Vestnik Prikaspiya. - 2015. - №1. - S. 11.
8. Suhov, A. N. Agrofizicheskie pokazateli svetlo-kashtanovyh pochv i ih regulirovanie priemami osnovnoj obrabotki pochvy [Tekst] / A. N. Suhov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - №1. - S. 72-78.
9. Tagirov, M. Sh. Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki na vodno-fizicheskie pokazateli pochvy i produktivnost' yarovoj pshenicy [Tekst] / M. Sh. Tagirov, R. S. Shakirov, I. G. Gilaev // Zemledelie. - 2015. - №8. - S. 20-21.
10. Hallam, M.J., Bartholomen W.V. Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter / M.J. Hallam, W.V. Bartholomen // Soil Sci. Soc. Amer. Prok. - 2003. - №17. - P. 365-368.

E-mail: nwniish@mail.ru.

УДК 631.674:635.1

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ КАПЕЛЬНОМ
ПОЛИВЕ В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ
PRODUCTIVITY OF VEGETABLE CROPS IN DRIP IRRIGATION
IN THE CONDITIONS OF THE VOLGA-DON INTERFLUVE**

А.Д. Ахмедов, доктор технических наук, профессор

Е.Э. Джамалетдинова, аспирант

А.Е. Засимов, аспирант

A.D. Akhmedov, E.E. Dzhamaletdinova, A.E. Zasimov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

В статье изложены обобщенные результаты исследования влияния водного и пищевого режимов почвы на повышение продуктивности столовой свеклы и моркови в условиях светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья. Установлено, что максимальная урожайность столовой свеклы 84,1 т/га получена на варианте с предполивной влажностью 80 % НВ при переменной глубины увлажнения почвы (0,3-0,5 м). Данная урожайность обеспечивается при внесении минеральных удобрений нормой $N_{230}P_{180}K_{100}$. Изменение дозы удобрений от $N_{130}P_{80}K_{20}$ до $N_{230}P_{180}K_{100}$ способствовало повышению урожая в пределах 63,7 - 84,1 т/га, что на 10 - 20 % выше, по сравнению с другими вариантами опыта. При возделывании моркови изменение влажности почвы от 70-80-70 до 80-80-80 % НВ в сочетании с внесением дозы удобрений от $N_{150}P_{70}K_{180}$ до $N_{210}P_{100}K_{260}$ способствовало повышению урожайности корнеплодов в среднем с 57,9 до 81,6 т/га. Наиболее высокие показатели 81,6 т/га получены при поддержании предполивного порога влажности 80-80-80 % НВ при норме минерального питания $N_{210}P_{100}K_{260}$. Нашими исследованиями установлено, что на светло-каштановых почвах выращивание столовой свеклы и моркови с применением капельного полива является наиболее эффективным производством. В целом, предлагаемые в нашем полевом исследовании режимы орошения и нормы минеральных удобрений при выращивании столовой свеклы и моркови позволяют получать урожайность в пределах 60...80 т/га.

The article summarizes the results of a study of the influence of water and food regimes of the soil on increasing the productivity of table beet and carrots in light chestnut soils of the Volga-Don interfluve. It was found that the maximum yield of table beet 84.1 t / ha was obtained on a variant with a pre-determined humidity of 80% HB with a variable depth of soil moistening (0.3-0.5 m). This yield is ensured by the application of mineral fertilizers with the norm $N_{230}P_{180}K_{100}$. A change in the fertilizer dose from $N_{130}P_{80}K_{20}$ to $N_{230}P_{180}K_{100}$ contributed to a yield increase of 63.7 - 84.1 t / ha, which is 10 - 20% higher compared to other experiment variants. In the cultivation of carrots, the change in soil moisture from 70-80-70 to 80-80-80% HB in combination with the application of a fertilizer dose

from $N_{150}P_{70}K_{180}$ to $N_{210}P_{100}K_{260}$ promoted an increase in the yield of root crops on average from 57.9 to 81.6 t / ha. The highest indicators of 81.6 t / ha were obtained while maintaining the pre-determined humidity threshold of 80-80-80% HB at the rate of mineral nutrition $N_{210}P_{100}K_{260}$. Our investigations have established that on light chestnut soils, the cultivation of table beet and carrots with the use of drip irrigation is the most efficient production. In general, the irrigation regimes and the norms of mineral fertilizers proposed in our field study for the cultivation of beet and carrot tablets make it possible to obtain yields in the range of 60 ... 80 t / ha.

Ключевые слова: *капельное орошение, режим орошения, столовая свекла, морковь, урожайность, удобрения, предполивная влажность почвы.*

Key words: *drip irrigation, irrigation regime, beetroot, carrots, yield, fertilizers, tentative soil moisture.*

Введение. В настоящее время существующие техника и технология орошения сельскохозяйственных культур не обеспечивают эффективного использования природных ресурсов, в том числе и водных, и зачастую способствуют ухудшению состояния природной среды в результате развития деградационных процессов. Одной из основных причин такого положения является слабое внедрение ресурсосберегающих технологий в орошаемое земледелие. Поэтому применение технологии капельного орошения как одного из наиболее экономичных способов распределения воды будет способствовать созданию экологически устойчивых и экономически эффективных природных и культурных ландшафтов. В связи с этим, одной из главных целей сельского хозяйственного производства является дальнейшее углубленное изучение проблемы рационального водного и пищевого режимов почвы для получения высоких и стабильных урожаев.

В современных условиях опыты передовых хозяйств области и данные научных учреждений убедительно показывают, что при правильной агротехнике и оптимальном режиме орошения овощные культуры дают высокие и стабильные урожаи. Как известно, в зависимости от применяемых способов орошения изменяются затраты оросительной воды, свойства почв и продуктивность растений. Следовательно, на посевах овощных культур перспективно применение капельного орошения [1, 2, 3, 4, 6, 9, 11].

Учитывая вышеизложенное можно отметить, что возделывание овощных культур, в частности моркови и столовой свеклы, на орошаемых землях Волгоградской области имеет особое значение. В связи с этим, нами проводятся исследования, цель которых сводится к определению оптимального сочетания режима орошения и минерального питания моркови и столовой свеклы для получения продуктивности на уровне 60, 70, 80 т/га.

Материалы и методы. Опыты проводились в течение 2015...2017 гг. на двух участках Городищенского района Волгоградской области, расположенных в зоне неустойчивого увлажнения. На этих участках выращивали столовую свеклу сорта «Бордо» (первый участок, на территории поселка Кузьмича ИП «Колесников») и морковки гибрида «Майор F1» (второй участок на территории поселка Кузьмича ОАО «Кузьмичевский»). Почвы участка светло-каштановые тяжелосуглинистые слабоводопроницаемые. Содержание гумуса в активном слое 0...0,5 м в среднем составляет 1,87...2,02 %, плотность почвы – 1,31 т/м³, наименьшая влагоемкость – 22,93 % массы сухой почвы. Почвы опытного участка не засолены, рН = 7,0...8,3.

Исследования проводились по общепринятым рекомендациям Б.А. Доспехова, В.Н. Плешакова, Г.Ф. Никитенко, согласно которым ежегодно закладывался полевой двухфакторный опыт. Содержание доступных форм азота на первом и втором участке характеризуются низкой обеспеченностью, подвижный фосфор – средней, обменный калий – средней и низкий соответственно. Дозы минеральных удобрений определялись общепринятым методом, сущность которого изложена в трудах В.И. Филина [5, 7, 8, 10].

Для получения планируемых урожаев овощных культур схемой опыта предусматривался первый фактор как водный режим почвы (фактор А), второй – доз удобрений (фактор В).

На первом участке изучался водный режим почвы (фактор А): вегетационные поливы проводили при снижении влажности в активном слое почвы до 70, 80 и 90 % НВ. При этом было запланировано 2 варианта глубины увлажнения почвы: 1-й вариант на глубину увлажнения 0,3 м слоя почвы в период «посадка - формирование корнеплодов» и 0,5 м в период «формирование корнеплодов – техническая спелость», 2-й – с постоянной глубиной увлажнения почвы – 0,5 м, а также дозы минеральных удобрений столовой свеклы (фактор В). Дозы рассчитывали балансовым методом на урожайность 60, 70, 80 т/га. На всех вариантах по режиму орошения они имели следующие значения: 1 – $N_{130}P_{80}K_{20}$ (60 т/га); 2 – $N_{180}P_{130}K_{60}$ (70 т/га); 3 – $N_{230}P_{180}K_{100}$ (80 т/га).

На втором участке фактор А, т.е. предполивной порог влажности был принят дифференцированным по трем условным фазам в развитии моркови. Основными принятыми вариантами по влажности почвы являются различные требования к ней моркови по фазам развития (таблица 1).

Таблица 1 – Дифференцирование предполивной влажности почвы по фазам развития моркови

Вариант режима орошения	Предполивной порог влажности, % НВ		
	Посев – формирования корнеплодов	Формирования корнеплодов – техническая спелость	Техническая спелость – до уборки
1	70	80	70
2	70	90	80
3	80	80	80

По минеральному питанию (фактор В) нормы минеральных удобрений посева моркови рассчитывали на планируемую урожайность 60, 70 и 80 т/га – внесением различных доз минеральных удобрений:

1. $N_{150}P_{60}K_{180}$ (60 т/га);
2. $N_{180}P_{80}K_{220}$ (70 т/га);
3. $N_{210}P_{100}K_{260}$ (80 т/га).

В обоих исследованиях вегетационные поливы осуществлялись с применением капельного полива.

Результаты обсуждения. Результаты трехлетних исследований на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья показали, что применяемые режимы орошения и дозы внесения минеральных удобрений при капельном поливе позволяют получать планируемый урожай столовой свеклы и моркови на уровне 60-80 т/га.

В наших исследованиях максимальная продуктивность столовой свеклы получена при поддержании в течение всей вегетации нижнего порога влажности почвы на уровне 80 % НВ с дифференцированием глубины увлажняемого слоя почвы в пределах 0,3-0,5 м (таблица 2).

Наши исследования показали, что эффективность орошения существенно повышается с применением минеральных удобрений. При этом улучшается плодородие почвы и повышается продуктивность корнеплодов. Полученные нами результаты показали, что потенциальная продуктивность столовой свеклы при внесении удобрений нормой $N_{130}P_{80}K_{20}$ почвы и принятых в опытах глубинах увлажняемого слоя и уровень предполивной влажности почвы позволяет планировать продуктивность не ниже 60 - 80 т/га.

Урожайность столовой свеклы в зависимости от варианта опыта в среднем повысилась при внесении удобрений нормой $N_{180}P_{130}K_{60}$ на 8,8 - 11,5 и $N_{230}P_{180}K_{100}$ – на 25,6 - 29,2 т/га, по сравнению с вариантом внесения удобрений нормой $N_{130}P_{80}K_{20}$.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что максимальный урожай 84,1 т/га столовой свеклы получен при глубине увлажнения почвы 0,3-0,5 м и при поддержании в течение всей вегетации нижнего порога влажности 80 % НВ и фоне минерального питания $N_{230}P_{180}K_{100}$.

Таблица 2 – Урожайность столовой свеклы по вариантам опытов
в среднем за 2015-2017 гг.

Сочетание факторов			Урожайность, т/га
Дозы удобрений, кг д.в./га	Предполивной порог влажности почвы, % НВ	Расчетный слой почвы при поливе, м	
$N_{130}P_{80}K_{20}$	70	0,5	49,7
$N_{130}P_{80}K_{20}$	70	0,3-0,5	54,9
$N_{130}P_{80}K_{20}$	80	0,5	59,7
$N_{130}P_{80}K_{20}$	80	0,3-0,5	63,7
$N_{130}P_{80}K_{20}$	90	0,5	56,4
$N_{130}P_{80}K_{20}$	90	0,3-0,5	58,9
$N_{180}P_{130}K_{60}$	70	0,5	59,4
$N_{180}P_{130}K_{60}$	70	0,3-0,5	62,3
$N_{180}P_{130}K_{60}$	80	0,5	67,3
$N_{180}P_{130}K_{60}$	80	0,3-0,5	78,3
$N_{180}P_{130}K_{60}$	90	0,5	62,7
$N_{180}P_{130}K_{60}$	90	0,3-0,5	65,4
$N_{230}P_{180}K_{100}$	70	0,5	69,3
$N_{230}P_{180}K_{100}$	70	0,3-0,5	72,0
$N_{230}P_{180}K_{100}$	80	0,5	76,3
$N_{230}P_{180}K_{100}$	80	0,3-0,5	84,1
$N_{230}P_{180}K_{100}$	90	0,5	74,1
$N_{230}P_{180}K_{100}$	90	0,3-0,5	78,2

При поддержании глубины увлажнения почвы на уровне 0,3 - 0,5 м урожайность столовой свеклы с повышением уровня влажности с 70 до 90 % НВ в среднем изменялась по годам исследований от 54,9 до 84,1 т/га.

На всех вариантах опыта с предполивным порогом влажности 80 % НВ в сочетании с внесением удобрений нормой $N_{230}P_{180}K_{100}$ был получен наиболее высокий урожай столовой свеклы. Снижение или повышение предполивной влажности в активном слое почвы 70 или 90 % НВ снижала урожай корнеплодов в пределах 10...15 %.

На втором участке посев моркови был произведен 15 мая. В ходе исследования установлено, что необходимость поддержания определенного водного режима почвы в активном слое почвы относится к числу определяющих факторов, существенно влияющих на поливной режим моркови. Дифференцирование влажности почвы по фазам развития моркови сказывалось на количестве поливов и оросительной норме. В зависимости от вариантов опыта проводилось от 15 до 20 поливов. Так, на первом варианте, где порог влажности поддерживался на уровне 70-80-70 % от НВ, потребовалось 15 поливов с оросительной нормой 4050 м³/га, а при пороге 70-90-80 % от НВ – 20 поливов с оросительной нормой 4780 м³/га. При постоянном пороге влажности (80-80-80 % НВ) количество поливов – 18, величина оросительной нормы составил 4500 м³/га (таблица 3).

Таблица 3 – Поливной режим капельного орошения моркови в среднем за 2015-2017 гг.

Предполивная влажность почвы, % НВ	Межфазный период									Общее число поливов, шт.	Оросительная норма, м³/га
	Посев – формиро- вание корнеплодов			Формирование корнеплодов – техническая спелость			Техническая спе- лость – до уборки				
	Межполивной период в сред- нем, дн.	Поливная норма, м³/га	Количество поливов, шт.	Межполивной период в среднем, дн.	Поливная норма, м³/га	Количество поливов, шт.	Межполивной период в среднем, дн.	Поливная норма, м³/га	Количество поливов, шт.		
70-80-70	7	300	4	3	250	9	4	300	2	15	4050
70-90-80	7	300	4	2	208	10	5	250	6	20	4780
80-80-80	13	250	6	5	250	9	5	250	3	18	4500

Из полученных данных таблицы 4 видно, что изменение урожайности моркови при капельном поливе сопровождается соответствующим изменением суммарного водопотребления и оросительной нормы. Суммарный расход влаги в опытах возрастал с изменением влагообеспеченности с 5678 м³/га на варианте 70-80-70 % НВ до 5890 м³/га на варианте 80-80-80 % НВ. При этом максимальный урожай моркови 81,6 т/га можно получить при поддержании постоянного порога влажности почвы на уровне 80-80-80 % НВ на фоне внесения удобрений нормой N₂₁₀P₁₀₀K₂₆₀.

Таблица 4 – Величина оросительной нормы и суммарного водопотребления для получения планируемых урожаев моркови в среднем за 2015-2017 гг.

Урожайность (фактическая), т/га	Предполивная влажность почвы, % НВ	Дозы минеральных удобрений под планируемую урожайность		Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
		т/га	кг д.в./га		
57,9	70-80-70	60	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀	4050	5678
62,8	70-90-80	70	N ₁₈₀ P ₈₀ K ₂₂₀	4780	5781
71,5	80-80-80	80	N ₂₁₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	4470	5890
66,3	70-80-70	60	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀	4050	5678
72,0	70-90-80	70	N ₁₈₀ P ₈₀ K ₂₂₀	4780	5781
73,6	80-80-80	80	N ₂₁₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	4470	5890
68,2	70-80-70	60	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀	4050	5678
72,7	70-90-80	70	N ₁₈₀ P ₈₀ K ₂₂₀	4780	5781
81,6	80-80-80	80	N ₂₁₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	4470	5890

Урожайность моркови 60 т/га обеспечивается на варианте с предполивной влажностью 70-80-70 % НВ в сочетании с внесением удобрений N₁₅₀P₆₀K₁₈₀ кг д.в./га. При этом оросительная норма составила 4050 м³/га, а суммарный расход влаги – 5678 м³/га.

Для урожайности 70 т/га моркови оросительная норма выросла до 4780 м³/га, а суммарное водопотребление возросло до 5781 м³/га. Максимальный урожай корнеплодов моркови 81,6 т/га был получен при поддержании влажности 80-80-80 % НВ на фоне внесения повышенной дозы удобрений N₂₁₀P₁₀₀K₂₆₀. Таким образом, проведенные нами исследования на светло-каштановых почвах Волгоградской области показали, что столовая свекла и морковь хорошо отзываются на орошение и минеральное питание. В целом внесение минеральных удобрений оказывает значительное влияние на продуктивность формируемых к концу вегетации корнеплодов на всех вариантах режима орошения.

Заключение. На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. В условиях светло-каштановых почв Волгоградской области одним из условий получения высоких урожаев столовой свеклы и моркови является поддержание предполивной влажности в активном слое почвы 0,5 м на уровне 80 % НВ в течение всей вегетационного периода;

2. При возделывании столовой свеклы в условиях Волго-Донского междуречья установлено, что оптимальным вариантом является вариант дифференцированный, с переменной глубиной увлажнения почвы (0,3-0,5 м). В среднем, по годам исследований, максимальная урожайность столовой свеклы на этом варианте была получена на участке при влажности почвы 80 % НВ, и составила в зависимости от варианта опыта в пределах 63,7 – 84,1 т/га, что на 10- 20 % выше, в сравнении с другими вариантами опыта.

3. При возделывании моркови наибольшая продуктивность (81,6 т/га), обеспечивалась на варианте с предполивной влажности почвы 80-80-80 % НВ и в сочетании с внесением под планируемую урожайность 80 т/га минеральных удобрений нормой $N_{210}P_{100}K_{260}$.

Библиографический список

1. Ахмедов, А.Д. Экологические аспекты капельного орошения [Текст] / А.Д. Ахмедов, А.А. Темерев, Е.Ю. Галиуллина // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратовского ГАУ. – Саратов, 2010. – С. 156-158.

2. Ахмедов, А.Д. Поливной режим свеклы в условиях Волго-Донского междуречья [Текст] / А.Д. Ахмедов, А.Е. Засимов // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2016. – Т. 3. – С. 106-110.

3. Бородычев, В.В. Режим орошения и минеральное питание моркови [Текст] / В.В. Бородычев, А.А. Мартынова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – №1. – С. 39-41.

4. Бородычев, В.В. Управление реализацией потенциальной продуктивности моркови [Текст] / В.В. Бородычев, А.А. Мартынова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 1 (21). – С. 17-23.

5. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных [Текст] / Б.А. Доспехов – М.: Колос, 1972. – 207 с.

6. Кузнецова Н.В. Фотосинтетическая деятельность посевов столовой свёклы на орошаемых светло-каштановых землях Нижнего Поволжья [Текст] / Н.В. Кузнецова, Н.Е. Степанова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 1. – С. 36-42.

7. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве [Текст] / Г.Ф. Никитенко и др. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.

8. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения [Текст] / В.Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 148 с.

9. Способ возделывания овощных культур при капельном орошении [Текст]: патент RU № 2528448 С1, 2014 / С.Я. Семененко, В.Г. Абезин, Е.И. Чушкина, М.Н. Кузнецова. - № 2013111886/13, заяв. 15.03.20143 опубл. 20.09.2014, бюл. №26.

10. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая [Текст] / В.И. Филин. – Волгоград: ВГСХА, 1994. – 274 с.

11. Ходяков, Е.А. Оптимизация режима орошения для выращивания столовой свеклы и кабачков при капельном поливе в Нижнем Поволжье [Текст] / Е.А. Ходяков, В.В. Осинкин, И.А. Коваленко // Aplikovane vedecke novinky-2014. Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka conference. Dil.16 Zemdelstvi. zverolekarstvi.: Praha.- Publishing House "Education and Science" s.r.o, 2014. – P. 28-31.

Reference

1. Ahmedov, A. D. }kologicheskie aspekty kapel'nogo orosheniya [Tekst] / A. D. Ahmedov, A. A. Temerev, E. Yu. Galiullina // Problemy i perspektivy innovacionnogo razvitiya mirovogo sel'skogo ho-zyajstva: materialy Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. Saratovskogo GAU. - Saratov, 2010. - S. 156-158.

2. Ahmedov, A. D. Polivnoj rezhim svekly v usloviyah Volgo-Donskogo mezhdurech'ya [Tekst] / A. D. Ahmedov, A. E. Zasimov // Strategicheskie orientiry innovacionnogo razvitiya APK v sovremennyh usloviyah: materialy Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. - Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2016. - T. 3. - S. 106-110.

3. Borodychev, V. V. Rezhim orosheniya i mineral'noe pitanie morkovi [Tekst] / V. V. Borodychev, A.A. Martynova // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2011. - №1. - S. 39-41.
4. Borodychev, V. V. Upravlenie realizaciej potencial'noj produktivnosti morkovi [Tekst] / V. V. Borodychev, A.A. Martynova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 1 (21). - S. 17-23.
5. Dospheov, B. A. Planirovanie polevogo opyta i statisticheskaya obrabotka ego dannyh [Tekst] / B. A. Dospheov - M.: Kolos, 1972. - 207 s.
6. Kuznecova N. V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov stolovoj svjokly na oroshaemyh svetlo-kashtanovyh zemlyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] /N. V. Kuznecova, N. E. Stepanova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 1. - S. 36-42.
7. Nikitenko, G. F. Opytnoe delo v polevodstve [Tekst] /G. F. Nikitenko i dr. - M.: Ros-sel'hozizdat, 1982. - 190 s.
8. Pleshakov, V. N. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya [Tekst] / V. N. Pleshakov. - Volgograd: VNIIOZ, 1983. - 148 s.
9. Sposob vzdelyvaniya ovoschnyh kul'tur pri kapel'nom oroshenii [Tekst]: patent RU № 2528448 S1, 2014 / S. Ya. Semenenko, V. G. Abezin, E. I. Chushkina, M. N. Kuznecova. - № 2013111886/13, zayav. 15.03.2014 opubl. 20.09.2014, byul. №26.
10. Filin, V. I. Spravochnaya kniga po rastenievodstvu s osnovami programmirovaniya urozha-ya [Tekst] / V. I. Filin. - Volgograd: VGSXA, 1994. - 274 s.
11. Hodyakov, E. A. Optimizaciya rezhima orosheniya dlya vyraschivaniya stolovoj svekly i kabachkov pri kapel'nom polive v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] / E. A. Hodyakov, V. V. Osinkin, I. A. Kovalenko // Aplikovane vedecke novinky-2014. Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka conference. Dil.16 Zemdelstvi. zverolekarstvi.: Praha. -- Publishing House "Education and Science" s.r.o, 2014. - P. 28-31.

E-mail: askar-5@mail.ru

УДК 631.74:635.342

ВОПРОСЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ И ФЕРТИГАЦИИ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

PROBLEMS OF DRYING IRRIGATION AND FERTIGATING OF BLACK CABBAGE IN VOLGOGRAD REGION

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

Н.А. Щепотько², преподаватель

V.V. Borodychev¹, N.A. Shchepot'ko²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹VNIIGIM named after A.N. Kostyakov

²Volgograd State University

Повышение продуктивности белокочанной капусты в условиях Нижнего Поволжья обеспечивается управлением водным режимом почвы и уровнем минерального питания при капельном орошении. Было использовано капельное оборудование израильской компании «Нетафим» с расстояниями между капельницами 0,3 м, расход одной капельницы 1,6 л/ч. Оросительная норма по годам исследований изменялась в зависимости от предполивного порога влажности, ее значения варьировались от 1430 до 4225 м³/га. Суммарное водопотребление капусты белокочанной, где предполивной порог поддерживался на уровне 80-70 % в среднем по трем годам исследований составило 4487-4533 м³/га, при 80-80 % НВ увеличило суммарное водопотребление от 4587 м³/га до 4790 м³/га, а при 80-90 % НВ соответственно составило от 4673 м³/га до 4883 м³/га. Максимальное значение фотосинтетического потенциала в среднем за

2013-2015 гг. составило 2812 тыс. м²дн./га на варианте с поддержанием предполивного порога влажности на уровне 80-80 % НВ и при внесении минеральных удобрений дозой N₂₈₅P₁₃₀K₂₆₀ составило 2812 тыс. м²дн./га. Внесение минеральных удобрений в дозах N₂₈₅ P₁₃₀K₂₆₀ и поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ в течение вегетационного периода обеспечило формирование урожая белокочанной капусты 123,4 т/га.

An increase in the productivity of cabbage in the Lower Volga region is provided by the management of the water regime of the soil and the level of mineral nutrition during drip irrigation. Drip equipment of the Israeli company "Netafim" was used with distances between droppers 0.3 m, consumption of one dropper 1.6 l / h. The irrigation norm for the years of research varied depending on the pre-determined moisture threshold, its values ranged from 1,430 to 4,225 m³ / ha. The total water consumption of white cabbage, where the tentative threshold was maintained at 80-70% on average for three years of research was 4487-4533 m³ / ha, at 80-80% HB increased the total water consumption from 4587 m³ / ha to 4,790 m³ / ha, and at 80-90% HB, respectively, was from 4,673 m³ / ha to 4,883 m³ / ha. The maximum value of the photosynthetic potential in the average for 2013-2015. amounted to 2812 thousand m.sub.d./ha on the variant with the maintenance of the predetermined humidity threshold at the level of 80-80% HB and when applying mineral fertilizers the dose of N₂₈₅P₁₃₀K₂₆₀ was 2812 thousand m.sup.2 / ha. Application of mineral fertilizers in doses of N₂₈₅ P₁₃₀K₂₆₀. and maintaining the threshold of the preliminarily moist soil at 80% HB during the growing season ensured the formation of a white cabbage yield of 123.4 t / ha.

Ключевые слова: белокочанная капуста, водный режим, минеральное питание, суммарное водопотребление, площадь листьев, фотосинтез, урожайность.

Key words: white cabbage, water regime, mineral nutrition, total water consumption, leaf area, photosynthesis, yield.

Введение. Выращивание овощей в Российской Федерации уже давно и прочно занимает самые важные позиции в сельском хозяйстве страны. Среди овощных культур наиболее востребованной является капуста белокочанная, хотя площади под ней продолжают сокращаться [10].

Посевная площадь капусты в мире составляет 2,445 млн га, средняя урожайность – 29,234 т/га. Самые крупные производители капусты: Китай – 32,266 млн т, Индия – 8,534 млн т, Южная Корея – 2,434 млн т. В России площадь под капустой не превышает 0,111 млн га, а средняя урожайность – 29,92 т/га [10, 7, 1].

В России белокочанная капуста оставалась главной овощной культурой в овощном поле, по валовому сбору капусты и площадям возделывания Россия находится на третьем месте в мире после Китая и Индии. В последние годы урожайность капусты в России значительно возросла, хотя по урожайности капусты в мире наша страна находится на 43-м месте. В то же время импорт овощной продукции в Россию в 2016 году в целом снизился на 33,5 %. В январе-феврале 2017 года импорт капусты снизился по отношению к январю-февралю 2016 года на 15,4 %. Основные страны-поставщики капусты в Россию – Иран и Китай, на долю которых приходится около 84 % поставок [1].

В Нижнем Поволжье капуста как одна из основных культур занимает в структуре посевных площадей до 30 % общей площади. Овощеводы в Волгоградской области отдают предпочтение сортам белокочанной и выращивают на площади около 840 га. При этом средняя урожайность не превышает 30,4 т/га [13, 3].

Учитывая возрастающий дефицит водных ресурсов, наибольшую перспективу имеют менее энергозатратные способы и технологии орошения, которые способны повысить продуктивность орошаемого гектара и эффективность использования поливной воды [8]. Для достижения обеспечения высокой продуктивности капусты белокочанной для нашей страны необходимо осуществить грамотное регулирование водного режима

почвы с помощью капельного орошения. Использование этого вида полива позволяет в значительной степени снизить расход воды и минеральных удобрений, в результате чего повышается урожайность сельскохозяйственных культур на 20-50 %, по сравнению с дождеванием и поверхностным способом полива. Поэтому проведение экспериментальных исследований в указанном направлении имеет большое значение для мелиоративной науки и практики [8].

Анализируя исследования ученых, можно с уверенностью полагать, что орошение является решающим фактором в системе агротехнических мероприятий возделывания капусты белокочанной [13, 3].

Цель исследований – повышение продуктивности посевов капусты белокочанной за счет совершенствования агротехнических приемов, основанных на тщательной предпосевной подготовке почвы, использовании капельного орошения и фертигации, обеспечивающих рациональное расходование воды и минеральных удобрений при формировании кочанов капусты более 120 т/га.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2013-2015 гг. в фермерском хозяйстве «С. П. Павлова» Суровикинского района Волгоградской области.

Почва опытного участка среднесуглинистая. Влажность почвы при наименьшей влагоемкости от 25,9-24,8 % в пахотном слое до 21,3 % от массы сухой почвы на глубине 1,0 м. Глубина расчетного слоя 0,4 м, наименьшая влагоемкость 24,3 % от массы сухой почвы, влажность устойчивого завядания растений 14,4 % от массы сухой почвы. Содержание гумуса низкое, в пределах пахотного слоя изменяется от 0,95 до 2,28 %. Реакция почвенной среды 6,4-6,7. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом низкая (36,73 мг/кг сухой почвы), подвижным фосфором и обменным калием средняя (29,96 и 254,7 мг/кг сухой почвы соответственно).

В основе наших исследований нами были учтены биологические особенности культуры белокочанной капусты при капельном способе орошения, определяющие изменение ее продуктивности в связи с предпосевной подготовкой почвы, различными пределами снижения влажности активного слоя почвы и обеспечения растений элементами минерального питания при получении различных вариантов урожайности [3, 8, 14].

Полевой опыт заложен по плану полного факториального эксперимента и включает варианты по основной и предпосевной подготовке почвы (фактор А), регулированию водного режима почвы капельным орошением (фактор В) и варианты фертигации посадок белокочанной капусты (фактор С).

Схема опыта по способу основной и предпосевной подготовки почвы к высадке рассады (фактор А) включала три уровня подготовки почвы:

Фактор А – система основной и предпосевной подготовки почвы; **вариант А1** (контроль) – используемая система основной и предпосевной подготовки почвы, включающая дискование, отвальную вспашку, боронование и предпосевную культивацию с последующей высадкой рассады; **вариант А2** – вариант предлагаемой системы основной и предпосевной подготовки почвы, включающей дискование, отвальную вспашку, боронование и предпосевное фрезерование с последующей высадкой рассады; **вариант А3** – вариант предлагаемой системы основной и предпосевной подготовки почвы, включающей двойное дискование зяби, боронование, объемное полосное рыхление и предпосевное фрезерование с последующей высадкой рассады.

По **фактору В** (регулирование водного режима почвы) изучали следующие варианты: **вариант В1** – поддержание порога предполивной влажности почвы дифференцировано 80-70 % НВ по фазам вегетации: 80 % НВ – в период от высадки рассады до начала образования кочана; 70 % НВ – далее до наступления фазы технической спелости

сти; **вариант В2** – поддержание в течение вегетационного периода порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ; **вариант В3** – поддержание порога предполивной влажности почвы дифференцировано 80-90 % НВ по фазам вегетации: 80 % НВ – в период от высадки рассады до начала образования кочана, 90 % НВ – в период от начала образования кочана до наступления технической спелости.

По фактору С (варианты фертигации посадок белокочанной капусты) были рассмотрены следующие варианты: **вариант С1** – внесение дозы минеральных удобрений $N_{155}P_{70}K_{40}$ на планируемую урожайность кочанов 80 т/га; **вариант С2** – внесение дозы минеральных удобрений $N_{220}P_{100}K_{150}$ на планируемую урожайность кочанов 100 т/га; **вариант С3** – внесение дозы минеральных удобрений $N_{285}P_{130}K_{260}$ на планируемую урожайность кочанов 120 т/га.

Исследования были проведены на посевах белокочанной капусты гибрида Валентина F1 на площади 2 га. Повторность в опытах четырехкратная, размещение вариантов систематическое. Общая площадь опытных делянок – 155 м², учетная – 92 м² [14, 9, 2]. Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием ЭВМ и современных программных продуктов, экономический анализ эффективности возделывания технологии белокочанной капусты при капельном орошении в сочетании с фертигацией посевов выполнен в соответствии с требованиями и методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов [6].

Результаты и обсуждение. При формировании водного режима почвы нужно учитывать погодные условия в годы проведения полевых опытов.

Наши исследования были проведены с 2013 по 2015 гг. Метеоусловия в годы исследования были разные. Так, например в 2013 г. атмосферные осадки за вегетацию составили 288,3 мм, этот год характеризуется как влажный, а в 2014 год – 64,2 мм, его можно характеризовать как засушливый, а в 2015 году – 81 мм – средnezасушливый.

Рассаду высаживали в 2013 году 30 мая, а в 2014 и 2015 гг. – 1 июня. В 2013 году потребовалось провести за весь период вегетации 9 поливов оросительной нормой 1430 м³/га при поддержании предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % – 70 % НВ (таблица 1). При увеличении порога предполивной влажности 80-80 % НВ было проведено 11 поливов, 80 % -90% НВ – 20 поливов. В 2014 году при поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % -70 % НВ было проведено 23 полива, а в 2015 году при этом же режиме – 24 полива.

В следующем варианте поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % – 80 % НВ за вегетацию было проведено в 2013 году – 11 с оросительной нормой 1430 м³/га, в 2014 году – 30 с оросительной нормой 3900 м³/га, а в 2015 г. – 32 полива с оросительной нормой 4160 м³/га.

Анализируя данные таблицы 1, следует отметить, что для поддержания предполивной влажности почвы по вариантам опыта в 2014 и 2015 гг. было проведено меньшее число поливов, в сравнении с вегетационным периодом 2013 года.

При поддержании разных режимов орошения на уровне 80-70 % НВ, 80-80 % НВ и 80-90 % НВ в фазу «высадка рассады – формирование розетки» и в фазу «формирование розетки – образование кочана» по всем годам исследований поливная норма составила 130 м³/га.

Величина оросительной нормы зависит напрямую от погодных условий за проведенные годы исследований. Наибольшие ее значения прослеживаются при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80-90 % НВ и составляют от 1625 до 4225 м³/га. Так, в 2013 году с высокой обеспеченностью атмосферными осадками оросительная норма изменялась в пределах 430...1625 м³/га. В средnezасушливом 2014 году численные значения оросительной нормы варьировали от 3640 до 4030 м³/га, а в 2015 году соответственно составила от 3900 до 4225 м³/га.

Таблица 1 – Эксплуатационные режимы капельного орошения капусты белокочанной

Предполивной порог, % НВ	Год исследования	Высадка рассады – формирование розетки		Формирование розетки – образование кочана		Образование кочана – начало созревания		Созревание – техническая спелость		Оросительная норма м ³ /га	Общее количество поливов
		поливная норма, м ³ /га	количество поливов	поливная норма м ³ /га	количество поливов	поливная норма м ³ /га	количество поливов	поливная норма м ³ /га	количество поливов		
80-70	2013	130	1	130	4	195	4	195	-	1430	9
	2014	130	3	130	10	195	9	195	1	3640	23
	2015	130	3	130	9	195	10	195	2	3900	24
80-80	2013	130	1	130	4	130	6	130	-	1430	11
	2014	130	3	130	10	130	15	130	2	3900	30
	2015	130	3	130	9	130	16	130	4	4160	32
80-90	2013	130	1	130	4	65	14	65	1	1625	20
	2014	130	3	130	10	65	31	65	5	4030	49
	2015	130	3	130	9	65	33	65	8	4225	53

Результаты исследований показали, что суммарное водопотребление капусты белокочанной в варианте поддержания предполивного порога влажности почвы на уровне 80-70 % НВ в среднем по годам наших исследований изменялось от 4487 до 4533 м³/га (вариант А3), а поддержание влажности почвы в расчетном слое 80-80 % НВ увеличило суммарное водопотребление от 4587 м³/га до 4790 м³/га.

С увеличением предполивного порога влажности до 90 % НВ оно не превышало 4883 м³/га и было наибольшим на фоне внесения минеральных удобрений дозой N₂₈₅P₁₃₀K₂₆₀.

Среднесуточное водопотребление капусты изменялось в течение всего вегетационного периода в диапазоне от 21,3 м³/га до 49,3 м³/га.

Таким образом, рассматривая результаты наших исследований, можно отметить также и положительное влияние капельного орошения и внесения минеральных удобрений на прирост площади листьев белокочанной капусты (таблица 2). Площадь листьев – один из основных показателей процесса управления продукционным процессом урожая капусты белокочанной. Оптимальное сочетание капельного орошения с внесением минеральных удобрений способствует наибольшему увеличению площади листьев капусты белокочанной в посевах.

Анализ исследований показывает, что самые минимальные значения площади листьев 27,63-28,90 тыс. м²/га были отмечены на вариантах поддержания предполивного порога влажности почвы на уровне 80-70 % НВ и внесением минеральных удобрений дозой N₁₅₅P₇₀K₄₀. Когда предполивной порог влажности увеличивается до 80-80 % НВ и 80-90 % НВ площадь листьев соответственно увеличивалась от 27,63 до 37,8 тыс. м²/га. Максимальные значения площади листьев на среднем по годам исследований 2013-2015 гг. составили 37,8 тыс. м²/га. Наибольший результат был отмечен на варианте А3В2С3 и составил 37,8 тыс. м²/га.

Но максимальная площадь листьев не является универсальным показателем, по которому можно характеризовать фотосинтетическую деятельность капусты в посевах. При этом необходимо учитывать интегральную динамику формирования ассимилирующей поверхности посева в течение всего вегетационного периода культуры. Показа-

телем интегральной динамики является фотосинтетический потенциал, его показатели существенно зависят от средней площади листьев за весь период вегетации капусты белокочанной.

Значения фотосинтетического потенциала посевами капусты существенно зависят от условий водного режима и внесения удобрений растений (таблица 2). Так, в среднем за вегетационный период фотосинтетический потенциал капусты в варианте поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 80-70 % НВ при внесении минеральных удобрений дозой $N_{155}P_{70}K_{40}$ составил от 2151 до 2662 тыс. м²дней/га. Поддержание постоянного порога влажности на уровне 80-80 %НВ и внесение минеральных удобрений дозой $N_{155} P_{70}K_{40}$ способствовало увеличению фотосинтетического потенциала от 2202 до 2265 тыс. м²дней/га. За годы исследований фотосинтетический потенциал изменялся в среднем 2151- 2812 тыс. м²дн./га в зависимости от водного режима и уровня минерального питания.

Таблица 2 – Сочетание показателей фотосинтетической активности посевов капусты белокочанной для получения планируемой урожайности в среднем за 2013-2015 гг.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Урожайность т/га	Максимальная площадь листьев, тыс.м ² /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² дн./га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сут.	Среднесуточный прирост, кг/га
А1	В1	С1	75,6	27,63	2151	4,54	77,23
		С2	88,9	32,34	2383	4,77	89,70
		С3	91,2	32,45	2412	4,88	91,50
	В2	С1	82,3	28,67	2202	4,60	80,09
		С2	91,7	32,45	2415	4,83	91,30
		С3	96,7	32,79	2465	4,98	95,73
	В3	С1	81,2	28,67	2202	4,60	80,06
		С2	91,4	33,14	2444	4,81	92,10
		С3	97,1	33,37	2462	5,05	97,29
А2	В1	С1	81,3	27,75	2223	4,65	81,65
		С2	99,8	32,79	2515	5,14	101,31
		С3	104,3	33,14	2581	5,23	104,35
	В2	С1	81,2	28,67	2264	4,64	82,80
		С2	103	32,79	2564	5,14	101,90
		С3	120,7	36,69	2770	5,54	117,50
	В3	С1	84,2	29,35	2285	4,68	84,43
		С2	102,9	33,14	2523	5,21	102,91
		С3	120,1	36,69	2739	5,42	113,74
А3	В1	С1	84,7	28,90	2262	4,68	83,70
		С2	102,2	32,91	2503	5,17	101,67
		С3	107,8	36,58	2 683	5,27	109,74
	В2	С1	85,4	28,78	2 265	4,69	83,96
		С2	105,9	32,79	2 724	5,23	105,57
		С3	123,4	37,80	2 812	5,53	119,17
	В3	С1	86,2	28,78	2 288	4,69	84,37
		С2	105,4	33,14	2 516	5,20	102,70
		С3	123,3	37,15	2 786	5,43	115,97

Наибольший показатель фотосинтетического потенциала в среднем по трем годам исследований составил 2812 тыс. м²дн./га на варианте с поддержанием предполивного порога влажности на уровне 80-80 % НВ и при внесении минеральных удобрений дозой N₂₈₅P₁₃₀K₂₆₀. Продуктивность фотосинтеза также зависит от условий водного и минерального режимов, она не постоянна и меняется в течение всего вегетационного периода. В наших исследованиях эта величина варьируется в среднем за 2013-2015 гг. исследований от 4,54 до 5,53 г/м² в сут.

Наименьшая величина продуктивности фотосинтеза в среднем по годам исследований отмечена на варианте с A1B1C1 – при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80-70 % НВ и внесении минеральных удобрений дозой N₁₅₅P₇₀K₄₀. Также на этом же варианте отмечена наименьшая за годы исследований урожайность 75,6 т/га и площадь листового аппарата 27,63 тыс. м²/га.

Урожайность белокочанной капусты изменялась в зависимости от способов подготовки почвы как основной, так и предпосадочной, хорошо прослеживается по всем вариантам опыта. При общепринятой технологии подготовки почвы (вариант A1) при поддержании дифференцированного предполивного порога влажности почвы на уровне 80-70 % НВ (вариант B1) и внесении минеральных удобрений N₁₅₅P₇₀K₄₀. (вариант C1) средняя урожайность не превышала 75,6 т/га (таблица 3)

Таблица 3 – Урожайность капусты по вариантам опыта, 2013-2015 гг.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Урожайность, т/га			
			2013 г	2014 г	2015 г	Среднее
А1	В1	С1	77.4	70.8	78.6	75.6
		С2	90.1	85.7	90.9	88.9
		С3	92.0	88.5	93.1	91.2
	В2	С1	81.9	79.3	85.7	82.3
		С2	93.0	87.7	94.4	91.7
		С3	97.8	93.3	99.0	96.7
	В3	С1	80.1	78.8	84.7	81.2
		С2	92.4	87.3	94.5	91.4
		С3	98.5	93.6	99.2	97.1
А2	В1	С1	80.0	78.4	85.5	81.3
		С2	103.1	92.6	103.7	99.8
		С3	106.8	98.5	107.6	104.3
	В2	С1	77.4	79.6	86.6	81.2
		С2	102.5	98.4	108.1	103.0
		С3	123.3	114.6	124.2	120.7
	В3	С1	84.6	80.5	88.1	84.2
		С2	102.8	98.8	107.1	102.9
		С3	112.8	102.8	127.3	120.1
А3	В1	С1	87.1	78.7	88.3	84.7
		С2	101.3	98.3	107.0	102.2
		С3	109.0	102.3	112.1	107.8
	В2	С1	87.5	79.6	89.1	85.4
		С2	108.1	100.4	109.2	105.9
		С3	124.3	118.6	127.3	123.4
	В3	С1	88.5	81.2	88.9	86.2
		С2	107.3	99.8	109.1	105.4
		С3	123.9	119.4	126.6	123.3
НСР ₀₅ фактор А			3,12	3,28	3,10	
НСР ₀₅ фактор В			3,12	3,28	3,10	
НСР ₀₅ фактор С			3,12	3,28	3,10	
НСР ₀₅ взаимодействие факторов			9,37	9,83	9,30	

При поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ прибавка средней урожайности относительно варианта А1В1С1 статистически достоверна и составила 6,7 т/га, а средний уровень урожайности не превышал 82,3 т/га. Усовершенствование технологии подготовки почвы под высадку рассады капусты, включая объемное полосное рыхление и фрезерование (вариант А3) внесением минеральных удобрений дозой $N_{220}P_{100}K_{150}$ при поддержании 80 % НВ в расчетном слое 0,4 м в период от высадки рассады до фазы образования кочана и 90 % НВ далее до наступления технической спелости, обеспечило формирование урожая кочанов капусты на уровне 123,4 т/га. Прибавка урожая, в сравнении с вариантом А1В1С1, составила 47,8 т/га и статистически достоверна.

Заключение. Наименьшая за годы исследований статистически достоверная урожайность кочанов капусты 75,6 т/га в среднем была получена при поддержании порога предполивной влажности на уровне 80-70 % НВ и внесении минеральных удобрений дозой $N_{155}P_{70}K_{40}$.

Формирование урожайности белокочанной капусты на уровне 120,7...123,4 т/га обеспечивается поддержанием предполивной влажности 80 % НВ в течение вегетационного периода с внесением минеральных удобрений дозой $N_{285}P_{130}K_{260}$. Фотосинтетический потенциал 2739-2812 тыс. m^2 дн./га, чистая продуктивность фотосинтеза посадок капусты 5,42-5,53 г/ m^2 в сут.

Библиографический список

1. Артемьева, А.М. Генофонд овощных культур Brassica L. ВИР [Текст]/ А.М. Артемьева // Состояние и перспективы селекции и семеноводства капустных культур: тезисы Международной научно-практической конференции, 12-15 сентября 2016 г. – М.: РГАУ-МСХА, 2016. – С. 53-54.
2. Белик, В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] /В.Ф. Белик. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
3. Бородычев, В.В. Перспективные приёмы повышения эффективности мелиорации в Нижнем Поволжье [Текст]/ В.В. Бородычев // Научное обеспечение устойчивого развития сельскохозяйственного производства в засушливых зонах России: сб. материалов научной сессии РАСХН. – М., 2000. – Часть 1. – С.455-461.
4. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур [Текст] : научное издание / В.В. Бородычев. – Коломна: Радуга, 2010. – 241 с.
5. Ваниян, С.С. Эффективность удобрения и орошения белокочанной капусты [Текст]/ С.С. Ваниян, А.Ф. Вишнякова // Картофель и овощи. – 2003. – № 6. – С. 4-6.
6. Виленский, П.Л. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов [Текст] / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.
7. Дубенок, Н.Н. Мелиорация земель – основа успешного развития агропромышленного комплекса [Текст] / Н.Н. Дубенок // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 7-9.
8. Гиш, Р.А. Овощеводство юга России [Текст]/ Р.А. Гиш, Г.С. Гикало. – Краснодар: ЭДВИ, 2012. – 632 с.
9. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст]/ С.С.Литвинов. - М.: ВНИИовощеводства, 2011. – 648 с.
10. Мамедов, М.И. Овощеводство в мире: производство основных овощных культур: тенденции развития за 1993-2013 гг. по данным ФАО [Текст]/ М.И. Мамедов. – ФГБНУ ВНИИССОК, 2014. – 9 с.
11. Назаренко, А.А. Урожай поздней капусты. Его сохранность и качество зависит от орошения и удобрения [Текст] /А.А. Назаренко // Картофель и овощи. – 2005. – № 5. – С. 5-6.

12. Особенности минерального питания овощей при капельном орошении [Текст] / В.В. Бородычев, А.И. Болдырь, В.М. Гуренко, О.М. Дмитриенко // Картофель и овощи. – 2005. – № 5. – С. 17-19.

13. Развитие овощеводства в Российской Федерации: состояние и перспективы [Текст]. – М.: Росинформагротех, 2010. – 224 с.

14. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения и фертигации [Текст] : учебное пособие/ Л.С. Гиль, А.П. Дьяченко, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима. – Житомир: ЧП Издательство «Рута», 2007. – 390 с.

15. Умецкий, С.В. Эффективность капельного орошения капусты [Текст] / С.В. Умецкий // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 4. – С. 11-12.

Reference

1. Artem'eva, A. M. Genofond ovoschnyh kul'tur Brassica L. VIR [Tekst]/ A. M. Artem'eva // Sostoyanie i perspektivy selekcii i semenovodstva kapustnyh kul'tur: tezisy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 12-15 sentyabrya 2016 g. - M.: RGAU-MSXA, 2016. - S. 53-54.

2. Belik, V. F. Metodika opytnogo dela v ovoshevodstve i bahchevodstve [Tekst] /V. F. Belik. - M.: Agropromizdat, 1992. - 319 s.

3. Borodychjov, V. V. Perspektivnye priomy povysheniya jffektivnosti meliora-cii v Nizhnem Povolzh'e [Tekst]/ V. V. Borodychjov // Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v zasushlivyh zonah Rossii: sb. materialov nauchnoj sessii RASXN. - M., 2000. - Chast' 1. - S.455-461.

4. Borodychev, V. V. Sovremennye tehnologii kapel'nogo orosheniya ovoschnyh kul'tur [Tekst] : nauchnoe izdanie / V. V. Borodychev. - Kolomna: Raduga, 2010. - 241 s.

5. Vaniyan, S. S. jffektivnost' udobreniya i orosheniya belokochannoj kapusty [Tekst]/ S. S. Vaniyan, A. F. Vishnyakova // Kartofel' i ovoschi. - 2003. - № 6. - S. 4-6.

6. Vilenskij, P. L. Metodicheskie rekomendacii po ocenke investicionnyh proektov [Tekst] / P. L. Vilenskij, V. N. Livshic, S. A. Smolyak. - M.: jkonomika, 2000. - 421 s.

7. Dubenok, N. N. Melioraciya zemel' - osnova uspehnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [Tekst]/ N. N. Dubenok // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2013. - № 3. - S. 7-9.

8. Gish, R. A. Ovoshevodstvo yuga Rossii [Tekst]/ R. A. Gish, G. S. Gikalo. - Krasnodar: jDVI, 2012. - 632 s.

9. Litvinov, S. S. Metodika polevogo opyta v ovoshevodstve [Tekst]/ S. S. Litvinov. - M.: VNIIOvoshevodstva, 2011. - 648 s.

10. Mamedov, M. I. Ovoshevodstvo v mire: proizvodstvo osnovnyh ovoschnyh kul'tur: tendenciya razvitiya za 1993-2013 gg. po dannym FAO [Tekst]/ M. I. Mamedov. - FGBNU VNISSOK, 2014. - 9 s.

11. Nazarenko, A. A. Urozhaj pozdnej kapusty. Ego sohrannost' i kachestvo zavisit ot orosheniya i udobreniya [Tekst] /A. A. Nazarenko // Kartofel' i ovoschi. - 2005. - № 5. - S. 5-6.

12. Osobennosti mineral'nogo pitaniya ovoschej pri kapel'nom oroshenii [Tekst] /V. V. Borodychev, A. I. Boldyr', V. M. Gurenko, O. M. Dmitrienko // Kartofel' i ovoschi. - 2005. - № 5. - S. 17-19.

13. Razvitie ovoshevodstva v Rossijskoj Federacii: sostoyanie i perspektivy [Tekst]. - M.: Rosinformagroteh, 2010. - 224 s.

14. Sovremennoe promyshlennoe proizvodstvo ovoschej i kartofelya s ispol'zovaniem sistem kapel'nogo orosheniya i fertigacii [Tekst] : uchebnoe posobie/ L. S. Gil', A. P. D'yachenko, A. I. Pashkovskij, L. T. Sulima. - Zhitomir: ChP Izdatel'stvo "Ruta", 2007. - 390 s.

15. Umeckij, S. V. jffektivnost' kapel'nogo orosheniya kapusty [Tekst] / S. V. Umeckij // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2003. - № 4. - S. 11-12.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 636.4.82

**РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ
ИНДЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПЛЕМЕННЫХ КАЧЕСТВ ЖИВОТНЫХ
DEVELOPMENT OF ANIMALS BREEDING QUALITY INDEX EVALUATION
APPLIED PROGRAM**

И.Ф. Горлов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
О.Л. Третьякова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор
О.П. Шахбазова², доктор биологических наук, профессор
Д.В. Николаев¹, доктор сельскохозяйственных наук

I.F. Gorlov¹, O.L. Tretyakova², O.P. Shakhbazova², D.V. Nikolaev¹

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград

²Донской государственный аграрный университет, Ростовская область,
пос. Персиановка

¹*Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd*

²*Don State Agrarian University, Rostov Region, cottage Persianovka*

Применение селекционных индексов позволяет отобрать особей с рациональным соотношением развития признаков. Трудность селекции по комплексу признаков заключается не только в том, что основные хозяйственно-полезные признаки имеют разную степень наследуемости, но и в том, что между некоторыми из них существуют корреляционные связи разные по величине и направлению действия. При разработке компьютерной программы авторами были составлены алгоритмы построения селекционных индексов отбора для селекции воспроизводительных качеств свиней в специализированных материнских линиях. При конструировании селекционных индексов использовался метод нормированных отклонений Н.В. Михайлова. За нулевую точку отсчета приняты значения среднепопуляционных параметров. За 100 баллов приняты значения целевого стандарта. Количество получаемого приплода, безусловно, зависит от морфологических и уровня развития родительских особей. Установлена связь уровня продуктивности и качества приплода в зависимости от возраста животных и продолжительности их использования. Основными признаками при селекции на продуктивное долголетие являются количество опоросов за период племенного использования, многоплодие, молочность, число поросят и масса гнезда в возрасте 60 дней, товарная масса приплода в 6 мес.

The use of selection indices allows selecting individuals with a rational ratio of development of characteristics. The difficulty of selection based on a complex of features is not only that the main economic-useful features have different degrees of heritability, but also that between some of them there are correlation links that are different in magnitude and direction of action. During the development of the computer program, the authors compiled algorithms for constructing breeding selection indices for selecting the reproductive qualities of pigs in specialized maternal lines. When constructing the selection indices, the Mikhailova method of normalized deviations was used. For the zero reference point, the values of average population parameters were adopted. For 100 points the values of the target standard were adopted. The amount of litter obtained, of course, depends on the morphological and developmental level of the parental individuals. The relationship between the level of productivity and the quality of the offspring has been established depending on the age of the animals and the duration of their use. The main features in the selection for productive longevity are the number of farrowing during the period of breeding, multiplicity, milk, the number of piglets and the weight of the nest at the age of 60 days, the commercial weight of the litter at 6 months.

Ключевые слова: селекционные индексы, долголетие, продуктивность, племенная ценность, блок, программы, ИНОПЛЕКС.

Key words: selection indices, longevity, productivity, breeding value, block, programs, INOPLEX.

*Работа выполнена в рамках плана НИР по системе гос. регистрации
АААА-А17-33110075-1*

Введение. Свиноводческая отрасль в России наращивает производственные мощности. Основными производителями свинины в мире являются США, Англия, Германия, Канада, Дания, Италия, Испания. В этих странах на душу населения производят от 80 до 100 кг, а в России – 22,4 кг [3, 7, 11].

Увеличение генетического разнообразия отечественных и иностранных пород, должно сопровождаться внедрением новых методов обработки селекционно-генетических признаков, что, в конечном итоге, будет способствовать увеличению производства свинины [3, 2, 1].

Оценка, проводимая по селекционным индексам (Л.К. Эрнст, 1982), – одна из форм комплексной оценки животных. Методики, используемые при конструировании селекционных индексов, довольно разнообразны.

Однако поиск и исследования по совершенствованию селекционного процесса продолжаются во многих странах мира.

Материал и методы. В разработке методики построения селекционных индексов проблемной задачей является определение весовых коэффициентов каждого признака, входящих в индекс. Единого мнения в методологии решения данной проблемы пока не существует [5, 6].

Нами за основу информации для построения селекционных индексов использовали такие понятия, как наследуемость, включенная в индекс признаков, а также их экономическое значение, фенотипические и генотипические взаимосвязи [5].

Применение селекционных индексов позволяет отобрать особей с рациональным соотношением развития признаков [5, 6].

Теоретические прогнозы на основе селекционных индексов способствуют проявлению эффекта селекции. Основное назначение индексов состоит в отборе или создании таких генотипов, которые бы сочетали в себе наиболее важные признаки [5].

Методику конструирования селекционных индексов можно свести к трем направлениям:

1. Использование принципов оценки общей племенной ценности животного по нескольким селекционным признакам с применением методики Heizel. При этом учитываются фенотипические, генетические корреляции между ними, величина коэффициентов наследуемости. Коэффициенты веса при этом являются стандартизированными коэффициентами регрессии признака на агрегатный генотип. Эта методика относительно сложна и дает в ряде случаев бессмысленные селекционные индексы, если необходимые для их построения величины имеют малые математические величины.

2. Использование логических построений селекционных индексов отбора и выбор из них наиболее важных вариантов, имеющих высокий эффект селекции при практической проверке.

3. Использование номограммных методов построения индексов на основании определения теоретических линейных шкал действия отбора. При этом методе весовые коэффициенты можно установить различными методами. Однако одной из составляющих весовой коэффициент является коэффициент наследуемости селекционируемых признаков. Во всех случаях, помимо теоретического обоснования построения индексов, необходима их экспериментальная проверка на контрольном производственном материале.

Результаты и обсуждение. Нами разработаны и проверены на практике различные методики построения индексов. При создании систем машинной обработки данных племенного учета в комплекс программ для IBM необходимо включать программы оценки животных по индексам. Селекционные индексы позволяют достичь наивысшего генетического прогресса в экономическом выражении [4, 8].

Трудность селекции по комплексу признаков заключается не только в том, что основные хозяйственно-полезные признаки имеют разную степень наследуемости, но и в том, что между некоторыми из них существуют корреляционные связи разные по величине и направлению действия [12, 13].

Селекционный индекс – показатель племенной ценности животного, основанный на учете нескольких показателей. Селекционные индексы представляют собой шкалу отбора, на основании которой можно количественно дифференцировать животных по племенной ценности. Число селекционных признаков, включенных в состав индекса, может быть различным. При этом недостаток одного признака может компенсироваться преимуществами другого. Это способствует комплексной оценке животного по ряду селекционных признаков.

Цель нашей работы – разработать компьютерную программу, включающую в себя расчеты различных комплексных индексов, используемых в промышленном свиноводстве, в том числе селекционный индекс.

При составлении компьютерной программы нами были разработаны алгоритмы построения селекционных индексов отбора для селекции воспроизводительных качеств свиней в специализированных материнских линиях. Конструирование селекционных индексов проводилось методом нормированных отклонений Н.В. Михайлова.

В качестве материала для построения селекционных индексов были взяты племенные стада свиней крупной белой породы хозяйств Северного Кавказа. Был проведен расчет основных параметров воспроизводительных качеств, определен вес отдельных признаков в селекционном индексе, т.е. селекционная значимость (в процентах) общему объему веса признака, генетико-популяционная характеристика стад (X , σ , C_v , h^2 , r , R), целевые стандарты популяций, селекционный дифференциал (разница между средними значениями признака в популяции и целевым стандартом) $(X_i - X_i) = \Delta q$. Определены величины связи между генотипом и фенотипом (коэффициенты путей) $h = \sqrt{h^2}$, генотипическая изменчивость признака $\sigma_v = \sigma_f \cdot h$.

Вычислен селекционный вес признаков как отношение разницы между средним значением признака в популяции и целевым стандартом (Δq) к величине генотипической детерминации признака и коэффициенты веса (K_i) признаков отбора, вошедших в селекционный индекс.

Селекционный индекс в общем виде можно представить следующим соотношением:

$$I = K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + \dots + K_n X_n,$$

где K_i – коэффициент веса, X – величина признака отбора.

Примечание: принят следующий шифр признаков: X_1 – многоплодие, X_2 – молочность, X_3 – число поросят в 20 дней, X_4 – масса 1 гол. в 60 дней, X_5 – масса гнезда в 60 дней, X_6 – масса гнезда в 6 мес., X_7 – число опоросов.

Значения среднепопуляционных параметров приняты за нулевую точку отсчета. Значения параметров целевого стандарта приняты за 100 баллов. В качестве веса признаков использовали доли влияния признаков с учетом их коэффициентов наследуемости, выраженные в процентном отношении.

Значение индекса с отрицательным знаком будет свидетельствовать о том, что животное имеет потенциал продуктивности ниже среднего популяционного значения, более 100 единиц шкалы индекса указывает на превышение целевого стандарта.

Важным направлением селекционной работы на современном этапе является создание крупных массивов свиней, способных более устойчиво обеспечить высокую продуктивность в течение продолжительного времени. Нами сконструирован индекс продолжительности племенного использования. Этот индекс учитывает элементы физиологического состояния животных и связанного с ним долголетия [9].

В качестве основного показателя, характеризующего крепость конституции животного, принимали продолжительность племенного использования, то есть количество опоросов, полученных от свиноматки за период использования. Количество получаемого приплода, безусловно, зависит от морфологических и биологических изменений организма матери, в том числе и возрастными. Установлена связь уровня продуктивности и качества приплода в зависимости от возраста животных и продолжительности их использования [9].

Основными признаками при селекции на продуктивное долголетие являются количество опоросов за период племенного использования, многоплодие, молочность, число поросят и масса гнезда в возрасте 60 дней, товарная масса приплода в 6 мес.

Следует отметить, что племенной отбор хряков-производителей и свиноматок по индексу продуктивного использования учитывает элементы физиологического состояния животных и связанного с ним долголетия [10].

Предполагаемый целевой стандарт специализированных материнских линий соответствовал показателям, разработанным перспективным планом селекционно-племенной работы.

Преимущество индексной оценки заключается в том, что племенную ценность свиноматки можно измерить количественно в баллах, при этом каждый селекционный признак, входящий в состав индекса, имеет в нем определенный вес, соответствующий его действию на результирующий признак, т.е. массу гнезда в возрасте 6 мес.

Вышеизложенная методика оценки воспроизводительных качеств и продуктивного долголетия животных реализована в прикладном пакете программ «ИНОПЛЕКС» – ИНдексная Оценка ПЛЕменных Качеств Свиней.

Пакет состоит из двух структурно самостоятельных программ: конструирование индексов и оценка животных по полученным индексам. Эти программы находятся в иерархической связи, вытекающей из принципа обеспеченности переменных.

Заключение. Разработанная программа по расчету индексов оценки племенных качеств животных позволяет в значительной степени повысить качество индивидуального отбора и подбора племенных особей при реализации планов селекционно-племенной работы.

Кроме того, индексы позволяют количественно, т.е. в баллах определить продолжительность племенного использования свиноматок с учетом их продуктивности и ввести в систему отбора, что выводит работу селекционера на новый уровень.

В практической работе хозяйств рекомендуется использование разработанной компьютерной программы по индексной оценке племенных качеств свиноматок материнских линий и хряков-производителей.

Библиографический список

1. Алтайская мясная порода свиней – реальная перспектива импортозамещения племенных животных [Текст]/ В.Н. Шарнин, Б.Л. Панов, К.А. Кичигин, Н.А. Глазкова, А.И. Рудь, Н.А. Зиновьева // Свиноводство. – №6. – С. 9-11.
2. Дунин, И.М. Состояние и стратегия развития племенной базы свиноводства РФ [Текст]/ И.М. Дунин, А.А. Новиков, С.В. Павлова // Свиноводство. – 2015. – №5. – С. 4-7.

3. Мысик, А.Т. Современное состояние производства и потребления продукции животноводства в мире [Текст]/ А.Т. Мысик // Зоотехния. – 2008. – С. 41-44.
4. Научные и практические аспекты выращивания ремонтного молодняка и содержания свинопоголовья [Текст] : монография / И.Ф. Горлов, О.П. Шахбазова, Е.А. Крыштоп, В.А. Бараников. – пос. Персиановский, 2012. – 402 с.
5. Разработка современных методов селекции свиней в ЗАО «Племзавод-Юбилейный» [Текст]/ С.Н. Мамонтов, Л.В. Гетманцева, М.А. Леонова, О.Л. Третьякова // Свиноводство. – 2015. – № 5. – С. 35-37.
6. Разработка и внедрение эффективных методов и программ селекции свиней [Текст]/ О.Л. Третьякова, Г.И. Федин, Л.В. Гетманцева и др. // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 9 (115). – С. 49-53.
7. Стрекозов, Н.И. Наше видение развития мясного животноводства России до 2020 года [Текст]/ Н.И. Стрекозов, А.В. Чинаров // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №8. – С. 3-4.
8. Третьякова, О.Л. Заказчикам нужны не программы, а решения [Текст]/ О.Л. Третьякова, Н.В. Михайлов, Г.И. Федин // Перспективное свиноводство: теория и практика. – 2011. – №6. – С. 2.
9. Третьякова, О.Л. Как оценить продолжительность племенного использования свиноматок? [Текст]/ О.Л. Третьякова // Животноводство России. – 2001. – №5.
10. Третьякова, О.Л. Результативность индексной селекции [Текст]/ О.Л. Третьякова, М.Ю. Костин, Е.Н. Васькова // Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства: материалы Международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский, 2015. – С. 86-89.
11. Филатов, А.С. Продуктивные и некоторые биологические особенности свиней канадской селекции в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / А.С. Филатов, И.Ю. Кукушкин // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 31-34.
12. Шахбазова, О.П. Факторы повышения интенсивности роста ремонтных свинок и воспроизводительных способностей свиноматок [Текст]/ О.П. Шахбазова // Ветеринарная патология. – 2010. – №4. – С. 96-100.
13. Шахбазова, О.П. Сравнительная оценка откормочных и мясных качеств чистопородных и гибридных подсвинков [Текст]/ О.П. Шахбазова // Аграрный научный журнал. – 2011. – №6. – С. 46-48.

Reference

1. Altajskaya myasnaya poroda svinej - real'naya perspektiva importozamescheniya plemennyh zhivotnyh [Tekst]/ V. N. Sharnin, B. L. Panov, K. A. Kichigin, N. A. Glazkova, A. I. Rud', N. A. Zinov'eva // Svinovodstvo. - №6. - S. 9-11. - S.
2. Dunin, I. M. Sostoyanie i strategiya razvitiya plemennoj bazy svinovodstva RF [Tekst]/ I. M. Dunin, A. A. Novikov, S. V. Pavlova // Svinovodstvo. - 2015. - №5. - S. 4-7.
3. Mysik, A. T. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva i potrebleniya produkci zhivotnovodstva v mire [Tekst]/ A. T. Mysik // Zootehniya. - 2008. - № - S. 41-44.
4. Nauchnye i prakticheskie aspekty vyraschivaniya remontnogo molodnyaka i soderzhaniya svinopogolov'ya [Tekst] : monografiya / I. F. Gorlov, O. P. Shahbazova, E. A. Kryshstop, V. A. Baranikov. - pos. Persianovskij, 2012. - 402 s.
5. Razrabotka sovremennyh metodov selekcii svinej v ZAO "Plemzavod-Yubilejnyj" [Tekst]/ S. N. Mamontov, L. V. Getmanceva, M. A. Leonova, O. L. Tret'yakova // Svinovodstvo. - 2015. - № 5. - S. 35-37.
6. Razrabotka i vnedrenie jffektivnyh metodov i programm selekcii svinej [Tekst]/ O. L. Tret'yakova, G. I. Fedin, L. V. Getmanceva i dr. // Agrarnyj vestnik Urala. - 2013. - № 9 (115). - S. 49-53.
7. Strekozov, N. I. Nashe videnie razvitiya myasnogo zhivotnovodstva Rossii do 2020 goda [Tekst]/ N. I. Strekozov, A. V. Chinarov // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2012. - №8. - S. 3-4.

8. Tret'yakova, O. L. Zakazchikam nuzhny ne programmy, a resheniya [Tekst]/ O. L. Tret'yakova, N. V. Mihajlov, G. I. Fedin // Perspektivnoe svinovodstvo: teoriya i praktika. - 2011. - №6. - S. 2.
9. Tret'yakova, O. L. Kak ocenit' prodolzhitel'nost' plemennogo ispol'zovaniya svinomatok? [Tekst]/ O. L. Tret'yakova // Zhivotnovodstvo Rossii. - 2001. - №5. - S.
10. Tret'yakova, O. L. Rezul'tativnost' indeksnoj selekcii [Tekst]/ O. L. Tret'yakova, M. Yu. Kostin, E. N. Vas'kova // Selekcija sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i tehnologiya proizvodstva produkcii zhivotnovodstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - pos. Persiansovskij, 2015. - S. 86-89.
11. Filatov, A. S. Produktivnye i nekotorye biologicheskie osobennosti svinej kanadskoj selekcii v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. S. Filatov, I. Yu. Kukushkin // Glavnyj zootehnik. - 2011. - № 6. - S. 31-34.
12. Shahbazova, O. P. Faktory povysheniya intensivnosti rosta remontnyh svinok i vosproizvoditel'nyh sposobnostej svinomatok [Tekst]/ O. P. Shahbazova // Veterinarnaya patologiya. - 2010. - №4. - S. 96-100.
13. Shahbazova, O. P. Sravnitel'naya ocenka otkormochnyh i myasnyh kachestv chistopородnyh i gibridnyh podsvinkov [Tekst]/ O. P. Shahbazova // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2011. - №6. - S. 46-48.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 636.5.085.7.612.10/12

**ПОВЫШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ИХ РАЦИОНАХ ТРИПТОФАНА И «ХОНДРО ТАН»**

**INCREASE OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE
INDICATORS OF CHICKEN-BROILERS MEAT PRODUCTIVITY WHEN USING
TRIPTOFAN AND HONDRO TAN IN THEIR RATES**

А.Ф. Злепкин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Н.А. Злепкина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Р.А. Гашук, аспирант

A.F. Zlepkin, O.N. Zlepkina, R.A. Gashuk

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

В научно-производственном исследовании определено, что предубойная живая масса молодняка птиц мясного направления у опытных групп увеличилась на 46,16; 107,51 и 63,51 г, масса потрошеной тушки – на 36,43; 92,41 и 52,76 г, убойный выход – на 0,12; 0,57 и 0,25 % в сравнительном анализе с контролем. Мышечная ткань у аналогов опытных групп увеличилась, по сравнению с контрольной группой, аналогично на 2,13; 5,43 и 3,07 %. По массе грудных мышц опытные группы были больше контроля аналогично на 2,17; 5,63 и 3,20 %, по бедренным – на 2,22; 5,74 и 3,32 %, по мышцам голени – на 2,19; 5,59 и 3,29 %. Известно, что содержание сухого вещества в грудных мышцах молодняка опытных групп увеличилось, аналогично на 0,09; 0,15 и 0,13 %, органического вещества – 0,10; 0,15 и 0,13 %, белка – на 0,12; 0,40 и 0,19 %, если сравнивать с контрольной группой. Такая же обоснованность по химическому составу получена по мышцам голени и бедра.

In the scientific-production study it is certain that the pre-slaughter live weight of young meat of the meat direction in the experimental groups increased by 46.16; 107.51 and 63.51 g, the weight of gutted carcass - by 36.43; 92.41 and 52.76 g, the slaughter yield is 0.12; 0.57 and 0.25% in the comparative analysis with the control. The muscle tissue of the analogues of the experimental groups in-

creased in comparison with the control group, similarly by 2.13; 5.43 and 3.07%. By the mass of pectoral muscles, the experimental groups had more control similarly at 2.17; 5.63 and 3.20%, on the femoral - by 2.22; 5.74 and 3.32%, in the calf muscles - by 2.19; 5.59 and 3.29%. It is known that the dry matter content in the pectoral muscles of the young growth of the experimental groups increased, similarly by 0.09; 0.15 and 0.13%, organic matter - 0.10; 0.15 and 0.13%, protein - by 0.12; 0.40 and 0.19% when compared with the control group. The same validity in chemical composition is obtained for the muscles of the shin and thigh.

Ключевые слова: живая масса, аминокислота, мышцы, белки, тушка, цыплята-бройлеры, группа, кормовая смесь.

Key words: live weight, amino acid, muscles, proteins, carcass, broiler chickens, group, fodder mixture.

Введение. Птицеводство сегодня – одна из быстро развивающихся и экономически выгодных сфер деятельности АПК – представляет собой сложную интегрированную систему, оснащенную всеми процессами от начала – воспроизводства птицы – и до конца – производства готовой продукции и её реализации [9].

Сбалансированные корма, состоящие из необходимых питательных веществ, особенно аминокислоты и протеин, связаны с интенсивностью птицеводства. Нехватка в рационах незаменимых аминокислот и говорит о том, что потребление количества протеина возрастает. В связи с этим, в корм птиц надо вводить синтетические препараты аминокислот [7].

Самая востребованная аминокислота в рационах сельскохозяйственных птиц и животных – это триптофан, который является предшественником в синтезе биологически активных соединений. Недостаточное количество триптофана оказывает негативное воздействие на применение питательных веществ корма и энергетический обмен [1, 8].

Дефицит триптофана в организме сказывается также на росте и развитии молодого организма и в результате увеличиваются затраты кормов на производство продукции. Нехватка данной аминокислоты может образоваться из-за разнообразия кормов с разным усвоением её. При вводе в рацион таких кормов, как зернобобовые, подсолнечный шрот, мясокостная мука и т.д. ввиду меры триптофана в рационе возможно возникновение нехватки в организме птицы по причине плохой его усвояемости. Дефицитность триптофана проявляется при применении комбикормов с повышенным массосодержанием кукурузы [10].

Для того, чтобы увеличить усваивание минеральных веществ в организме птицы, требуется применять препараты, имеющие в числе своих качеств хондропротекторные свойства.

Материалы и методы. Для изучения влияния триптофана совместно с кормовой добавкой «Хондро Тан» на качественные и количественные данные мясной продуктивности молодняки птиц мясного направления осуществили научно-хозяйственный опыт в Иловлинском районе Волгоградской области на базе АО «Птицефабрика Красnodонская».

С целью выполнения опыта суточных цыплят-бройлеров, составили в подопытные группы по принципу аналогов. Образованы 4 группы молодняки птиц мясного направления кросса «Кобб-500» (контрольная – одна группа, опытные – три группы) по 50 голов в каждой группе. Период выращивания молодняки получился 40 дней.

Результаты. В убойном возрасте подопытного молодняки птицы мясного направления (40-дней), для анализа влияния введения в комбикорм аминокислоты триптофана совместно с кормовой добавкой «Хондро Тан» на данные мясных и убойных качеств молодняки птиц мясного направления, провели контрольный убой. Результаты этого показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты контрольного убоя (n=6) (M±m)

Группа	Предубойная живая масса, г	Масса потрошенной тушки, г	Убойный выход, %
Контрольная	2433,50±5,38	1763,80±8,77	72,48
I опытная	2479,67±11,35**	1800,24±9,59*	72,60
II опытная	2541,00±11,13***	1856,20±9,64***	73,05
III опытная	2497,00±2,59***	1816,57±5,52**	72,75

По представленным данным видно, что предубойная живая масса молодняка птиц мясного направления у опытных групп, в сравнительном анализе с контроле, выше соответственно на 46,17 (1,90 %; P<0,01); 107,50 (4,42 %; P<0,001) и 63,50 г (2,61 %; P<0,001).

Молодняк птиц мясного направления опытных групп по предубойной живой массе показали преимущество цыплят-бройлеров II группы, предубойная живая масса у них была выше, чем у аналогов I и III групп, также на 61,33 (2,47 %; P<0,01) и 44,0 г (1,76 %; P<0,01).

Показатель массы потрошенной тушки цыплят опытных групп также был выше контрольной группы на 36,44 (2,07 %; P<0,05); 92,40 (5,24 %; P<0,001) и 52,77 г (2,99 %; P<0,001). Молодняк птиц мясного направления II опытной группы по данному показателю был выше, чем у аналогов I и III опытных групп, соответственно на 55,96 (3,11 %; P<0,01) и 39,63 г (2,18 %; P<0,01).

Существенным показателем, характеризующим убойные качества подопытных цыплят, является убойный выход.

В опыте доказано, что убойный выход также был более высокий у цыплят-бройлеров опытных групп. Так, опытная группа по убойному выходу превзошла цыплят-бройлеров контрольной группы соответственно на 0,12; 0,57 и 0,27 %.

Цыплята II группы показали преимущество по данному показателю между опытными группами и превосходили по убойному выходу I и III группу соответственно на 0,45 и 0,30 %.

Все это показывает, что введение в основной рацион цыплятам-бройлерам опытных групп аминокислоты триптофана и кормовой смеси «Хондро Тан» содействует повышению предубойной живой массы, массы потрошенной тушки и убойного выхода, в сравнительном анализе с контрольной группой. Самые лучшие показатели отмечены у цыплят-бройлеров II группы.

Категория тушек подопытных цыплят-бройлеров представлена в таблице 2. Результаты были получены в соответствии с ГОСТом 31962-2013 «Мясо цыплят-бройлеров».

Данные результаты таблицы показывают, что по численности тушек первого сорта молодняк мясного направления опытных групп превосходил аналогов контрольной группы соответственно на 1,88; 2,79 и 2,03. Численность тушек 2 сорта получилась: в контрольной – 6,30; в I опытной – 4,42; во II опытной – 3,51 и в III опытной группе – 4,27 %.

Таблица 2 – Категория тушек подопытных сельскохозяйственных птиц, %

Сорт тушек	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
1	93,70	95,58	96,49	95,73
2	6,30	4,42	3,51	4,27
Тощие	-	-	-	-

Для заключительного анализа мясной продуктивности выполнили анатомическую разделку тушек подопытных цыплят.

Самый важный признак мясных качеств у молодняка птиц представлен выходом съедобных частей тушки и мышечной ткани.

Результат анатомической разделки потрошенных тушек цыплят опытных групп выявил, что в их организме под воздействием потребления кормов с внесением проверяемых кормовых добавок появились количественные изменения.

В течение опыта получили, что молодняк мясного направления I, II и III опытных групп по массе мышечной ткани превышал цыплят контрольной группы на 24,19 (2,13 %; $P<0,05$); 61,75 (5,43 %; $P<0,001$) и 34,95 г (3,07 %; $P<0,001$).

По этому же показателю цыплята II опытной группы были выше аналогов из I и III опытных групп аналогично на 37,56 (3,23 %; $P<0,01$) и 26,80 г (2,29 %; $P<0,01$).

Молодняк мясного направления I, II и III опытных групп по массе грудных мышц в свою очередь преобладали над цыплятами контроля аналогично на 10,78 (2,17 %; $P<0,05$); 27,92 (5,63 %; $P<0,001$) и 15,87 г (3,20 %; $P<0,001$), бедренных мышц – на 4,68 (2,22 %; $P<0,05$); 12,10 (5,74 %; $P<0,001$) и 7,0 г (3,32 %; $P<0,001$), голени – на 3,37 (2,19 %; $P<0,05$); 8,58 (5,59 %; $P<0,001$) и 5,05 г (3,29 %; $P<0,001$).

Молодняк II опытной группы по массе грудных мышц был выше, чем у аналогов I и III опытных групп, так же на 17,14 (3,38 %; $P<0,01$) и 12,05 г (2,35 %; $P<0,01$), бедренных – на 7,42 (3,44 %; $P<0,01$) и 5,10 г (2,34 %; $P<0,01$), голени – на 5,21 (3,32 %; $P<0,01$) и 1,68 г (1,07 %; $P<0,01$) [3, 4].

В достижении опыта было получено, что масса съедобных частей тушки у молодняка мясного направления I, II и III опытных групп была выше, в сравнении с контрольной группой, аналогично на 31,10 (2,11 %; $P<0,05$); 84,10 (5,72 %; $P<0,001$) и 46,25 г (3,14%; $P<0,001$).

Разница опытных групп по этому показателю подчеркнула лучшие показатели аналогов II группы, которая превосходила по массе съедобных частей тушки молодняка I и III групп так же на 53,0 (3,53%; $P<0,001$) и 37,85 г (2,50%; $P<0,01$).

Аналоги контрольной группы по соотношению грудных мышц ко всем мышцам по всем показателям были меньше всех I опытных групп аналогично на 0,02; 0,08 и 0,05 %.

Их отношение съедобных частей тушки к несъедобным была в контрольной 5,01, а в опытных группах – 5,03 – 5,15.

Однако, ввод в комбикорм цыплятам опытных групп аминокислоты триптофана и кормовой смеси «Хондро Тан», в сопоставлении с контролем, увеличивает мясную продуктивность. К тому же наилучшие показатели по мясной продуктивности получены у цыплят-бройлеров II опытной группы.

Качественные показатели мяса молодняка птицы мясного направления в наибольшей степени взаимосвязаны с соотношением входящих в него тканей, и зависят от рациона. В связи с этим, объективную оценку исследования мяса дает проведение биохимического анализа [2, 3, 6].

Можно сказать, что точным методом оценки качества мяса является анализ его химического состава.

В таблице 3 полученные данные по химическому составу и энергетической питательности мышц опытных цыплят.

Во время опыта получено, что содержание сухого вещества в грудных мышцах опытных групп стало выше по отношению к аналогам контроля аналогично на 0,09; 0,15 ($P<0,05$) и 0,13 % ($P<0,05$), органического вещества – на 0,10; 0,15 ($P<0,05$) и 0,13 %.

Таблица 3 – Энергетическая питательность и химический состав мышц, % (n=6) (M±m)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Грудные мышцы				
Влага	73,51±0,05	73,42±0,05	73,36±0,03*	73,38±0,03*
Сухое вещество	26,49±0,05	26,58±0,05	26,64±0,03*	26,62±0,03*
Органическое вещество	25,50±0,05	25,60±0,05	25,65±0,04*	25,63±0,04
Белок	22,58±0,06	22,70±0,05	22,98±0,09**	22,77±0,04*
Жир	2,92±0,09	2,90±0,03	2,67±0,11	2,86±0,04
Зола	0,99±0,01	0,98±0,01	0,99±0,01	0,99±0,01
Энергетическая питательность, МДж/кг	5,01±0,03	5,02±0,01	4,98±0,03	5,02±0,01
Бедренные мышцы				
Влага	73,77±0,06	73,69±0,09	73,53±0,05*	73,57±0,04*
Сухое вещество	26,23±0,06	26,31±0,09	26,47±0,05*	26,43±0,04*
Органическое вещество	25,25±0,06	25,32±0,09	25,48±0,04*	25,43±0,05
Белок	21,65±0,05	21,85±0,05*	21,93±0,06**	21,90±0,07*
Жир	3,60±0,09	3,47±0,09	3,55±0,05	3,53±0,10
Зола	0,98±0,01	0,99±0,01	0,99±0,02	1,00±0,02
Энергетическая питательность, МДж/кг	5,11±0,03	5,10±0,04	5,14±0,02	5,13±0,03
Мышцы голени				
Влага	73,94±0,04	73,78±0,06*	73,65±0,04***	73,68±0,05**
Сухое вещество	26,06±0,04	26,22±0,06*	26,35±0,04***	26,32±0,05**
Органическое вещество	25,07±0,06	25,21±0,06	25,35±0,05**	25,32±0,07*
Белок	21,52±0,05	21,78±0,06**	21,86±0,09**	21,80±0,07**
Жир	3,55±0,06	3,43±0,09	3,49±0,11	3,52±0,10
Зола	0,99±0,02	1,01±0,01	1,00±0,02	1,00±0,02
Энергетическая питательность, МДж/кг	5,07±0,02	5,07±0,03	5,11±0,03	5,11±0,03

Однако молодняк мясного направления опытных групп преобладал над цыплятами контрольной группы по содержанию белка в грудных мышцах аналогично на 0,12; 0,40 (P<0,01) и 0,19% (P<0,05).

Различия по опытным группам: превосходство по содержанию сухого вещества в грудных мышцах показали аналоги II группы, превосходя I и III опытную группу по этому показателю аналогично на 0,06 и 0,02 %, органического вещества – на 0,05 и 0,02 %, белка – на 0,28 (P<0,05) и 0,21 %.

По содержанию жира в грудных мышцах контрольная группа превышала аналогов опытных групп соответственно на 0,02; 0,25 и 0,06 %. Но результаты у подопытного молодняка по этому показателю были статистически недостоверными.

Однако отличий по энергетической питательности грудных мышц у молодняка птиц мясного направления сравниваемых групп не показали.

Одинаковая закономерность у опытных цыплят показана и по химическому составу бедренных мышц. Так I, II и III опытные группы преобладали над аналогами контроля по содержанию сухого вещества в бедренных мышцах аналогично на 0,08; 0,24 (P<0,05) и 0,20 % (P<0,05), органического вещества – на 0,07; 0,23 (P<0,05) и 0,18 %, белка – на 0,20 (P<0,05); 0,28 (P<0,01) и 0,25 % (P<0,05).

Наилучшие показатели по полученным результатам показаны у аналогов II опытной группы.

Показатель содержание жира в бедренных мышцах у контроля был выше, чем у молодняка мясного направления I, II и III опытных групп на 0,13; 0,05 и 0,07 %. По этому показателю у опытных цыплят статистически достоверной разницы не найдено.

По показателю энергетическая ценность бедренных мышц у опытных цыплят явных различий не выявлено.

Обсуждение. В опыте получено, что аналоги I, II и III опытных групп преобладали над контролем по содержанию сухого вещества в мышцах голени аналогично на 0,16 (P<0,05); 0,29 (P<0,001) и 0,26 % (P<0,01), органического вещества – на 0,14; 0,28 (P<0,01) и 0,25 % (P<0,05), белка – на 0,26 (P<0,01); 0,34 (P<0,01) и 0,28 % (P<0,01).

Показатели по опытным группам по содержанию сухого вещества в мышцах голени были лучше у II группы, которые по данному показателю превышали аналогов I и III групп аналогично на 0,13 и 0,03 %, органического вещества – на 0,14 и 0,03 %, белка – на 0,08 и 0,06 %.

В это же время по энергетической питательности мышц голени цыплята-бройлеры II и III опытных групп были выше контроля аналогично на 0,04 и 0,04 МДж/кг без статистически достоверной разницы.

Практически одинаковым был показатель содержания золы в мышцах голени у опытных групп.

Именно поэтому ввод в комбикорма аминокислоты триптофан и определенных доз кормовой смеси «Хондро Тан» содействует улучшению качественных показателей мяса молодняка опытных групп.

Заключение. Следовательно, использование в рационах цыплят-бройлеров препарата триптофана совместно с разным количеством кормовой добавки «Хондро Тан», способствовало повышению количественных и качественных показателей мясной продукции. Самые высокие показатели получены при вводе в рацион цыплятам-бройлерам II опытной группы аминокислоты триптофана совместно с кормовой смесью «Хондро Тан» в количестве 400 и 350 г на 1 т корма.

Библиографический список

1. Гегер, Л. Обеспечение требуемой питательности кормов для бройлеров [Текст] / Л. Гегер // Комбикормовая промышленность. – 1998. – № 31. – С. 28-30.
2. Злепкин, Д.А. Рыжиковый жмых в комбикормах цыплят-бройлеров, их продуктивность и качество мяса [Текст] / Д.А. Злепкин, Т.С. Колобова // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2013. – С. 186-188.
3. Злепкин, А.Ф. Физико-химический состав и кулинарно-технологические свойства мяса цыплят-бройлеров при использовании в рационах треонина и минеральных добавок [Текст] / А.Ф. Злепкин, Л.Ю. Сафронова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №1 (24). – С. 75-78.
4. Злепкин, В.А. Применение новой кормовой добавки «биштреон» и ее влияние на мясные качества цыплят-бройлеров [Текст] / В.А. Злепкин, Л.Ю. Сафронова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №4 (28). – С. 94-99.
5. Злепкин, Д.А. Влияние кормовой добавки «биштреон» на продуктивные качества и сохранность цыплят-бройлеров [Текст] / Д.А. Злепкин, Л.Ю. Иванова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №4 (28). – С. 116-119.
6. Злепкин, А.Ф. Химический состав, энергетическая и биологическая ценность мышц цыплят-бройлеров при включении в их рационы разное количество триптофана [Текст] / А.Ф. Злепкин, Р.А. Гашук // Аграрная наука: поиск проблемы, решения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора В.М. Куликова. 8-10 декабря 2015 года. – Волгоград, 2016. – Т. 2. – С. 113-117.

7. Мясная продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров при использовании триптофана совместно с «Хондро Тан» [Текст] / Р.А. Гашук, В.П. Зволинский, В.В. Саломатин, В.А. Злепкин, А.Ф. Злепкин // Современные тенденции развития аграрного комплекса: Международная научно-практическая конференция. 11-13 мая 2016 года/ ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». – с. Солёное Займище, 2016. – С. 1088-1091.

8. Саломатин, В.В. Сравнительная характеристика качества мяса свиней, получавших в рационах треонин и ферментные препараты [Текст] / В.В. Саломатин, В.А. Злепкин, О.В. Будтуев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №2 (18). – С. 115-119.

9. Фисинин, В.И. Современные подходы к кормлению птицы [Текст] / В. Фисинин, И. Егоров // Птицеводство. – 2011. – №3. – С. 7-9.

10. Харламов, К.В. Влияние триптофана на продуктивные качества цыплят-бройлеров [Текст] / К.В. Харламов // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №8. – С. 51-52.

Reference

1. Geger, L. Obespechenie trebuemoj pitatel'nosti kormov dlya brojlerov [Tekst] / L. Geger // Kombikormovaya promyshlennost'. - 1998. -№ 31. - S. 28-30.

2. Zlepkin, D. A. Ryzhikovyj zhmyh v kombikormah cyplyat-brojlerov, ih produktivnost' i kachestvo myasa [Tekst] / D. A. Zlepkin, T. S. Kolobova // Nauchnye osnovy strategii razvitiya APK i sel'skih territorij v usloviyah VTO: materialy Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. - Volgograd, 2013. - S. 186-188.

3. Zlepkin, A. F. Fiziko-himicheskij sostav i kulinarno-tehnologicheskie svojsta myasa cyplyat-brojlerov pri ispol'zovanii v racionah treonina i mineral'nyh dobavok [Tekst] / A. F. Zlepkin, L. Yu. Safronova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №1 (24). - S. 75-78.

4. Zlepkin, V. A. Primenenie novoj kormovoj dobavki “bishtreon” i ee vliyanie na myasnye kachestva cyplyat-brojlerov [Tekst] / V. A. Zlepkin, L. Yu. Safronova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №4 (28). - S. 94-99.

5. Zlepkin, D. A. Vliyanie kormovoj dobavki “bishtreon” na produktivnye kachestva i sohrannost' cyplyat-brojlerov [Tekst] / D. A. Zlepkin, L. Yu. Ivanova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №4 (28). - S. 116-119.

6. Zlepkin, A. F. Himicheskij sostav, jnergeticheskaya i biologicheskaya cennost' myshe cyplyat-brojlerov pri vkluchenii v ih raciony raznoe kolichestvo triptofana [Tekst] / A. F. Zlepkin, R. A. Gashuk // Agrarnaya nauka: poisk problemy, resheniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoj 90-letiyu professora V. M. Kulikova. 8-10 dekabrya 2015 goda. - Volgograd, 2016. - T. 2. - S. 113-117.

7. Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasa cyplyat-brojlerov pri ispol'zovanii triptofana sovmestno s “Hondro Tan” [Tekst] / R. A. Gashuk, V. P. Zvolinskij, V. V. Salomatin, V. A. Zlepkin, A. F. Zlepkin // Sovremennye tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. 11-13 maya 2016 goda/ FGBNU “Prikaspijskij NII aridnogo zemledeliya”. - s. Solenoe Zajmische, 2016. - S. 1088-1091.

8. Salomatin, V. V. Sravnitel'naya harakteristika kachestva myasa svinej, poluchavshih v racionah treonin i fermentnye preparaty [Tekst] / V. V. Salomatin, V. A. Zlepkin, O. V. Budtuev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2010. - №2 (18). - S. 115-119.

9. Fisinin, V. I. Sovremennye podhody k kormleniyu pticy [Tekst] / V. Fisinin, I. Egorov // Pticevodstvo. - 2011. - №3. - S. 7-9.

10. Harlamov, K. V. Vliyanie triptofana na produktivnye kachestva cyplyat-brojlerov [Tekst] / K. V. Harlamov // Dostizheniya nauki i tehniky APK. - 2010. - №8. - S. 51-52.

E-mail: zootexnia@mail.ru

УДК 636.2.081/082

**ЭТАПЫ ОБРАЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
САЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ**
**STAGES OF FORMATION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT
OF SALSKAYA SHEEP BREED**

Ю.А. Колосов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Н.Г. Чамурлиев², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Yu. A. Kolosov¹, N.G. Chamurliiev²

¹Донской государственный аграрный университет

²Волгоградский государственный аграрный университет

Don State Agrarian University, Russia

Volgograd State Agrarian University. Volgograd, Russia

Сальская порода овец относится к малочисленным отечественным породам, которая по своим продуктивным и адаптационным качествам представляет существенный интерес в вопросе развития национальных генетических ресурсов в овцеводстве. В статье дается характеристика основных этапов становления и современного состояния породы. В селекционном процессе важно использовать не только традиционно активно продвигаемые на рынке племенных ресурсов породы и стада, но и малочисленные отечественные породы, потенциал которых использован крайне слабо. К таким породам можно отнести сальскую, апробированную и признанную селекционным достижением в 1950 году. До конца 70-х годов стадо конного завода им. С.М. Буденного оставалось самым многочисленным и самым высокопродуктивным среди других племенных стад сальской породы. Овцематки и ярки имели большой запас кожи в виде хорошо развитых бурды и фартука на шее, «розетки» у корня хвоста и заметной морщинистости по туловищу, хорошо заметной у остриженных животных. Длина шерсти годового роста составляла 7 – 8 см. Содержание жира в составе руна достигало 50-55 %, а выход чистой шерсти не превышал 34-38 %. Вторым этапом можно считать период, когда для совершенствования сальской породы велась не только внутривидовая селекция, что всегда было приоритетом в селекционной работе со стадом шерстного направления продуктивности, но и привлекались ресурсы пород советский меринос и ставропольская. Третьим этапом работы с породой стал период, когда в стране для улучшения мериносовых овец начали массово использовать австралийских мериносов. Овцы получили новые очень ценные свойства, которые стали важным элементом коллективных генотипов: существенное улучшение оброслости туловища, в первую очередь спины и брюха, плотное замкнутое руно, четкий характер извитости шерсти в сочетании с эластичностью, жиропот оптимального количества и качества, значительное повышение выхода чистой шерсти, в большинстве случаев повышение настрига чистой шерсти, оптимизированный запас кожи, повышение длины шерсти у овец на 10-11 % по сравнению со старым типом породы. На текущем этапе для ускорения процесса был привлечен потенциал ставропольской породы племенного завода «Вторая пятилетка», улучшенной австралийскими мясными мериносами. В статье характеризуется направление работы по созданию нового внутривидового типа.

Salskaya breed of sheep relates to a small domestic breeds, which by its productive qualities and adaptation is of significant interest in the development of national genetic resources in sheep breeding. The article gives characteristics of the main stages of formation and modern status of the breed. In the selection process it is important to use not only traditionally actively promoted in the market tribal resources rocks and herds, but also small domestic breeds, the potential of which is used very poorly. Such species include Sal, tested and recognized a selection achievement in 1950. By the end of 70-ies of the herd stud them. S. M. Budyonny remained the most numerous and the most productive among the other breeding herds salskaya breed. Ewes and bright had a large stock of leather in the form of well-developed Burda and apron at the neck, "socket" at the root of the tail and visible Marinetti on the body, noticeable in the cut animals. Length of wool of the annual growth rate was 7 – 8 cm. The content of suint in the fleece composition reached 50-55 %, and the yield of pure wool does not exceed 34 to 38 %. The second stage can be considered as a period when for the improvement of salskaya breed were not only inbreeding breeding that has always been a priority in breeding work with a herd of wooly productivity, but also brought resources breeds Soviet Meri-

nos and Stavropol. The third stage of the breed was the period when the country to improve the Merino sheep have begun to use the Australian Merino. The sheep got a new very valuable properties, which have become an important element of the collective genotypes: significant improvement in oprelosti of the body, primarily the back and belly, tight closed fleece, clear tortuosity of wool combined with elasticity, wool grease of optimum quality and quantity, a significant increase in the yield of clean wool, in most cases, increasing the wool yield of pure wool, an optimized supply of the skin, increased length of wool in sheep at 10-11 % compared with the old type of the breed. At this stage, to expedite the process, was attracted by the potential of the Stavropol breed breeding farm "Second five-year plan", improved Australian meat Merino. The article characterizes the direction of work on creation of new inbreeding type.

Ключевые слова: овцеводство, сальская порода, генезис, генетические ресурсы.

Key words: sheep of salskaya breed, Genesis, genetic resources.

Введение. В сложившихся экономических и внешнеполитических условиях значительно повысилось стратегическое значение животноводческой отрасли в структуре народного хозяйства нашей страны [1, 4]. Для решения проблемы продовольственной безопасности на первый план выходит задача всестороннего изучения, совершенствования и рационального использования отечественных генетических ресурсов [6, 13]. Эта необходимость обусловлена сложностью приобретения импортных генетических ресурсов, невозможностью в полной мере контролировать качество закупаемого материала и выявления скрытых генетических аномалий, плохой воспроизводимостью ввозимого поголовья в отечественных условиях в отличие от аборигенных пород.

Материалы и методы В процессе исследований использовали монографический, статистический, экономико-математический методы, сравнительный анализ и теоретическое обобщение материалов, размещенных в общедоступных источниках информации и полученных в ходе собственных экспериментов авторов.

Результаты исследований. В селекционном процессе важно использовать не только традиционно активно продвигаемые на рынке племенных ресурсов породы и стада, но и малочисленные отечественные породы, потенциал которых использован крайне слабо. К таким породам можно отнести сальскую, апробированную и признанную селекционным достижением в 1950 году. За свою историю эта порода имела несколько этапов развития, благодаря которым заняла достойное место среди отечественных мериносовых пород. Однако за время переходного периода российской экономики породой была утрачена значительная часть лучшего поголовья. Тем не менее, сальская порода продолжает оставаться важнейшим ресурсом российского овцеводства. Поэтому представляет интерес исследование генезиса данной породы. Это позволит определить наиболее эффективные схемы совершенствования ее коллективного генотипа, привести его в соответствие с требованиями и тенденциями современного рынка и не утратить то позитивное, что имеет порода в настоящее время.

В период с 1930 по 1950 гг. на конном заводе им. С.М. Буденного Сальского района Ростовской области проводились работы по созданию новой отечественной породы овец с мериносовым типом руна на основе новокавказской и мазаевской пород с незначительным привлечением ресурсов породы американский рамбулье. За это время кропотливым трудом коллектива единомышленников была создана популяция овец, обладавшая необходимой генетической структурой и имевшая значительные преимущества, по сравнению с исходными стадами. Постановлением Совета Министров СССР от 29 июля 1950 г. была утверждена новая порода тонкорунных овец, получившая название «сальская». Согласно плану породного районирования, породу разводили в Сальском, Зимовниковском, Песчанокопском, Зерноградском, Целинском, Веселовском и некоторых других районах Ростовской области [1]. До конца 70-х годов стадо конного завода им. С.М. Буденного оставалось самым многочисленным и самым высокопродуктивным среди других племенных стад саль-

ской породы. В массе это были животные средней и менее средней величины с выраженными шерстными качествами. Овцематки и ярки имели большой запас кожи в виде хорошо развитых бурды и фартука на шее, «розетки» у корня хвоста и заметной морщинистости по туловищу, хорошо заметной у остриженных животных. Длина шерсти годового роста составляла 7...8 см. Содержание жиропота в составе руна достигало 50-55 %, а выход чистой шерсти не превышал 34-38 % [4]. В конце 60-х годов на базе конных заводов им. С.М. Буденного и им. М.В. Фрунзе, расположенных вдоль реки Маныч, были созданы оросительные системы для производства риса. На этих территориях Сальского района организовывают два совхоза с названиями «Северный» и «Южный». Во вновь созданные хозяйства передаются различные сельскохозяйственные животные, в том числе и овцы сальской породы. Естественно, что это было не лучшее поголовье. Во главе совхоза «Северный» начинает работать прекрасный организатор, влюбленный в сельскохозяйственное производство, Николай Власович Величко, который сразу же находит контакт с Донским зональным НИИСХ и, в первую очередь, со старшим научным сотрудником кандидатом с.-х. наук Александром Васильевичем Тюпиным. Именно эти два замечательных человека, а также зоотехник-селекционер Наталья Павловна Лялина, и создали уникальное стадо овец сальской породы, которое уже в начале 80-х годов становится одним из лучших не только в Ростовской области, но в Советском Союзе. Хозяйство получило статус племенного завода [13].

Вторым этапом можно считать период, когда для совершенствования сальской породы велась не только внутривидовая селекция, что всегда было приоритетом в селекционной работе со стадом шерстного направления продуктивности, но и привлекались ресурсы пород советский меринос и ставропольская. Однако уже в середине 70-х годов становится очевидным, что покрывать затраты на содержание овец только за счет шерстной продуктивности сложно. Поэтому принимается программа по привлечению потенциала шерстно-мясных пород - кавказской, алтайской, асканийской - для совершенствования сальской породы. Позже уже под методическим руководством В.А. Гареева по согласованию с методической комиссией ДЗНИИСХ и Минсельхоз СССР с этой же целью локально и ограничено во времени были использованы полутонкорунные породы северокавказская мясошерстная и австралийская порода – полварс. Данные мероприятия не привели к сколько-нибудь значимому улучшению мясной продуктивности, а лишь обусловили огрубление шерсти и значительное снижение ее уравниности в штапеле и в руне.

Третьим этапом работы с породой стал период, когда в стране для улучшения мериносовых овец начали массово использовать австралийских мериносов. Эта мера была обоснована, но не в полной мере проработана стратегически. Баранов-производителей из Австралии завезли из тридцати племенных заводов, использовали их бессистемно, поэтому потомство получили разнокачественное. Генетический материал, полученный от целого ряда австралийских племенных заводов, оказался неадекватным как к запросам изменявшегося международного рынка шерсти, так и экологической валентности. Тем не менее, даже с учетом этих ошибок, большинство стад овец получило новые очень ценные свойства, которые стали важным элементом коллективных генотипов. К этим свойствам можно отнести существенное улучшение оброслости туловища, в первую очередь спины и брюха, плотное замкнутое руно, четкий характер извитости шерсти в сочетании с эластичностью, жиропот оптимального количества и качества, значительное повышение выхода чистой шерсти, в большинстве случаев повышение настрига чистой шерсти, оптимизированный запас кожи. Особенностью результатов скрещивания с австралийскими мериносами сальской породы стало повышение длины шерсти у овец на 10-11 %, по сравнению со старым типом породы.

Существующий в природе баланс позитивных и негативных результатов объединения генотипов с позиции биологии не был нарушен и в этот раз. Прилитие крови австралийских мериносов в данном конкретном стаде повлекло за собой не только поло-

жительные изменения, указанные выше, но и оказало негативное воздействие на живую массу и многоплодие. Таким был общий тренд по всей совокупности исследований по привлечению генотипов австралийских мериносов для совершенствования овец Ростовской области, и он четко проявился по сальской породе на племязаводе «Северный». В этот период к овцам желательного типа предъявлялись следующие минимальные требования продуктивности (таблица).

Таблица – Минимальные требования продуктивности овец сальской породы, предъявляемые на третьем этапе работы с породой

Группа овец	Живая масса, кг	Настриг шерсти, кг		Длина шерсти, см
		физический	мытой	
Бараны-производители	100	14	5,5	9,0
Бараны рем.	72	9,5	4,0	9,5
Матки	52	6,0	2,5	8,0
Переярки	50	6,0	2,6	8,5
Ярки	37	5,3	2,4	8,5

Новые экономические условия развития АПК, начавшие формироваться после распада СССР, своих окончательных требований не сформулировали и до настоящего времени. Однако приоритет производства мяса баранины как основного вида продукции овцеводства доминирует достаточно уверенно. Учитывая территориальное расположение и климатические условия России, значительное сокращение производства мериносовой шерсти также не выглядит обоснованным на современном этапе развития государства [8]. Поэтому процесс создания животных мясошерстного типа в работе с сальской породой был реанимирован в самом конце XX – начале XXI в. Это стало определяющим направлением в работе с породой на современном этапе. Сложилось так, что в начале этого этапа совхоз-племязавод «Северный» своё существование прекратил и лучшее поголовье овец сальской породы конкурсным управляющим было использовано в счет оплаты образовавшихся долгов. Правопреемником племенного завода по сальской породе стало ООО «Белозерное», коллектив которого, благодаря грамотному менеджменту нового совладельца и руководителя Сергея Васильевича Громакова и работе зоотехников высокого уровня квалификации Домбровского И.Г. и Охрименко Г.В., продолжил совершенствование стада. Научное сопровождение работы осуществлялось коллективом ученых Донского государственного аграрного университета. Первые годы для этого использовались только внутрипородные ресурсы. Однако темпы совершенствования не удовлетворяли разработчиков проекта и для ускорения процесса был привлечён потенциал ставропольской породы племенного завода «Вторая пятилетка» Ипатовского района Ставропольского края, улучшенной австралийскими мясными мериносами [12, 5]. О консолидированности наследственности овец этой популяции говорит тот факт, что в 2013 г. она апробирована как порода, которая включена в реестр селекционных достижений, рекомендованных к использованию в РФ, под названием «джалгинский меринос». Кровность кроссированных баранов, полученных на основе ставропольской породы и использованных для осеменения в ООО «Белозёрное», по австралийскому мясному мериносу составляла от 13 до 75 % [6]. То есть для их получения было использовано как воспроизводительное скрещивание, так и обратное скрещивание со ставропольской породой. Общая численность животных желательного типа сальской породы с кровностью ставропольских и австралийских мясных мериносов превышает в 2016 году 550 голов [13]. Данная популяция, в отличие от сальской породы предыдущего периода, характеризуется следующими особенностями:

1. Большей живой массой ягнят при рождении.
2. Более высоким уровнем скороспелости.
3. Лучшей оплатой корма приростом живой массы (конверсией корма).

4. Повышением убойного выхода на 2-4 %.
5. Более высоким уровнем доходности при производстве поярковой шерсти.
6. Высоким качеством овчины при убое молодняка в год рождения.

Воспроизводительные качества овцематок и баранов-производителей не уступают базовому варианту сальской породы.

Важным элементом племенной работы в современных условиях является всестороннее использование информационных технологий. Работа по внедрению ИТ в работу со стадом овец сальской породы ООО «Белозерное» проводится под методическим руководством коллектива ученых ДонГАУ. На первом этапе была приобретена и настроена информационно-аналитическая система «СЕЛЭКС. Овцы», обеспечивающая учет, анализ, хранение и обработку информации по овцам любого направления продуктивности. Данная система обеспечивает широкий спектр функций, в том числе оперативное управление селекционно-племенной работой, определение генетического потенциала животных, формирование генотипа молодняка, работа с линиями и их ветвями, контроль динамики развития животных и др. Следующим этапом стало внедрение системы радиочастотной идентификации. Для этого используются радиоэлектронные RFID метки-транспондеры, соответствующие международным стандартам ISO 11784/85, и считыватель Biocontrol NHR3000. Важной особенностью прибора является возможность учета и накопления в электронном виде зоотехнических данных идентифицируемых животных в полевых условиях [9]. В дальнейшем эта информация автоматически переносится в общую базу данных племенного учета, благодаря выполненной интеграции прибора и системы «СЕЛЭКС. Овцы».

В работе с популяцией овец сальской породы ООО «Белозерное» в качестве одного из приоритетных направлений определено внедрение системы ДНК-маркерной селекции [7]. Научное обеспечение этой работы и проведение опытов осуществляется лабораторией молекулярной диагностики и биотехнологии сельскохозяйственных животных ДонГАУ. Применение генетических маркеров многоплодия и продуктивности, позволяющих облегчить и значительно ускорить селекционную работу, а также повысить эффективность использования животных, является весьма актуальной проблемой. На сегодняшний день одним из перспективных генов-маркеров плодовитости овец является ген дифференциального фактора роста (GDF9) [8, 5]. Дальнейшее изучение и внедрение в селекционную работу генов маркеров продуктивности может способствовать повышению плодовитости овец, соответственно, значительному увеличению выхода овцеводческой продукции.

Таким образом, можно говорить о том, что в условиях новых приоритетов экономики на фоне привлечения генетических ресурсов австралийской и отечественной селекции, а также реализации достижений в области информационных технологий, создан новый тип овец сальской породы, который имеет существенные преимущества и отличия от базового варианта и готовится к апробации.

Библиографический список

- 1 Башкатов, В.П. Пути развития овцеводства на Дону [Текст] / В.П. Башкатов, А.И. Самарцев. – Ростовское книжное издательство, 1968. – 213 с.
2. Колосов, Ю.А. Соотносительная изменчивость и наследуемость хозяйственно-полезных признаков у молодняка овец сальской породы [Текст] / Ю.А. Колосов, И.В. Засемчук // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – № 4 (16). – С. 64-67.
3. Колосов, Ю.А. Использование генофонда ставропольской породы для совершенствования сальских овец [Текст] / Ю.А. Колосов, И.В. Засемчук, В.А. Святогоров // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2012. – Т. 2. – № -1. – С. 48-53.

4. Колосов Ю.А., Дегтярь А.С. Эффективность двух- и трехпородного скрещивания для повышения уровня и качества мясной продуктивности овец [Текст] / Ю.А. Колосов, А.С. Дегтярь // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2008. – № 2. – С. 31-34.

5. Колосов Ю.А., Дегтярь А.С., Головнев А.Н. Пути повышения продуктивности тонкорунного овцеводства в Ростовской области [Текст] // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2009. – Т. 2. – № 2-2. – С. 51-54.

6. Колосов, Ю.А. Состояние и проблемы племенного овцеводства Ростовской области [Текст] / Ю.А. Колосов, В.В. Николаев, А.В. Вальков // Вестник ветеринарии. – 2001. – № (18). – С. 13-15.

7. Колосов Ю.А., Засемчук И.В., Бородин А.В. Использование отечественных генетических ресурсов для совершенствования мериносовых овец [Текст] : научно-практические рекомендации / Ю.А. Колосов, И.В. Засемчук, А.В. Бородин. – п. Персиановский, 2012.

8. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 1996-2000 гг.) [Текст] / В.П. Ермоленко, В.И. Степанов, Э.И. Липкович, В.Н. Овчинников, Г.А. Дерлугян, П.И. Ефанов, В.Я. Зеленков, А.Ф. Кавардаков, Г.В. Кайдалов, Э.И. Максимов, Н.В. Михайлов, Л.М. Ожигов, В.Н. Приступа, А.И. Бурьянов, В.П. Калининченко, В.В. Виноходов, Б.Л. Дубовой, И.А. Нестеров, М.А. Попов, А.И. Бараников и др. // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации; Российская академия сельскохозяйственных наук; Департамент сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. – Ростов-на-Дону, 1996. – Том 2

9. Технологии электронной идентификации овец [Текст] : научно-практические рекомендации / Г.А. Брошевский, И.В. Засемчук, А.Ю. Колосов, Ю.А. Колосов, Е.А. Шкуракова, Н.М. Борисов; под общей редакцией Ю.А. Колосова. – п. Персиановский, 2015.

10. Чамурлиев, Н.Г. Интенсивность роста и мясные показатели баранчиков ставропольской породы и их помесей [Текст] / Н.Г. Чамурлиев, А.Г. Мельников, А.С. Филатов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №3. – С. 176-181.

11. Чамурлиев, Н.Г. Интенсивность роста и убойные качества баранчиков волгоградской породы и ее помесей с эдильбаевской [Текст] / Н.Г. Чамурлиев, А.С. Филатов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – №1. – С. 176-179.

12. Эффективность двух- и трехпородного скрещивания овец [Текст] / Ю.А. Колосов, В.В. Шапоренко, А.С. Дегтярь, А.Н. Головнев, В.В. Совков // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2009. – № 3. – С. 10.

13. Klimenko A., Getmantseva L., Kolosov Y., Tretyakova O., Bakoev S., Usatov A., Kostjunina O., Zinovieva N Effects of melanocortin-4 receptor gene on growth and meat traits in pigs raised in russia//American Journal of Agricultural and Biological Science. 2014. T. 9. № 2. C. 232-237.

Reference

1 Bashkatov, V. P. Puti razvitiya ovcevodstva na Donu [Tekst] / V. P. Bashkatov, A. I. Samarcev. - Rostovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1968. - 213 s.

2. Kolosov, Yu. A. Sootnositel'naya izmenchivost' i nasleduemost' hozyajstvenno-poleznykh priznakov u molodnyaka ovec sal'skoj породы [Tekst] / Yu. A. Kolosov, I. V. Zasemchuk // Vestnik agrarnoj nauki Dona. - 2011. - № 4 (16). -- S. 64-67.

3. Kolosov, Yu. A. Ispol'zovanie genofonda stavropol'skoj породы dlya sovershenstvovaniya sal'skih ovec [Tekst] / Yu. A. Kolosov, I. V. Zasemchuk, V. A. Svyatogorov // Sbornik nauchnykh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. 2012. - T. 2. - № -1. - S. 48-53.

4. Kolosov Yu. A., Degtyar' A. S. Jeffektivnost' dvuh- i trehporodnogo skreschivaniya dlya povysheniya urovnya i kachestva myasnoj produktivnosti ovec [Tekst] / Yu. A. Kolosov, A. S. Degtyar' // Ovcy, kozy, sherstyanoje delo. - 2008. - № 2. - S. 31-34.

5. Kolosov Yu. A., Degtyar' A. S., Golovnev A. N Puti povysheniya produktivnosti tonkorunnogo ovcevodstva v Rostovskoj oblasti [Tekst] // Sbornik nauchnykh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. - 2009. - T. 2. - № 2-2. - S. 51-54.

6. Kolosov, Yu. A. Sostoyanie i problemy plemennogo ovcevodstva rostovskoj oblasti [Tekst] / Yu. A. Kolosov, B.B. Nikolaev, A. V. Val'kov // Vestnik veterinarii. - 2001. -- № (18). - S. 13-15.
7. Kolosov Yu. A., Zasemchuk I. V., Borodin A. V. Ispol'zovanie otechestvennyh geneticheskikh resursov dlya sovershenstvovaniya merinosovyh ovec [Tekst] : nauchno-prakticheskie rekomendacii / Yu. A. Kolosov, I. V. Zasemchuk, A. V. Borodin. - p. Persianovskij, 2012.
8. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Rostovskoj oblasti (na period 1996-2000 gg.) [Tekst] / V. P. Ermolenko, V. I. Stepanov, }, I. Lipkovich, V. N. Ovchinnikov, G. A. Derlugyan, P. I. Efanov, V. Ya. Zelenkov, A. F. Kavardakov, G. V. Kajdalov, }, I. Maksimov, N. V. Mihajlov, L. M. Ozhigov, V. N. Pristupa, A. I. Bur'yanov, V. P. Kalinichenko, V. V. Vinohodov, B. L. Dubovoj, I. A. Nesterov, M. A. Popov, A. I. Baranikov i dr.// Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Rossijskoj Federacii; Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk; Departament sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Rostovskoj oblasti. - Rostov-na-Donu, 1996. - Tom 2
9. Tehnologii jlektronnoj identifikacii ovec [Tekst] : nauchno-prakticheskie rekomendacii / G. A. Broshevskij, I. V. Zasemchuk, A. Yu. Kolosov, Yu. A. Kolosov, E. A. Shkurakova, N. M. Borisov; pod obschej redakciej Yu. A. Kolosova. - p. Persianovskij, 2015.
10. Chamurliiev, N. G. Intensivnost' rosta i myasnye pokazateli baranchikov stavropol'skoj porody i ih pomesej [Tekst]/ N. G. Chamurliiev, A. G. Mel'nikov, A. S. Filatov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - №3. - S. 176-181.
11. Chamurliiev, N. G. Intensivnost' rosta i ubojnye kachestva baranchikov volgogradskoj porody i ee pomesej s jdil'baevskoj [Tekst]/ N. G. Chamurliiev, A. S. Filatov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - №1. - S. 176-179.
12. jffektivnost' dvuh- i trehpородного skreschivaniya ovec [Tekst] / Yu. A. Kolosov, V. V. Shaporenko, A. S. Degtyar', A. N. Golovnev, V. V. Sovkov // Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. - 2009. - № 3. - S. 10.
13. Klimenko A., Getmantseva L., Kolosov Y., Tretyakova O., Bakoev S., Usatov A., Kostjunina O., Zinovieva N Effects of melanocortin-4 receptor gene on growth and meat traits in pigs raised in russia//American Journal of Agricultural and Biological Science. 2014. T. 9. № 2. S. 232-237.

E-mail: zootexnia@mail.ru

УДК 636.2.082

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНУТРИЛИНЕЙНОГО ПОДБОРА В СЕЛЕКЦИИ АЙРШИРСКОГО СКОТА

USE OF INTERNAL SELECTION IN SELECTIONS OF AIRSHIRE CATTLE

А.П. Коханов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

М.А. Коханов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Н.М. Коханова, аспирант

A.P. Kokhanov, M.A. Kokhanov, N.M. Kokhanova

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Оценены селекционные признаки коров разных линий айрширской породы крупного рогатого скота при внутрилинейном подборе. Материалом для исследований послужили данные племенного учета племзавода «Восток». Исследованиями установлено, что в одних и тех же условиях хозяйственной деятельности животные разных линий айрширской породы, полученные путем внутрилинейного подбора, имеют разные показатели селекционируемых признаков. Установлено: наивысшими удоями характеризуются животные, полученные путем внутрилинейного подбора в линии Юттеро Ромео. Они превосходят коров из других сочетаний по удою на 505,3-534,1 кг; или на 6,3-6,7 %. По массовой доле жира превосходство их составляет на 0,04-0,06 %, а молочного жира соответственно на 25,3-27,6 кг. Животные данного внутрилинейного подбора произвели молочного белка больше, чем коровы линий О.Р. Лихтинга и Кинг

Erranta на 16,6-16,9 кг. Выше лактационный показатель был также у коров линии Юттеро Ромео на 7,6-7,9 %. В статье приведены данные по живой массе животных трех ведущих линий айрширской породы скота. Установлено: коэффициент молочности, равный 1428,4 кг, характерен для животных линии Кинг Erranta, а две другие группы подопытных коров уступали им в данном показателе. В связи с тем, что последние годы в хозяйстве интенсивно используется генетический материал быков Командора 174233, проведена оценка нескольких животных, принадлежащих к данной линии.

The breeding characteristics of cows of different lines of the Ayr-Shire breed of cattle are evaluated for intralinear selection. The material for research was given by the tribal account of the breeding plant "Vostok". Studies have established that under the same conditions of economic activity, animals of different lines of the Ayrshire breed, obtained by intralinear selection, have different indicators of the selectable signs. Established - the highest yields are characterized by live animals, obtained by intralinear selection in the line of Juttero Romeo. They excel cows from other combinations by milk yield by 505.3-534.1 kg; or by 6.3-6.7%. By mass fraction of fat their excellence is 0,04-0,06%, and milk fat, respectively, by 25,3-27,6 kg. The animals of this intralinear selection produce milk protein more than the cow lines OR. Lichtinga and King Erranta at 16.6-16.9 kg. The lactation index was also higher in the cows of the Jutter Romeo line by 7.6-7.9%. The article presents data on the live weight of animals of the three leading lines of the Irish cattle breed. Established: the milk ratio, equal to 1428.4 kg is characteristic for the animals of the King Errant line, and two other groups of experimental cows inferior to them in this indicator. Due to the fact that in recent years the genetic material of bulls of Commander 174233 has been intensively used on the farm, several animals belonging to this line have been evaluated.

Ключевые слова: порода, лактационный показатель, бык, корова, живая масса, племязавод, лактация.

Key words: breed, lactation index, bull, cow, body weight, pedigree farming, lactation.

Введение. В заводской породе скота структура стада представлена генеалогическими линиями, сочетаемость которых служит необходимым элементом селекции. В стаде племязавода «Восток» данная проблема не изучалась, а работа по изучению продуктивных качеств животных, полученных внутрилинейным подбором, даст возможность прогнозировать уровень продуктивности животных стада на перспективу [1, 4, 6].

Опубликовано значительное количество работ, посвященных изучению эффективности разных типов подбора в селекции скота молочных пород по многочисленным признакам (А.П. Бегучев, Г.П. Легошин [3], А. Бакай, А. Голубев [2], Н.Г. Чамурлиев [10]). Однако нет единого мнения об эффективности одного из подборов – линейного или межлинейного – на формирование таких признаков у потомков, как удой, массовая доля жира и белка молока.

Внутрилинейный подбор селекционеры называют высшей формой племенной работы (А.П. Коханов [7]; П.С Катмаков, Е.И Анисимова [5]).

Материалы и методы. Анализом данных племенного учета племязавода «Восток» установлена генеалогическая структура стада молочного скота, продуцирующего в 2016-2017 годах. Выделены животные различных линий, полученные внутрилинейным подбором. Продуктивные качества коров определены за первые 305 дней лактации. Анализируемые данные обработаны методом вариационной статистики.

Результаты и обсуждение. Племенной завод айрширского скота «Восток», в котором совершенствуется скот перспективных линий и семейств коров, довел удой на корову до 6,8-7 тыс. кг молока, поэтому возникла необходимость проводить учет сочетаемости пар как при внутрилинейном, так и при кроссе линий.

Структура маточного поголовья племзавода представлена несколькими генеалогическими линиями. Так, в случной сети племзавода использовалась сперма трех быков линии О.Р. Лихтинга 120135, все они являются продолжателями родоначальника родственной группы Классика. Бык Веньюс 5165 является внуком Классика, производитель Велюр 6049 – сын Веньюса. А бык Рокки 5168 – правнук Классика.

Линия Кинг Ерранта 12656 задействована в селекционной работе скота племзавода через ветвь быка под номером 29107 – его внука Патрона 916, отца коровы рекордистки племзавода «Восток» по пожизненному удою под кличкой Беяна 9078. Она за 10 лактаций произвела 64 048 кг молока, или 2840 кг молочного жира. Правнук быка 29107 – производитель Тахо 3757 дал многочисленное потомство в стаде племзавода, хотя и происходит от посредственной по удою матери, которая за максимальную лактацию дала всего 7893 кг молока, но с высокой массовой долей жира – 4,80 %.

Линия Юттеро Ромео 15710 в стаде племзавода представлена потомками 11 быков, среди которых имеются животные, лактирующие по четвертой-девятой лактации. Среди молодых животных лактируют дочери быков Покера 200 (мать его, корова Комета 229, за 305 дней четвертой лактации произвела 7546 кг молока с массовой долей жира 4,65 %) и Денди 4803 (мать – корова Гречиха 2488 за 305 дней третьей лактации дала 8259 кг молока с массовой долей жира 4,23 %).

Используя базу данных племенного учета продуктивности коров за 305 дней наивысшей лактации, мы сформировали три группы животных, полученных методом внутрилинейного подбора. Наиболее многочисленной оказалась группа из коров линии Юттеро Ромео – 43 головы, линия О.Р. Лихтинга представлена 27 коровами и линия Кинг Ерранта – 28 животными.

Удой и жирномолочность опытных животных трех групп приведена в таблице 1. За контрольную группу взяты животные, полученные методом внутрилинейного подбора линии О.Р. Лихтинга.

Таблица 1 – Продуктивные качества коров при внутрилинейном подборе ($M \pm m$)

Внутрилинейный подбор		n	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Молочный жир, кг
отец	мать				
Лихтинг×Лихтинг		27	7425,1±318,0	4,31±0,010	322,3±13,7
К. Еррант×К. Еррант		28	7453,9±260,6	4,36±0,016	324,6±11,7
Ю. Ромео×Ю. Ромео		43	7959,2±190,1	4,40±0,014	349,9±8,26

Анализ данных таблицы 1 показал, что самый высокий удой был у животных, полученных методом внутрилинейного подбора в линии Юттеро Ромео. Он превосходил показатели удоя других групп коров: линии О.Р. Лихтинга на 534,1 кг, или на 6,7 %, и животных линии Кинг Ерранта – на 505,3 кг (6,3 %). Однако разница в удое в обоих случаях статистически недостоверна.

Животные группы линии Юттеро Ромео превосходили коров из других опытных групп по массовой доле жира в молоке. Так, разница по данному показателю между группой Юттеро Ромео и О.Р. Лихтинга составила 0,06 % при $P < 0,01$; $t_d = 3,53$. Разница с группой линии Кинг Ерранта составила 0,04 % при недостоверной разнице. По показателю производства молочного жира группа коров линии Юттеро Ромео превосходила животных сравниваемых групп на 25,3-27,6 кг, или на 7,2-7,9 %. Однако разница статистически недостоверна.

Среди чистопородных животных, полученных методом внутрилинейного подбора, выделяется несколько коров с высокими показателями удоя. Так, в группе коров линии Юттеро Ромео за 305 дней лактации произвели более 10 тыс. кг молока, следующие коро-

вы: Зима 1267 от Задиры 821 и Покера 200 за 305 дней пятой лактации произвела 10 306 кг молока, или 432 кг молочного жира; Куба 1260 от Клумбы 679 и Покера 200 за 305 дней четвертой лактации имела удой в 10 377 кг молока (452 кг молочного жира); Фекла 1175 от Феи 667 и Покера 200 дала 10 451 кг молока (468 кг молочного жира) и корова Русалочка 1034 за пятую лактацию имела удой 11 003 кг молока. Матерью этой коровы была Рената 853, отцом – Статус 2785. Пять коров этого внутрилинейного подбора за 305 дней лактации имели удой свыше 9 тыс. кг молока (Стюардесса 1256 – 9227 кг, Марка 1552 – 9287 кг, Туника 1534 – 9403 кг, Золовка 1551 – 9445 кг, Роща 1183 – 9599 кг).

В линии О.Р. Лихтинга наивысшей продуктивностью отмечались корова Фрося 1197 (5-305-10373-4,26-650), родителями были бык Рокки 5168 и корова Бонни 1249 (мать – Бурда 962, отец – Рокки 5168). Удой её за 305 дней четвертой лактации составил 11 387 кг при массовой доле жира молока 4,34 % (495 кг молочного жира), на каждые 100 кг живой массы она произвела 2130 кг молока. Данный показатель соответствует коровам-рекордисткам ведущих племзаводов страны (О.В. Тулинова, А.В. Петрова, Г.П. Соловей [9]).

Три коровы данного внутрилинейного подбора за 305 дней лактации произвели более 9 тыс. кг молока (Радость 1571 – 9233 кг, Нелли 1575 – 9640 кг и Буренка 1484 – 9799 кг).

Большинство коров из внутрилинейного подбора в линии Кинг Ерранта – молодые животные, а наивысший удой за 305 дней первой лактации достигнут коровой Синичкой 1787 – 10 217 кг молока при массовой доле жира 4,35 %. Имея живую массу в 500 кг, эта корова имеет коэффициент молочности равный 2043 кг. Четыре коровы от этого внутрилинейного подбора имеют удой за 305 дней лактации свыше 9 тыс. кг (Грета 1448 – 9489 кг, Жданка 1700 – 9553 кг, Уралочка 1553 – 9606 кг, Роза 1311 – 9970 кг).

Рекордисткой по производству молочного жира за 305 дней четвертой лактации является корова Бонни 1249, она за это время произвела 495 кг данного продукта.

В таблице 2 приведены данные по белковомолочности и лактационному показателю животных, полученных при внутрилинейном подборе.

Таблица 2 – Белковомолочность и лактационный показатель коров при внутрилинейном подборе ($M \pm m$)

Внутрилинейный подбор		n	Белковомолочность		Лактационный показатель, кг
отец	мать		массовая доля белка, %	молочный белок, кг	
Лихтинг×Лихтинг		27	$3,30 \pm 0,003$	$245,7 \pm 10,5$	$568,1 \pm 24,2$
К. Еррант×Е. Еррант		28	$3,31 \pm 0,003$	$245,4 \pm 8,7$	$569,9 \pm 20,4$
Ю. Ромео×Ю. Ромео		43	$3,30 \pm 0,004$	$262,3 \pm 6,54$	$616,9 \pm 15,6$

При практически идентичном показателе массовой доли белка в молоке коров опытных групп (3,0-3,1 %), коровы линии Юттеро Ромео произвели за лактацию в среднем на одно животное больше, чем его произвели коровы двух других опытных групп, на 16,6-16,9 кг, или на 6,3-6,4 %, при недостоверной разнице ($td = 1,34$; $td = 1,55$).

Анализируя данные лактационного показателя, отмечаем разницу между животными разных линий в пользу коров линии Юттеро Ромео, которые превосходили аналогов на 47-48,8 кг, или на 7,6-7,9 %. Однако разница в показателях продуктивности статистически недостоверна ($td = 1,68$; $td = 1,74$).

В таблице 3 приведены данные живой массы и коэффициента молочности коров, полученных путем внутрилинейного подбора.

Таблица 3 – Живая масса и коэффициент молочности опытных коров, кг ($M \pm m$)

Внутрилинейный подбор		n	Живая масса	Коэффициент молочности
отец	мать			
Лихтинг	Лихтинг	27	557,5 ± 10,6	1333,4 ± 53,3
К. Еррант	К. Еррант	28	520,4 ± 8,8	1428,4 ± 36,6
Ю. Ромео	Ю. Ромео	43	580,8 ± 6,5	1372,0 ± 30,6

Показатель средней живой массы коров линии Юттеро Ромео превосходил средний показатель данного селекционного признака коров из других опытных групп на 23,3-60,1 кг, или на 4,0-10,4 %. Разница между животными линии Юттеро Ромео и Кинг Ерранта статистически достоверна при $P < 0,001$; $td = 5,51$.

По показателю коэффициента молочности коровы линии Кинг Ерранта, ввиду более низкой живой массы коров, превосходили животных других линий на 56,4-95 кг, или на 3,9-6,7 %.

Среди производителей, сперма которых использовалась для осеменения коров и телок племзавода «Восток», были быки, оцененные по качеству потомства в других регионах страны. Среди них бык Лабри 5161 линии С.Б. Командора 174233. Мать его, корова Л.Д. Вилма 747824, за 305 дней шестой лактации произвела 14 286 кг молока с массовой долей жира в 4,30 % и белка – 3,50 %. Бык Лабри 5161 прошел оценку по продуктивным качествам 50 дочерей в ЗАО АПФ «Нива» Каневского района Краснодарского края и признан улучшателем (В. Сацук [8]).

В условиях племзавода «Восток» также используется сперма быка Лабри 5161 линии С.Б. Командора 174233. Следует заметить, что в стаде в настоящее время его дочери лактируют не только по первой лактации, но и по второй. Данный бык отличается потомством с большим размахом продуктивности. Среди его дочерей имеются животные с невысокой для племенного стада продуктивностью, хотя значительно превосходящий стандарт породы (корова Речка 1737 за 305 дней первой лактации дала 6030 кг молока с массовой долей жира 4,43 %, живая масса 482 кг; корова Цыпочка 1736 за 305 дней первой лактации произвела 6504 кг молока при массовой доле жира 4,34 %). Эти коровы по комплексу признаков соответствуют классу элита-рекорд.

В то же время у данного производителя значительное количество дочерей с удоем за 305 дней лактации значительно превосходящих 8 тыс. кг молока: Сатира 1732 с удоем за 305 дней первой лактации в 10 236 кг молока с массовой долей жира 4,52 %; Цифра 1690, полученная методом внутрилинейного подбора, имела удой в 9506 кг молока с массовой долей жира 4,44 %. Мать Цифры входит в группу коров-долгожительниц с удоем за 7 лактаций в 46 522 кг молока (2080 кг молочного жира). Из стада выбыла в возрасте 10 лет 2-х месяцев, имея живую массу в 615 кг.

Заключение. Исследования, проведенные в молочном стаде айрширского скота племзавода «Восток», по изучению продуктивных качеств животных, полученных путем внутрилинейного подбора, показали эффективность разведения скота линии Юттеро Ромео. В хозяйстве используется план индивидуального подбора с тем, чтобы использовать генетический потенциал быков-производителей, сперма которых имеется в наличии племзавода «Восток». А для использования корректирующего подбора к коровам стада быков-производителей необходимо изучить происхождение, продуктивные качеств коров, их экстерьерно-конституциональные особенности.

Библиографический список

1. Бакай, А. Влияние вариантов подбора родителей на показатели плодовитости коров [Текст] / А. Бакай, А. Бакай, А. Голубев // Главный зоотехник. – 2011. – №11. – С. 8-11.

2. Бакай, А.В. Молочная продуктивность коров при разных вариантах подбора [Текст] /А.В. Бакай, Ю.М. Мишин, Г.В. Григорян //Мат. межд. науч.-практ. конференции. Дубровицы-ВИЖ, 2008. – Выпуск 64. – С. 59-61.
3. Бегучев, А.П. Влияние гомогенного и гетерогенного подборов на формирование молочности коров [Текст] /А.П. Бегучев, Г.П. Легошин // Генетика и новые методы селекции молочных пород скота: сб. науч. трудов. – М.: Колос, 1970. – С. 131-150.
4. Использование генофонда голштинской породы при разведении молочного скота Нижнего Поволжья [Текст] / А.П. Коханов, С.И. Николаев, М.А. Коханов, Н.В. Журавлев, С.Ю. Агапов. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2010. – 280 с.
5. Катмаков, П.С. Создание новых высокопродуктивных типов и популяций молочного скота [Текст] : монография /П.С. Катмаков, Е.И. Анисимова. – Ульяновск, 2010. – 242 с.
6. Коханов, А.П. Главное звено [Текст] : монография /А.П. Коханов. – Волгоград, Нижне-Волжское книжное издательство, 1982. – 96 с.
7. Коханов, А.П. На промышленной основе [Текст] : монография /А.П. Коханов. – Волгоград, Нижне-Волжское книжное издательство, 1988. – 144 с.
8. Сацук, В. Зависимость результатов оценки быков-производителей по качеству потомства от генетических особенностей их дочерей [Текст] /В. Сацук // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – Спецвыпуск. – С. 35-37.
9. Тулинова, О.В. Использование айрширских производителей разного происхождения [Текст] /О.В. Тулинова, А.В. Петрова, Г.П. Соловей // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – №5. – С. 30-34.
10. Чамурлиев, Н.Г. Научное и практическое обоснование интенсификации производства молока и улучшения его качества в условиях Нижнего Поволжья [Текст]: автореф. дис...докт. с.-х. наук / Н.Г. Чамурлиев. – Волгоград, 2006. – 52 с.

Reference

1. Bakaj, A. Vliyanie variantov podbora roditel'ev na pokazateli plodovitosti ko-rov [Tekst] /A. Bakaj, A. Bakaj, A. Golubev // Glavnyj zootehnik. - 2011. - №11. - S. 8-11.
2. Bakaj, A. V. Molochnaya produktivnost' korov pri raznyh variantah podbora [Tekst] /A. V. Bakaj, Yu. M. Mishin, G. V. Grigoryan //Mat. mezhhd. nauch. -- prakt. konferencii. Dubrovicy-VIZh, 2008. - Vypusk 64. - S. 59-61.
3. Beguchev, A. P. Vliyanie gomogenno i geterogenno podborov na formirovanie molochnosti korov [Tekst] /A. P. Beguchev, G. P. Legoshin // Genetika i novye metody selek-cii molochnyh porod skota: sb. nauch. trudov. - M.: Kolos, 1970. - S. 131-150.
4. Ispol'zovanie genofonda golshtinskoj porody pri razvedenii molochno skota Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. P. Kohanov, S. I. Nikolaev, M. A. Kohanov, N. V. Zhuravlev, S. Yu. Agapov. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2010. - 280 s.
5. Katmakov, P. S. Sozdanie novyh vysokoproduktivnyh tipov i populyacij moloch-nogo skota [Tekst] : monografiya /P. S. Katmakov, E. I. Anisimova. - Ul'yanovsk, 2010. - 242 s.
6. Kohanov, A. P. Glavnoe zveno [Tekst] : monografiya /A. P. Kohanov. - Volgograd, Nizhne-Volzhskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1982. - 96 s.
7. Kohanov, A. P. Na promyshlennoj osnove [Tekst] : monografiya /A. P. Kohanov. - Volgograd, Nizhne-Volzhskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1988. - 144 s.
8. Sacuk, V. Zavisimost' rezul'tatov ocenki bykov-proizvoditelej po kachestvu potomstva ot geneticheskikh osobennostej ih docherej [Tekst] /V. Sacuk // Molochnoe i myas-noe skotovodstvo. - 2012. - Specvypusk. - S. 35-37.
9. Tulinova, O. V. Ispol'zovanie ajrshirskih proizvoditelej raznogo proisxozhdeniya [Tekst] /O. V. Tulinova, A. V. Petrova, G. P. Solovej // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2015. - №5. - S. 30-34.
10. Chamurliiev, N. G. Nauchnoe i prakticheskoe obosnovanie intensifikacii proiz-vodstva mo-loka i uluchsheniya ego kachestva v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: avtoref. dis...dokt. s. -- h. nauk / N. G. Chamurliiev. - Volgograd, 2006. - 52 s.

УДК 636.2.033

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ В ОХЛАЖДЕННОМ СОСТОЯНИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ****DEVELOPMENT OF EFFECTIVE METHOD OF PROCESSING
OF MEAT RAW MATERIAL FOR STORAGE IN THE COOLING STATE
AT THE USE OF ELECTROACTIVATED SOLUTIONS**

И.М. Осадченко¹, доктор химических наук, профессор
И.Ф. Горлов^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
А.С. Филатов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Е.В. Карпенко^{1,2}, кандидат биологических наук

I.M. Osadchenko¹, I.F. Gorlov^{1,2}, A.S. Filatov¹, E.V. Karpenko^{1,2}

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград

²Волгоградский государственный технический университет

¹*Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and dairy products*

²*Volgograd State Technical University*

В статье представлен материал по использованию электрохимически активированных растворов (ЭХАР) для обработки мясного сырья перед его хранением в охлажденном состоянии. Для обработки мяса использовали ЭХАР поваренной соли 4-5 г/л в виде нейтрального анолита с pH 7,3-7,8, окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) +540...-745 мВ (ХСЭ) с содержанием активного хлора 90-100 мг/л [5]. Установили, что в опытных вариантах по сравнению с контролем содержание белка было больше на 0,1 %, сухого вещества – на 2,1 %, а содержание мочевины меньше на 30 мг/кг. Это достигается тем, что ЭХА подвергали раствор 0,5 г/л ацетата натрия, подкисленного уксусной кислотой до pH 3,5-4,0 и ОВП 300-400 мВ в установке (приборе) непроточного типа «МЕЛЕСТА» [6] при следующих параметрах: силе тока – 0,20-0,25 А, напряжении – 41-42 В, температуре – 20-24 °С, продолжительность 40 минут. Качество анолита: pH 3,0-3,7, ОВП 720-734 мВ содержание оксидантов 10-11 мг/л в расчете на активный кислород. Использовали выпрямитель типа ВСА 5К, что обеспечивало контроль процесса. В опытном варианте при обработке кусковой свинины применяли анолит, в контроле – без обработки. Хранили при температуре +3...+4 °С в течение 7 суток (при норме хранения 2 суток). В опытном варианте по сравнению с контролем содержание сухих веществ больше на 2,2 %, белка – на 0,62 %, увариваемость ниже на 0,21 %. Способ позволяет снизить затраты на материалы, обслуживание, повысить качество мяса и экологическую безопасность процесса.

The paper presents material on the use of electrochemically activated solutions (ECHAR) for the processing of meat raw material before its storage in the cooled state. For the processing of meat, ECHAR used table salt 4-5 g / l in the form of neutral anolyte pH 7.3-7.8, redox potential (ORP) + 540 ... -745 mV (XSE) with an active chlorine content of 90-100 mg / l [4]. It was established that in experimental variants in comparison with the control the protein content was greater by 0.1%, dry matter by 2.1%, and urea content by less than 30 mg / kg. This is achieved by the fact that ECA was subjected to a solution of 0.5 g / l sodium acetate acidified with acetic acid to pH 3.5-4.0 and ORP 300-400 mV in a device of the (non-current) type of MELEST [5] with the following parameters: force current 0,20-0,25A, voltage 41-42V, temperature 20-24 0C for a duration of 40 minutes. Anolyte quality: pH 3.0-3.7, ORP 720-734mV, oxidant content of 10-11 mg / l in terms of active oxygen. A rectifier of the type BCA 5K was used, which ensured the control of the process. In the experimental variant, anolyte was used in the processing of lump pork, in control without treatment. Store at a temperature of + 3 ... + 4 ° C for 7 days (with a storage rate of 2 days). In the experimental version, compared with the control, the solids content is more by 2.2%, the protein by 0.62%, the weldability is lower by 0.21%. The method allows to reduce the cost of materials, maintenance, improve the quality of meat and environmental safety of the process.

Ключевые слова: мясо кусковое, анолит, католит, охлаждение, антиоксиданты, качественные показатели.

Key words: lump meat, anolyte, catholyte, cooling, antioxidants, qualitative indices.

Введение. Одной из важнейших задач мясной промышленности является обеспечение населения качественными мясными продуктами питания. Мясопродукты относятся к скоропортящимся продуктам. Качество и сроки их хранения зависят от состава компонентов: исходного сырья – мяса, специй и др. Мясные полуфабрикаты имеют хорошие потребительские свойства, удобны и просты в приготовлении. В настоящее время важной задачей является расширение ассортимента, снижение себестоимости мясопродуктов.

Описаны различные способы обработки мяса и полуфабрикатов для последующего применения в охлажденном состоянии: охлаждение до температуры 0 °С [3]. Способ обработки антисептиком – уксусной кислотой либо хлорной водой [4]. Предлагался способ обработки мяса анолитом ЭХАР NaCl с концентрацией до 50 г/л [1]. Срок хранения продлевался на несколько суток. Предлагалось обрабатывать мясное сырье ЭХАР поваренной соли 4-5 г/л – нейтральным анолитом с pH 7,3-7,8, ОВП +540...+745 мВ с содержанием активного хлора 90-100 мг/л [5] (аналог сравнения). ЭХАР предварительно активировали в электроактиваторе проточного типа СТЭЛ 10Н-120-01 со скоростью потока католита 10-14 л/ч, анолита – 1 л/ч (с помощью водоструйного насоса). Образцы мяса исследовали по показателям качества до и после хранения в холодильнике.

Образцы предварительно погружали на 8-10 минут в ЭХАР. В контроле обработку образца не проводили.

Результаты исследования показали, что в опытном варианте, по сравнению с контролем, белка содержалось больше на 0,1 %, сухого вещества – на 2,1 %, а мочевины содержалось меньше на 30 мг/л.

Недостатки процесса:

- использование установки СТЭЛ 10Н – 120-01 связано с повышенным расходом реагентов 4-5 г/л NaCl, воды и обслуживания (проток растворов);
- повышенное содержание активного хлора в нейтральном анолите, которое создает коррозионно-агрессивную среду для работы оборудования и экологическую опасность для работающего персонала;
- относительно низкое качество мяса.

Цель исследования – снижение затрат на материальные ресурсы и обслуживание, снижение коррозионной активности анолита и повышение экологической безопасности производства, повышение качества мяса после хранения, расширение ассортимента антисептиков.

Материалы и методы. Методика исследования описана ранее [6, 10, 2, 9] и уточнена нами в тексте представленной статьи. Показатели качества мяса определяли в соответствии с известными гостированными методиками.

Результаты и обсуждение. Выбор параметров ЭХАР был произведен с учетом требований руководства по эксплуатации прибора «МЕЛЕСТА».

Цель исследований достигалась тем, что электрохимической активации подвергали раствор 0,5 г/л анолита натрия, подкисленного уксусной кислотой до pH 3,5-4,0 и ОВП +300...400 мВ в установке (приборе непроточного типа) «МЕЛЕСТА» [6, 9] при следующих параметрах: силе тока – 0,20-0,25 А, напряжении – 41-42 В, температуре – 20-24 °С.

Качество анолита: рН 3,0-3,7, ОВП 720...734 мВ, содержание оксидантов 10-11 мг/л в расчете на активный кислород. Использовали выпрямитель типа ВСА-5к и крышку электролизера с возможностью контроля за ходом процесса ЭХА. ЭХА протекала стабильно при указанных параметрах.

В опытном варианте кусковой образец (свинина) 0,4-0,5 кг обрабатывали в анолите погружением на 8-10 минут (в контроле без обработки), хранили образцы в фарфоровых чашках в холодильнике при температуре +3...+4 °С в течение 7 суток (при норме хранения 2 суток).

Образцы опытного и контрольного варианта после хранения подвергали осмотру, оценке качества и химического состава. Образцы мяса визуально были примерно одинаковыми по цвету (в опытном образце срез мяса был более светло-красным). Признаков плесени, гниения не обнаружено. Анализ образцов мяса проводили в двойной повторности, в таблице приведены средние значения показателей.

Таблица – Результаты исследования по качеству образцов мяса после хранения

Показатели качества	Контрольный вариант	Опытный вариант
Сухое вещество, % мас.	32,0	34,2
Белок, % мас.	17,7	18,3
Жир, % мас.	13,3	13,5
Амино-амиачный азот, мг на 100 г вытяжки	141	133
Увариваемость, %	22,8	22,6

Как видно из данных таблицы, наилучшие результаты получены в опытном варианте, по сравнению с контрольным. Содержание сухих веществ больше на 2,2 %, белка – на 0,6 %, жира – на 0,2 %, содержание амино-амиачного азота было меньше на 6,0 мг/100 г вытяжки, увариваемость ниже на 0,2 %.

Показатели качества, по сравнению с аналогом, были выше (по белку на 0,1 %, сухим веществам на 0,1). Мы полагаем, что лучшие результаты по предложенному способу получены в результате использования непроточного электролизера, лучшее качество вследствие более «мягкого» воздействия антиоксиданта – перацетата натрия, в сравнении с активным хлором.

Нами опубликован также ряд работ и приняты во внимание другие источники [10, 2, 7, 8, 11]. На разработанный способ получен патент РФ на изобретение [9].

Заключение. Исследованиями установлено, что предложенный способ ЭХАР на основе ацетата натрия и уксусной кислоты в непроточном электролизере позволили снизить затраты на реагенты, воду, обслуживание, повысить экологическую безопасность процесса, улучшить качество мяса, по сравнению с аналогами и контролем.

Библиографический список

1. Горбатов, В.М. Активирование водных растворов и возможности их применения в мясной промышленности [Текст] : Обзорная информация /В.М. Горбатов и др. / ЦНИИЕ-ЭНМЯСОМОЛПРОМ. – М., 1986. – 27 с.
2. Горлов, И.Ф. Производство соленых мясных изделий из свинины [Текст]/ И.Ф. Горлов, И.М. Осадченко, Д.В. Николаев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №9. – С. 12-16.
3. Журавская, Н.К. Технологический контроль производства мяса и мясopодуKтоB [Текст] / Н.К. Журавская. – М., 2001. – 43 с.
4. Заяс, Ю.Ф. Качество мяса и мясopодуKтоB [Текст] /Ю.Ф.Заяс. – М.: Легкая промышленность, 1981. – 196 с.

5. Способ хранения мяса в охлажденном состоянии [Текст] : патент RU №2341962/ И.Ф. Горлов, И.М. Осадченко, В.В. Ранделина и др. – Заявл. №2007124453 от 28.06.2007, опубл. 27.12.2008, бюл. №36.

6. Способ стимуляции проращивания семян сельскохозяйственных культур [Текст] : патент RU №2553238/ И.М. Осадченко, И.Ф. Горлов, О.В. Харченко и др. – Заявл. №2013145761 от 11.10.2013, опубл. 10.06.2015, бюл. №16.

7. Способ электроактивирования солей натрия [Текст] / И.М. Осадченко, И.Ф. Горлов, Е.А. Кузнецова и др. – Заявл. №2013129199 от 25.06.2013.

8. Способ получения мясного фарша [Текст] : патент RU №2581730/ И.М. Осадченко, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина и др. – Заявл. №2015109103 от 16.03.2015.

9. Способ хранения мяса животных в охлажденном состоянии [Текст] : патент RU №2625496/ И.М. Осадченко, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.С. Филатов и др. – Заявл. №2016124916 от 21.06.2016, опубл. 14.07.2017, бюл. №20.

10. Хранение мяса животных в охлажденном состоянии с использованием электрохимически активированных средств [Текст] / И.Ф. Горлов, И.М. Осадченко, Е.Ю. Злобина и др. // Научно-практическое обеспечение холодильной промышленности : сборник научных трудов ученых и специалистов к 85 летию ВНИКИ. – М.: ФГБНУ ВНИИХ, 2015. – 162 с.

11. Rosenvold, K. Retail colour display life of chilled lamb as affected by processing conditions and storage temperature / K. Rosenvold, E. Wiklund // Meat Science. – Vol. 88 (July 2011), Issue 3. – P. 354-360.

Reference

1. Gorbатов, V. M. Aktivirovanie vodnyh rastvorov i vozmozhnosti ih primeneniya v myasnoj promyshlennosti [Tekst] : Obzornaya informaciya /V. M. Gorbатов i dr. / CNIIE-JENMYaSOMOLPROM. - M., 1986. - 27 s.

2. Gorlov, I. F. Proizvodstvo solenyyh myasnyh izdelij iz svininy [Tekst]/ I. F. Gorlov, I. M. Osadchenko, D. V. Nikolaev // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. - 2015. - №9. - S. 12-16.

3. Zhuravskaya, N. K. Tehnologicheskij kontrol' proizvodstva myasa i myasoproduktov [Tekst] / N. K. Zhuravskaya. - M., 2001. - 43 s.

4. Zayas, Yu. F. Kachestvo myasa i myasoproduktov [Tekst] /Yu. F. Zayas. - M.: Legkaya promyshlennost', 1981. - 196 s.

5. Sposob hraneniya myasa v ohlazhdennom sostoyanii [Tekst] : patent RU №2341962/ I. F. Gorlov, I. M. Osadchenko, V. V. Randelina i dr. - Zayavl. №2007124453 ot 28.06.2007, opubl. 27.12.2008, byul. №36.

6. Sposob stimulyatsii proraschivaniya semyan sel'skohozkul'tur [Tekst] : patent RU №2553238/ I. M. Osadchenko, I. F. Gorlov, O. V. Harchenko i dr. - Zayavl. №2013145761 ot 11.10.2013, opubl. 10.06.2015, byul. №16.

7. Sposob jelektroaktivirovaniya solej natriya [Tekst] / I. M. Osadchenko, I. F. Gorlov, E. A. Kuznecova i dr. - Zayavl. №2013129199 ot 25.06.2013.

8. Sposob polucheniya myasnogo farsha [Tekst] : patent RU №2581730/ I. M. Osadchenko, I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina i dr. - Zayavl. №2015109103 ot 16.03.2015.

9. Sposob hraneniya myasa zhivotnyh v ohlazhdennom sostoyanii [Tekst] : patent RU №2625496/ I. M. Osadchenko, I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, A. S. Filatov i dr. - Zayavl. №2016124916 ot 21.06.2016, opubl. 14.07.2017, byul. №20.

10. Hranenie myasa zhivotnyh v ohlazhdennom sostoyanii s ispol'zovaniem jelektrohimicheskii aktivirovannyh sredstv [Tekst] / I. F. Gorlov, I. M. Osadchenko, E. Yu. Zlobina i dr. // Nauchno-prakticheskoe obespechenie holodil'noj promyshlennosti : sbornik nauchnyh trudov uchenykh i spetsialistov k 85 letiyu VNIKI. - M.: FGBNU VNIHI, 2015. - 162 s.

11. Rosenvold, K. Retail colour display life of chilled lamb as affected by processing conditions and storage temperature / K. Rosenvold, E. Wiklund // Meat Science. - Vol. 88 (July 2011), Issue 3. - P. 354-360.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 636.2.034.087.7:637.12.05

**КАЧЕСТВО МОЛОКА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ,
ПОЛУЧЕННОГО ОТ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ
НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК**

**QUALITY OF MILK AND PRODUCTS OF ITS PROCESSING RECEIVED FROM
COWS AT THE CLEANING OF NON-TRADITIONAL FEED ADDITIVES**

А.И. Сивков¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.С. Филатов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

К.В. Эзергайл², доктор биологических наук, профессор

Е.А. Петрухина², кандидат биологических наук

А.Г. Мельников², аспирант

Е.С. Воронцова^{1,2}, аспирант

**A.I. Sivkov¹, A.S. Filatov¹, C.V. Ezergail², E.A. Petrukhina²,
A.G. Mel'nikov², E.S. Vorontsova^{1,2}**

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства и
переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹ Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and dairy products

² Volgograd State Agrarian University

Изложены результаты исследований коровьего сырого молока, полученного от коров айрширской породы при скормливаниях им комплексной минеральной добавки бишофит и ферментно-пробиотической добавки «Бацелл». Среднее содержание жира в молоке составило 4,49 %, что является высоким показателем для айрширской породы. Титруемая кислотность (17 °Т) и плотность (27,68 °А) находятся в пределах нормы. По общим физико-химическим показателям молоко сырое коровье соответствует требованиям действующей нормативно-технической документации. У 100 % голов наблюдалась I группа по термоустойчивости. Из проведенного анализа на содержание токсичных элементов можно сделать вывод, что по содержанию токсичных металлов полученное молоко соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Из полученного молока было выработано ультрапастеризованное питьевое молоко для детского питания с м.д. жира 3,5 %. По органолептическим показателям молоко для детского питания, полученное из молока подопытных коров, соответствовало требованиям действующего ГОСТ. По внешнему виду и консистенции никаких отклонений и пороков не обнаружено. Вкус приятный, характерный для ультрапастеризованного продукта. Молоко для детского питания соответствует ГОСТ 32252-2013 «Молоко питьевое для питания детей дошкольного и школьного возраста. Технические условия» по физико-химическим показателям (м.д. жира – 3,5±0,003 %, м.д. белка – 2,90±0,002 %, плотность – 1028±0,41 кг/см³, кислотность – 18 °Т).

The results of studies of cow raw milk obtained from the cows of the Ayrshire breed with feeding of the complex mineral additive bischofite and ferment-probiotic supplement "Bacell" are presented. The average fat content in milk was 4.49%, which is a high indicator for the Ayrshire breed. The titrated acidity (17 °T) and the density (27.68 °A) are within the norm. According to the general physicochemical parameters, raw cow milk meets the requirements of the current normative and technical documentation. In the 100% of the heads, the I group was found to be thermally stable. From the analysis of the content of toxic elements, it can be concluded that the content of toxic metals produced milk meets the requirements of SanPiN 2.3.2.1078-01. From the obtained milk, ultra-pasteurized drinking milk for baby food was produced with ppm. fat content of 3.5%. According to organoleptic indicators, milk for baby food, obtained from the milk of experimental cows, met the requirements of the current GOST. In appearance and consistency, no deviations or defects were found. The taste is pleasant, typical for an ultra-pasteurized product. Milk for baby food corresponds to GOST 32252-2013 "Milk drinking for the nutrition of children of preschool and school age. Technical specifications" on physical and chemical parameters (m.f. fat - 3.5 ± 0.003%, m.f. protein - 2.90 ± 0.002%, density - 1028 ± 0.41 kg / cm³, acidity 18 °T).

Ключевые слова: нетрадиционные кормовые добавки, молочная продуктивность, качественные показатели, количественные показатели, органолептические показатели, физико-химические показатели, экологическая безопасность, удой, айрширская порода, молочная продукция, бишофит.

Key words: non-traditional feed additives, milk yield, qualitative parameters, quantitative parameters, sensory parameters, physico-chemical parameters, environmental safety, yield, Ayrshire breed, dairy products, bishofit.

**Работа выполнена по договору № 17 от 18.09.2017
План НИР по теме 164.5**

Введение. Молочное скотоводство в сельском хозяйстве занимает особое место, в значительной мере определяет экономическую эффективность сельскохозяйственного производства [1, 5, 4].

Потребность в молоке и молочных продуктах населения стабильно увеличивается, что способствует поступательному развитию данной отрасли [3].

В Российской Федерации предусматривается довести ежегодное увеличение производства молока до 38,2 млн т в рамках государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013...2020 годы. Для успешного развития молочной отрасли необходима организация полноценного кормления животных, что положительно скажется на увеличении продуктивности коров, оптимизации их воспроизводительных качеств и состоянии здоровья. Увеличение производства животноводческой продукции необходимо для обеспечения населения страны высококачественными продуктами питания, к которым относят молоко и продукты его переработки, что достигается повышением сбалансированности питания в соответствии с детализированными нормами кормления [6].

Важной задачей на всех этапах развития пищевой отрасли России всегда было и остается производство продуктов питания, отвечающих установленным требованиям качества. Молочная промышленность не является исключением [8].

Проблема обеспечения экологической безопасности животноводческой продукции остаётся острой для хозяйств-производителей, расположенных в зоне влияния крупного промышленного центра, каким является Волгоград. Сельскохозяйственные угодья, в т. ч. и пастбища, испытывают сильную техногенную нагрузку в виде выбросов в атмосферу, отсюда содержание тяжёлых металлов в воздухе и атмосферных осадках.

В современных условиях развития промышленности весьма актуальным остается вопрос экологической безопасности производства молока и продуктов его переработки.

Производство экологически чистых продуктов обеспечивается безопасностью кормов, которые скормливают сельскохозяйственным животным, контролируя их качество во время выращивания и сбора сельскохозяйственных культур, а также хранения и правильного потребления. Таким образом, программа безопасности кормов требует решения, как минимум, таких технологических задач:

- производство сырья высокого качества;
- заготовка и хранение кормов согласно требованиям;
- оптимальное пищеварение [9].

Объектом исследования служило молоко, полученное от коров айрширской породы при скормливании им минеральной добавки бишофит и ферментно-пробиотической добавки «Бацелл».

Механизм действия «Бацелл» достаточно разнообразен, что обусловлено содержанием живых клеток нескольких пробиотических микроорганизмов.

Добавка «Бацелл» обладает рядом функциональных преимуществ, являясь одновременно:

- пребиотиком, пробиотиком и синбиотиком;
- ферментом;
- препаратом, обладающим выраженным фунгицидным действием;
- препаратом, повышающим резистентность организма [2, 7, 10].

Материалы и методы. Для изучения качества молока коровьего сырого, полученного от коров айрширской породы, был проведен научно-производственный опыт, согласно схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1– Схема опыта

Период опыта	Количество голов	Продолжительность, дней	Условия кормления
Предварительный	36	15	Основной рацион (ОР)
Переходный	36	10	ОР+Бацелл+бишофит
Главный	36	180	ОР+Бацелл+бишофит
Заключительный	36	10	ОР

Молочную продуктивность коров оценивали по количественным и качественным показателям. Основные показатели: среднесуточный удой – методом контрольных доек, м.д. жира и м.д. белка в молоке (%), количество молочного жира и белка (кг).

Качество молока определяется по органолептическим, физико-химическим, технологическим показателям.

Отбор проб молока проводили по ГОСТ 26809-86 «Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу».

Органолептические показатели молока коровьего сырого определяли по ГОСТ 31449-2013;

- м. д. жира – по ГОСТ 5867-90;
- плотность – по ГОСТ Р 54758-2011;
- чистоту – по ГОСТ 8218-89;
- м. д. белка – по ГОСТ 25179-2014;
- титруемую кислотность – по ГОСТ 3624-92;
- содержание сухого вещества – по ГОСТ 3626-73;
- группу термоустойчивости – по ГОСТ 25228-82.

Определение содержания сухого обезжиренного остатка в молоке на анализаторе АМ-2.

Технологические свойства изучались при производстве ультрапастеризованного питьевого молока для питания детей дошкольного и школьного возраста с массовой долей жира 3,5 % по ГОСТ 32252-2013.

В готовом продукте определяли содержание жира по ГОСТ 30648.1-99, общего белка – по ГОСТ 30648.2-99, титруемую кислотность – по ГОСТ 30648.4-99.

Все исследования по молоку коровьему сырому и готовому продукту соотносили с Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013)*О).

Результаты и обсуждение. Молочная продуктивность коров – это количество и качество молока, полученного за определенный период времени. Уровень молочной продуктивности зависит от множества факторов, как то: условия и уровень кормления, индивидуальные наследственные факторы и особенности породы и многое другое. Для оценки дойных коров по молочной продуктивности проводят индивидуальный учет надоенного молока, а также определяют его состав.

Молочная продуктивность – это один из важных показателей для оценки влияния скармливания нетрадиционных добавок лактирующим коровам.

Продуктивные качества подопытных коров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Продуктивные качества подопытных коров ($\bar{X} \pm m_x$)

Показатель	Группа
Среднесуточный удой, кг	22,65±0,28
Удой, кг	4077±9,03
Количество молочного жира, кг	1,02±0,007
Количество общего белка, кг	0,69±0,005
Количество молока базисной жирности, кг	29,91±1,09

При совместном использовании добавок «Бацелл» и бишофита среднесуточный удой составил почти 22,65 кг, что является высоким показателем. Оценку по удою подопытных коров проводили за укороченный период лактации (180 дней). Средний показатель по удою за лактацию (305 дней) для данной породы составляет 4-8 тыс. кг, у коров исследуемой группы – чуть более 4000 кг за 180 дней.

В таблице 3 представлены физико-химические показатели полученного молока сырого.

Таблица 3 – Физико-химические показатели молока коровьего сырого ($\bar{X} \pm m_x$)

Показатель	Группа
М. д. сухого вещества, %	13,07±0,08
М. д. СОМО, %	8,58±0,09
М. д. жира, %	4,49±0,01
М. д. белка, %	3,03±0,02
Плотность, °А	27,68±0,43
Титруемая кислотность, °Т	17,0±0,03

Среднее содержание жира в молоке составило 4,49 %, что является высоким показателем для айрширской породы. Титруемая кислотность (17 °Т) и плотность (27,68 °А) находятся в пределах нормы. По общим физико-химическим показателям молоко соответствует требованиям ГОСТ 31449-2013. У 100 % голов наблюдалась I группа по термоустойчивости.

Также была проведена оценка безопасности сырого молока. Изучено содержание различных металлов, в том числе токсичных (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание металлов в исследуемом молоке

Химический элемент	Содержание, мкг/г
кадмий	0,00012-0,0002
алюминий	< 0,09
мышьяк	0,006-0,008
бор	0,24-0,32
кобальт	0,003-0,004
медь	0,04-0,05
хром	0,06-0,08
литий	0,004-0,006
железо	0,28-0,46
ртуть	<0,00054
йод	0,06-0,10
магний	106-112
цинк	3,5-3,7
никель	0,05-0,06
свинец	<0,0002

В свою очередь СанПиН 2.3.2.1078-01 регламентируют содержание токсичных элементов в следующих пределах: Pb – не более 0,1 мг/кг(л); As – не более 0,05 мг/кг(л); Cd – не более 0,03 мг/кг(л); Hg – не более 0,005 мг/кг(л).

Из проведенного анализа на содержание токсичных элементов можно сделать вывод, что по содержанию токсичных металлов полученное молоко соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Из полученного молока было выработано ультрапастеризованное питьевое молоко для детского питания с м. д. жира 3,5 %.

Органолептические показатели выработанного продукта представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Органолептические показатели ультрапастеризованного молока для детского питания (ГОСТ 32252-2013)

Наименование показателя	Готовый продукт, полученный из молока
Внешний вид	Непрозрачная жидкость
Консистенция	Жидкая, однородная, хлопьев белка и сбившихся комочков жира не обнаружено
Вкус и запах	Характерные для молока, с выраженным привкусом кипячения
Цвет	Белый, с небольшим кремовым оттенком, однородный

Анализ данных таблицы 5 показал, что органолептические показатели питьевого молока, полученного из молока подопытных коров, соответствовали требованиям действующего ГОСТ. По внешнему виду и консистенции никаких отклонений и пороков не обнаружено. Вкус приятный, характерный для ультрапастеризованного продукта.

Помимо органолептических показателей, были определены физико-химические показатели выработанного продукта (таблица 6).

Таблица 6 – Физико-химические показатели ультрапастеризованного молока для детского питания ($\bar{X} \pm m_x$)

Показатель	Готовый продукт, полученный из молока сырья
М. д. жира, %	3,5±0,003
М. д. белка, %	2,90±0,002
Плотность, кг/см ³	1028±0,41
Кислотность, °Т	18

Выработанный продукт соответствует требованиям ГОСТ 32252-2013 по физико-химическим показателям.

Таким образом, можно сделать вывод, что молоко, полученное от коров айрширской породы при добавлении в рацион минеральной добавки бишофит и ферментно-пробиотической добавки «Бацелл» соответствовало действующим нормативным документам по органолептическим и физико-химическим показателям, по содержанию токсических элементов соответствовало требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Выработанное ультрапастеризованное питьевое молоко для детского питания с м. д. жира 3,5 % имело высокое качество и соответствовало требованиям ГОСТ 32252-2013.

Заключение. Для повышения продуктивности молочных коров, а также качества молока используют различные корма и кормовые добавки. Применение кормовых добавок необходимо для обеспечения полноценного кормления животных, что в свою очередь ведет к увеличению удоя и улучшению качества молока.

В результате исследования получены данные по применению нетрадиционных кормовых добавок, таких как ферментно-пробиотическая добавка «Бацелл» и комплексная минеральная добавка бишофит в рационе лактирующих коров айрширской породы.

Выявлено, что данные добавки, улучшая переваримость рационов, повышают и улучшают качественные и количественные показатели дойных коров. Сырое молоко и полученное из него ультрапастеризованное молоко для детского питания соответствует экологическим требованиям, по органолептическим и физико-химическим показателям полностью соответствуют требованиям действующих нормативных документов.

Библиографический список

1. Влияние комплексной кормовой добавки в рационах лактирующих коров на качественные показатели молока и молочных продуктов [Текст] / И.Ф. Горлов, А.А. Бочков, Н.И. Мосолова, А.И. Сивков // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы международной научно-практической конференции, г. Волгоград 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 16-21.
2. Кошаев, А.Г. Эффективность кормовых добавок Бацелл и Моноспорин при выращивании цыплят-бройлеров [Текст] / А. Г. Кошаев // Ветеринария. – 2007. – № 1. – С. 16-17.
3. Кротов М.И. Современное состояние и перспективы развития молочного скотоводства Свердловской области [Текст] / М.И. Кротов, О.В. Шестаков // Креативная экономика: материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции (12 января 2016г.): В 2-х ч. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет; 2016. – Ч. 2. – 183 с.
4. Марченко, А.В. Тенденции развития молочного скотоводства Тюменской области [Текст] / А. В. Марченко, К. В. Кочкарева // Молодой ученый. – 2017. – №20. – С. 228-231.
5. Молочная продуктивность коров при использовании в рационе силоса, заготовленного с новым консервантом-обогабителем [Текст] / И.Ф. Горлов, С.Е. Божкова, М.И. Сложенкина, И.М. Демидова // Вестник Алтайского Государственного аграрного университета. – 2015. – № 11 (33). – С. 91-95.
6. 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 // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №3 (47). – С. 160-167.
7. Применение местных нетрадиционных добавок в кормлении сельскохозяйственных животных в условиях Волгоградской области [Текст] / А.С. Филатов, К.В. Эзергайль, Е.А. Петрухина, В.А. Петрухин, А.Г. Мельников // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – №1(33). – С. 64-71.
8. Сивков, А.И. Качественные показатели сметаны и творога, выработанных из молока коров, получавших с рационом йодосодержащие подкормки [Текст] / А.И. Сивков, О.А. Суторма, Н.И. Мосолова // Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции, г. Волгоград 28-29 июня 2012 г. – Волгоград, ВолГТУ, 2012. – Ч. 2. – С. 283-286.
9. Формирование функциональных свойств молочных продуктов при использовании в рационах лактирующих коров органических форм йода и селена [Текст] : монография / И.Ф. Горлов, А.А. Короткова, Н.И. Мосолова, В.Н. Храмова. – Волгоград: ВолГТУ, 2013. – 94 с.
10. Эзергайль, К.В. Повышение воспроизводительных качеств свиноматок при использовании «Бацелл» и бишофита [Текст] / К.В. Эзергайль, И.А. Авоян // Материалы XV региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области: научное издание. – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. – С. 4-5.

Reference

1. Vliyanie kompleksnoj kormovoj dobavki v racionah laktiruyuschih korov na kachestvennye pokazateli moloka i molochnyh produktov [Tekst] / I. F. Gorlov, A. A. Bochkov, N. I. Mosolova, A. I. Sivkov // Novye podhody, principy i mehanizmy povysheniya [ffektivnosti proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Volgograd 5-6 iyunya 2014 g. - Volgograd, 2014. - S. 16-21.
2. Koshaev, A. G. Jefferktivnost' kormovyh dobavok Bacell i Monosporin pri vyraschivanii cyplyat-brojlerov [Tekst] / A. G. Koshaev // Veterinariya. - 2007. - № 1. - S. 16-17.

3. Krotov M. I. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya molochного skotovodstva Sverdlovskoy oblasti [Tekst] / M. I. Krotov, O. V. Shestakov // Kreativnaya jekonomika: materialy XVII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (12 yanvarya 2016g.): V 2-h ch. - Ekaterinburg: Ural'skij gosudarstvennyj agrarnyj universitet; 2016. - Ch. 2. - 183 s.

4. Marchenko, A. V. Tendencii razvitiya molochного skotovodstva Tyumenskoy oblasti [Tekst] / A. V. Marchenko, K. V. Kochkareva // Molodoy uchenyj. - 2017. - №20. - S. 228-231.

5. Molochnaya produktivnost' korov pri ispol'zovanii v racione silosa, zagotovlennogo s novym konservantom-obogatitelem [Tekst] / I. F. Gorlov, S. E. Bozhkova, M. I. Slozhenkina, I. M. Demidova // Vestnik Altajskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - № 11 (33). - S. 91-95.

6. Povyshenie molochnoy produktivnosti i kachestvennykh pokazatelej moloka za schet primeneniya novykh kormovykh dobavok [Tekst] / I. F. Gorlov, A. S. Mohov, E. S. Voroncova, M. I. Slozhenkina // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee obrazovanie. - 2017. - №3 (47). - S. 160-167.

7. Primenenie mestnykh netradicionnykh dobavok v kormlenii sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh v usloviyah Volgogradskoy oblasti [Tekst] / A. S. Filatov, K. V. Jezergajl', E. A. Petruhina, V. A. Petruhin, A. G. Mel'nikov // Vestnik agrarnoj nauki Dona. - 2016. - №1(33). - S. 64-71.

8. Sivkov, A. I. Kachestvennye pokazateli smetany i tvoroga, vyrabotannykh iz moloka korov, poluchavshih s racionom jodosoderzhaschie podkormki [Tekst] / A. I. Sivkov, O. A. Sutorma, N. I. Mosolova // Puti intensivifikacii proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii v sovremennykh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Volgograd 28-29 iyunya 2012 g. - Volgograd, VolGTU, 2012. - Ch. 2. - S. 283-286.

9. Formirovanie funkcional'nykh svojstv molochnykh produktov pri ispol'zovanii v racionah lak-tiruyuschih korov organicheskikh form joda i selena [Tekst] : monografiya / I. F. Gorlov, A. A. Korotkova, N. I. Mosolova, V. N. Hramova. - Volgograd: VolGTU, 2013. - 94 s.

10. Jezergajl', K. V. Povyshenie vosproizvoditel'nykh kachestv svinomatok pri ispol'zovanii "Bacell" i bishofita [Tekst] / K. V. Jezergajl', I. A. Avoyan // Materialy XV regional'noj konferencii molodykh issledovatelej Volgogradskoy oblasti: nauchnoe izdanie. - Volgograd: FGOU VPO Volgogradskaya GSXA, 2011. - S. 4-5.

E-mail: artem.mag7@mail.ru

УДК 636.082:637.05

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСНОГО СЫРЬЯ ОТ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЖИВОТНЫХ

DEPENDENCE OF MEAT RAW MATERIAL QUALITATIVE INDICATORS FROM ANIMALS LINEAR ATTACHMENT

И.Ф. Горлов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

Б.К. Болаев², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

В.В. Ранделина¹, кандидат сельскохозяйственных наук

А.В. Ранделин¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

I.F. Gorlov¹, B.K. Bolaev², B.V. Randelina¹, A.V. Randelin¹

¹Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград

²Калмыцкий государственный университет, г. Элиста

¹Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and dairy products

²Kalmyk State University

В статье изложены данные экспериментальных исследований по изучению зависимости качественных показателей мясного сырья от линейной принадлежности бычков калмыцкой породы. Установлено, что у бычков в зависимости от линейной принадлежности существенно различались показатели мясной продуктивности и качества говядины. Живая масса особей из линии Стройного 2520 была больше, чем у сверстников линий Земляка 1162 и Боровика 7273, в возрасте 16 месяцев на 1,91 и 4,94 %. Потомки быка Резвого 2014 превосходили сверстников по живой массе соответственно на 3,16 и 6,23 %. Парные туши бычков из линии Резвого 2014 были тяжелее, чем у

сверстников линий Стройного 2520, Земляка 1162 и Боровика 7273 соответственно на 2,08; 4,78 и 9,05 %, а выход туш – выше на 0,30; 0,80 и 1,51 %. Выход мякоти туш при их обвалке был выше у особей из линии Резвого 2014 в сравнении со сверстниками на 2,71; 6,44 и 11,27 %. Наиболее высокое содержание сухого вещества в мякоти туш выявлено у бычков из линии Боровика 7273. Их преимущество по данному показателю, в сравнении со сверстниками из линий Стройного 2520, Земляка 1162 и Резвого 2014, составило 0,42; 0,49 и 0,64 %. Главным образом это превосходство сложилось за счет жировой фракции (1,29; 1,53 и 0,56 %). Белка содержалось больше в мякоти молодняка из линии Земляка 1162. Разница в их пользу, в сравнении со сверстниками из линий Стройного 2520, Боровика 7273 и Резвого 2024, составила 0,16; 1,06 и 0,24 %. Установлены различия и между животными отдельных линий по содержанию в их мясе незаменимых и заменимых аминокислот, кулинарно-технологическим показателям, что свидетельствует о возможности получать мясное сырьё для производства функциональных мясных продуктов.

The article presents the data of experimental studies on the study of the dependence of qualitative indicators of meat raw materials on the linearity of calves of Kalmyk breeds. It was found that the bulls, depending on the linear accessory, significantly differed in meat production and quality of beef. The live weight of individuals from the line of Stroyny 2520 was more than that of the peers of the lines of Zemlyak 1162 and Borovik 7273, at the age of 16 months at 1.91 and 4.94%. Descendants of Rezvy 2014 outperformed their peers by 3.16% and 6.23% respectively. Paired carcasses of bull-calves from Rezvy line of 2014 were heavier than the peers of Stroyny 2520 lines, Zemlyak 1162 and Borovik 7273, respectively, at 2.08; 4.78 and 9.05%, and the yield of carcasses is higher by 0.30; 0.80 and 1.51%. The yield of the flesh of the carcasses at their boning was higher for individuals from the Sharp line in 2014 compared to their peers at 2.71; 6.44 and 11.27%. The highest content of dry matter in the carcass of carcass was detected in bulls from Borovik line 7273. Their advantage in this indicator in comparison with their peers from the lines of Stroyny 2520, Zemlyak 1162 and Rezvy 2014 was 0.42; 0.49 and 0.64%. This predominance was mainly due to the fat fraction (1.29, 1.53 and 0.56%). The protein was contained more in the flesh of young animals from the line of Zemlyak 1162. The difference in their favor in comparison with their peers from the lines of Stroyny 2520, Borovik 7273 and Rezvy 2024 was 0.16; 1.06 and 0.24%. Differences were also established between the animals of individual lines for their essential and non-replaceable amino acids in their meat, and for coolanto-technological indicators, which indicates the possibility of obtaining meat raw materials for the production of functional meat products.

Ключевые слова: мясная продуктивность, мясное сырьё, мясо, линии быков, химический и биохимический состав, кулинарно-технологические свойства.

Key words: meat production, meat raw materials, meat, bull lines, chemical and biochemical composition, culinary and technological properties.

План НИР по теме АААА-А17-117-033-110075-1

Введение. Мясное сырьё является стратегическим продуктом, обеспечивающим продовольственную безопасность страны. При этом из мясного сырья вырабатывается продукция не только для общего питания, но и специального. В связи с этим, для производства функциональных продуктов к мясу предъявляются определенные требования.

Так, для производства продукции детского, диетического питания требуется мясо молодых животных с высоким содержанием белка, аминокислот, в том числе незаменимых, с пониженным содержанием жировой ткани. Качество мясного сырья, по мнению исследователей [7, 1, 12, 9, 8], зависит от вида, породы, генотипа животных, условий кормления и содержания.

В работах ряда авторов [6, 3, 10, 11] отмечаются значительные различия по интенсивности роста, химическому составу и биологической ценности мясного сырья, получаемого от молодняка разных генеалогических линий, тогда как в отдельных работах имеются сведения о невысоких межлинейных различиях [4].

По мнению российских ученых [2, 5], уровень мясной продуктивности и качественных показателей мяса животных отдельных линий формируется в зависимости от методов племенной работы с ними. При частых межлинейных кроссах стираются различия между линиями и снижается эффект селекции.

Мы в своих исследованиях изучили продуктивные особенности и качественные показатели мяса бычков калмыцкой породы разных генеалогических линий, выращиваемых на нагуле.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проведена в ОАО П/Р «Кировский» Яшкульского района Республики Калмыкии. Из числа бычков 10-месячного возраста были сформированы 4 группы бычков по методу сверстников в зависимости от их линейной принадлежности. В опытные группы были отобраны: 21 бычок из линии Стройного 2520; 16 бычков – Земляка 1162; 24 бычка – Боровика 7272 и 19 бычков – Резвого 2014.

Животные содержались на пастбище в летних лагерях и дополнительно получали концентрата в количестве от 2-х до 3-х кг в зависимости от возраста. Рацион для подопытного молодняка разрабатывался согласно нормам кормления (Калашников А.П. и др., 2003). Взвешивание молодняка проводилось на специальных весах ежемесячно.

Контрольный убой бычков проводился на убойном пункте ОАО П/Р «Кировский» по методике ВНИИЖ, ВНИИМП (1987). Для убоя были отобраны бычки по 3 головы из каждой группы в возрасте 16 месяцев. Химический и биохимический состав, кулинарно-технологические свойства мяса исследовались общепринятыми методами.

Экономическая эффективность производства говядины рассчитывалась по методике ВАСХНИЛ (1984).

Цифровой материал обработан методами вариационной статистики на ПК по программе «Microsoft Office» при определении разницы при 3-х уровнях достоверности по Стьюденту-Фишеру.

Результаты и обсуждение. Численность подопытных бычков после их распределения по линиям варьировала в группах от 16 до 24 голов. Результаты ежемесячных взвешиваний подопытных бычков показали, что наиболее интенсивно в период с 10 до 16 месяцев росли бычки из линий Резвого 2024 и Стройного 2520 (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели живой массы молодняка разных генеалогических линий, кг

Линия быка	n	В возрасте, мес.			
		10	12	14	16
Стройного 2520	21	261,5±3,41	312,0±2,34	362,7±2,98	416,3±3,25
Земляка 1162	16	252,2±1,90	300,8±2,19	353,6±2,69	408,5±3,14
Боровика 7273	24	249,7±2,06	287,2±2,78	351,4±3,11	396,7±3,80
Резвого 2014	19	264,8±1,95	318,2±2,65	370,7±3,28	421,4±4,02

Так, молодняк из линии Стройного 2520 имел живую массу больше, чем сверстники Земляка 1162 и Боровика 7273, в 12 месяцев на 11,2 кг, или 3,72 % ($P>0,95$), и 24,8 кг, или 8,63 % ($P>0,99$), в 16 месяцев – на 7,8 кг, или 1,91 %, и 19,6 кг, или 4,94 % ($P>0,95$), из линии Резвого 2014 – соответственно в 12 месяцев на 17,4 кг, или 5,78 % ($P>0,99$), и 31,0 кг, или 10,79 % ($P>0,999$), и в 16 месяцев – на 7,8 кг, или 1,91 %, и 19,6 кг, или 4,94 % ($P>0,95$), и из линии Резвого 2024 – соответственно в 12 месяцев на 17,4 кг, или 5,78 % ($P>0,99$), и 31,0 кг, или 10,79 % ($P>0,999$), и в 16 месяцев – на 12,9 кг, или 3,16 % ($P>0,95$), и 24,7 кг, или 6,23 % ($P>0,99$).

Среднесуточный прирост живой массы за период опыта был наиболее высоким у особей линии Резвого 2014 (870,0 г). Так, сверстников из линий Стройного 2520, Земляка 1162 и Боровика 7273 они превосходили по среднесуточному приросту на 1,16; 2,30 и 6,53 %.

Известно, что объективно оценить мясную продуктивность животного возможно лишь по результатам его убоя. Результаты контрольного убоя подопытных бычков в возрасте 16 месяцев, проведенного в убойном цехе ОАО П/Р «Кировский», показали, что масса парных туш была наиболее значительной у бычков из линий Резвого 2040 и Стройного 2520. Так, масса парных туш бычков из линии Резвого 2024 была больше, чем сверстников линии Стройного 2520, на 4,7 кг, или 2,08 %, Земляка 1162 – на 10,5 кг, или 4,78 % ($P>0,95$), Боровика 7273 – на 19,1 кг, или 9,05 % ($P>0,99$) (таблица 2). При этом выход туш у них был выше соответственно на 0,30; 0,80 и 1,51 %.

Таблица 2 – Мясная продуктивность подопытного молодняка

Показатель	Линия быка			
	Стройного 2520	Земляка 1162	Боровика 7273	Резвого 2024
Предубойная масса, кг	404,1±3,74	397,3±3,52	386,8±4,06	410,3±3,98
Масса туш, кг	225,5±2,41	219,7±2,78	211,1±2,54	230,2±3,06
%	55,80	55,30	54,59	56,10
Масса внутреннего жира-сырца, кг	10,8±0,15	9,1±0,21	8,3±0,18	11,2±0,13
%	2,67	2,29	2,14	2,72
Убойная масса, кг	236,3±2,44	228,8±2,80	219,4±2,53	241,4±3,10
%	58,48	57,59	56,72	58,83
Масса охлажденной туши, кг	223,4±2,39	217,8±2,74	209,2±2,57	228,0±2,95
Масса мякоти, кг	176,9±1,44	170,7±1,60	163,3±1,35	181,7±1,78
%	79,18	78,39	78,05	79,71
Масса костей, кг	40,0±0,31	40,3±0,26	38,8±0,37	40,1±0,21
%	17,92	18,51	18,53	17,57
Масса сухожилий, кг	6,5±0,01	6,8±0,02	7,1±0,04	6,2±0,03
%	2,90	3,10	3,42	2,72
Индекс мясности	44,22	42,36	42,14	45,31

Содержание внутреннего жира-сырца у бычков из линии Резвого 2024 было больше, чем у сверстников, соответственно на 0,4 кг, или 3,70 %; 2,1 кг, или 23,08 % ($P>0,999$), и 2,9 кг, или 34,94 % ($P>0,999$).

Наиболее высокие показатели убойной массы и убойного выхода выявлены также у бычков из линии Резвого 2024. Убойный выход у молодняка из линии Резвого 2024 был выше, чем у сверстников других линий, соответственно на 0,35; 1,24 и 2,11 %.

Результаты обвалки туш показали, что по массе мякоти бычки из линии Резвого 2024 превосходили сверстников соответственно на 4,8 кг или 2,71 %; 11,0 кг, или 6,44 % ($P>0,99$), и 18,4 кг, или 11,27 % ($P>0,999$). Следует отметить, что у бычков линии Резвого 2024 был самый низкий выход костей и сухожилий и высоким индекс мясности. Индекс мясности туш молодняка из линии Резвого 2024 был выше, чем сверстников, соответственно на 1,09; 2,95 и 3,17 %.

Выявлены существенные различия по химическому и биохимическому составу, кулинарно-технологическим свойствам мякоти у особей отдельных линий. Так, наиболее высокое содержание сухого вещества отмечено в мясе молодняка из линии Боровика 7273 и низкое – Резвого 2024. По содержанию сухого вещества в мякоти у животных из линии Боровика 7273, преимущество в сравнении со сверстниками линий Стройного

2520, Земляка 1162 и Резвого 2024 составило соответственно 0,42; 0,49 и 0,64 %. Основное преимущество у них сложилось из-за содержания в мякоти жира. Так, по содержанию в мясе жира бычки данной линии превосходили сверстников соответственно на 1,29 ($P>0,99$); 1,53 ($P>0,999$) и 0,56 % ($P>0,95$). Содержание белка было наиболее высоким в мякоти молодняка из линии Земляка 1162. Превосходство его над сверстниками из линий Стройного 2520, Боровика 7273 и Резвого 2024 составило соответственно 0,16; 1,06 ($P>0,95$) и 0,24 %.

В связи с более высоким содержанием жира в мякоти туш бычков линии Боровика 7273, энергетическая ценность 1 кг мяса была выше, чем у сверстников, соответственно на 0,34; 0,41 и 0,22 МДж.

При производстве функциональной продукции особое значение придаётся аминокислотному составу мясного сырья, соотношению заменимых и незаменимых аминокислот.

Результаты исследований показали, что незаменимой аминокислоты триптофан содержалось больше в мясе бычков линии Земляка 1162 (412,20 мг%) и меньше – Боровика 7273 (396,7 мг%). Белковый качественный показатель (БКП), характеризующий биологическую ценность мяса, был выше у молодняка из линии Земляка 1162, в сравнении с особями линий Стройного 2520, Боровика 7273 и Резвого 2024 соответственно на 0,56; 0,80 и 0,31 (таблица 3).

Таблица 3 – Качественные показатели мясного сырья
(средняя проба мякоти туш)

Состав и свойства мякоти	Линия быка			
	Стройного 2520	Земляка 1162	Боровика 7273	Резвого 2024
Сухое вещество, %	33,12±0,24	33,05±0,31	33,54±0,28	32,90±0,30
в т.ч.: белок	19,74±0,19	19,90±0,24	18,84±0,17	19,66±0,21
жир	12,42±0,15	12,18±0,08	13,71±0,12	13,15±0,13
зола	0,96±0,01	0,97±0,01	0,99±0,01	0,97±0,01
Энергия, МДж (в 1 кг)	8,19	8,12	8,53	8,53
Триптофан, мг%	399,61±3,53	412,20±3,89	396,78±4,11	401,16±3,54
Оксипролин, мг%	71,82±2,88	67,40±3,12	74,58±3,36	69,05±2,92
БКП	5,56	6,12	5,32	5,81
Влагоудержание, %	61,97±0,21	62,31±0,24	61,60±0,19	61,85±0,16
Увариваемость, %	34,18±0,17	33,44±0,15	34,35±0,11	33,74±0,12
КТП	1,81	1,86	1,79	1,83

На качество производимой продукции оказывают влияние кулинарно-технологические свойства мясного сырья. В наших исследованиях установлено, что наиболее высокой влагоудерживающей способностью и низкой увариваемостью обладало мясо животных из линии Земляка 1162. Влагоудерживающая способность их мяса была выше, чем у сверстников, на 0,34; 0,71 ($P>0,95$) и 0,46 %. Соответственно выше у них был кулинарно-технологический показатель мяса.

Следует отметить, что экономическая эффективность производства говядины была наиболее высокой по линии бычков Резвого 2024. Так, уровень рентабельности производства говядины от бычков данной линии, в сравнении со сверстниками линий Стройного 2520, Земляка 1162 и Боровика 7273, был выше соответственно на 1,50; 0,25 и 8,01 % (таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность производства говядины

Калькуляция	Линия быка			
	Стройного 2520	Земляка 1162	Боровика 7273	Резвого 2024
Прирост живой массы, кг	154,8	156,3	147,0	156,6
Производственные затраты, руб.	10781,6	10781,6	10781,6	10781,6
Реализационная цена 1 кг живой массы, руб.	90,0	90,0	90,0	90,0
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	69,6	69,0	73,3	68,8
Расчетная реализационная стоимость, руб.	13932,0	14067,0	13230,0	14094,0
Прибыль, руб.	3150,4	3285,4	2448,4	3312,4
Уровень рентабельности, %	29,22	30,47	22,71	30,72

Заключение. В процессе исследований установлено, что бычки калмыцкой породы в зависимости от их линейной принадлежности существенно различались по показателям продуктивности и качества мясного сырья. Наиболее высокой биологической ценностью и оптимальными кулинарно-технологическими свойствами, необходимыми для создания функциональных продуктов, характеризовалось мясо, полученное от молодняка из линии Земляка 1162.

Библиографический список

1. Горлов, И.Ф. Эффективность выращивания на мясо бычков специализированных мясных пород [Текст] / И.Ф. Горлов, Д.А. Ранделин, А.К. Натыров // Вестник Калмыцкого университета. – 2013. – 3(19). – С. 14-20.
2. Закономерность роста и мясная продуктивность бычков калмыцкой породы разных генеалогических линий [Текст] / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Б.К. Болаев, О.А. Суторма, М.Е. Спивак, А.В. Ранделин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 5. – С. 65-68.
3. Интенсификация производства продуктов мясного скотоводства на основе прогрессивных технологий селекции и кормления животных [Текст] / И.Ф. Горлов, С.Н. Шлыков, А.К. Натыров, М.И. Сложенкина, Б.К. Болаев, Н.И. Мосолова, О.А. Суторма, Р.С. Омаров. – Элиста: Калмыцкий государственный университет, 2017. – 230 с.
4. Интенсификация производства высококачественной говядины в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / И.Ф. Горлов, Б.К. Болаев, А.А. Кайдулина, А.К. Натыров, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, А.К. Натыров. – Элиста: Калмыцкий государственный университет, 2016. – 216 с.
5. Качественные показатели мяса бычков калмыцкой породы разной линейной принадлежности [Текст] / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Б.К. Болаев, А.К. Натыров, О.А. Суторма, А.В. Ранделин // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 4 (100). – С. 89-96.
6. Качественные показатели мяса подопытных бычков казахской белоголовой породы разных генотипов [Текст] / И.Ф. Горлов, А.Н. Сивко, О.А. Суторма, Д.А. Ранделин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4 (40). – С. 87-92.
7. Научно обоснованные технологии производства конкурентно способной говядины [Текст]: монография / И.Ф. Горлов, А.И. Беляев, А.Н. Струк, Г.В. Волоколупов, М.Е. Спивак, Д.А. Ранделин. – Москва-Волгоград: Вестник РАСХН, 2009. – 274 с.
8. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий: монография [Текст] / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин, А.К. Натыров, Б.К. Болаев, О.А. Суторма. – Элиста: Калмыцкий государственный университет, 2015. – 248 с.

9. Полиморфизм генов bGH, RORC и DGATI у мясных пород крупного рогатого скота России [Текст] / И.Ф. Горлов, А.А. Федюнин, Д.А. Ранделин, Г.Е. Сулимова // Генетика. – 2014. – № 12. – С. 1468-1475.

10. Повышение продуктивного потенциала скота казахской белоголовой породы на основе оптимизации генетических и паратипических факторов [Текст] : монография / В.И. Левахин, Х.А. Амерханов, В.В. Калашников, И.Ф. Горлов, В.Л. Королев, О.А. Суторма. – М., 2013. – 340 с.

11. Ранделин, Д.А. Научно-практическое обоснование производства конкурентно способной говядины на основе оптимизации использования породных ресурсов мясного скота [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.02.10 / Ранделин Дмитрий Александрович. – Волгоград, 2013. – 49 с.

12. Ранделин, Д.А. Влияние скрещивания на мясную продуктивность бычков и качественные показатели их мяса [Текст] / Д.А. Ранделин // Все о мясе. – 2010. – № 1. – С. 34-36.

Reference

1. Gorlov, I. F. Jeffektivnost' vyraschivaniya na myaso bychkov specializirovannyh myasnyh porod [Tekst] / I. F. Gorlov, D. A. Randelin, A. K. Natyrov // Vestnik Kalmyckogo universiteta. - 2013. - 3(19). - S. 14-20.

2. Zakonomernost' rosta i myasnaya produktivnost' bychkov kalmyckoj porody raznyh genealogicheskikh linij [Tekst] / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, B. K. Bolaev, O. A. Sutorma, M. E. Spivak, A. V. Randelin // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2017. - № 5. - S. 65-68.

3. Intensifikaciya proizvodstva produktov myasnogo skotovodstva na osnove progressivnyh tehnologij selekcii i kormleniya zhivotnyh [Tekst] / I. F. Gorlov, S. N. Shlykov, A. K. Natyrov, M. I. Slozhenkina, B. K. Bolaev, N. I. Mosolova, O. A. Sutorma, R. S. Omarov. - Jelista: Kalmyckij gosudarstvennyj universitet, 2017. - 230 s.

4. Intensifikaciya proizvodstva vysokokachestvennoj govyadiny v usloviyah Nizhnego Povolz'ya [Tekst] / I. F. Gorlov, B. K. Bolaev, A. A. Kajdulina, A. K. Natyrov, A. V. Randelin, M. I. Slozhenkina, A. K. Natyrov. - Jelista: Kalmyckij gosudarstvennyj universitet, 2016. - 216 s.

5. Kachestvennye pokazateli myasa bychkov kalmyckoj porody raznoj linejnoy prinadlezhnosti [Tekst] / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, B. K. Bolaev, A. K. Natyrov, O. A. Sutorma, A. V. Randelin // Vestnik myasnogo skotovodstva. - 2017. - № 4 (100). - S. 89-96.

6. Kachestvennye pokazateli myasa podopytnyh bychkov kazahskoj belogolovoj porody raznyh genotipov [Tekst] / I. F. Gorlov, A. N. Sivko, O. A. Sutorma, D. A. Randelin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 4 (40). - S. 87-92.

7. Nauchno obosnovannye tehnologii proizvodstva konkurentno sposobnoj govyadiny [Tekst]: monografiya / I. F. Gorlov, A. I. Belyaev, A. N. Struk, G. V. Volokolupov, M. E. Spivak, D. A. Randelin. - Moskva-Volgograd: Vestnik RASXN, 2009. - 274 s.

8. Novye podhody k proizvodstvu govyadiny na osnove sovremennyh bioinzhenernyh tehnologij: monografiya [Tekst] / I. F. Gorlov, V. I. Levahin, D. A. Randelin, A. K. Natyrov, B. K. Bolaev, O. A. Sutorma. - Jelista: Kalmyckij gosudarstvennyj universitet, 2015. - 248 s.

9. Polimorfizm genov bGH, RORC i DGATI u myasnyh porod krupnogo rogatogo skota Rossii [Tekst] / I. F. Gorlov, A.A. Fedyunin, D. A. Randelin, G. E. Sulimova // Genetika. - 2014. - № 12. - S. 1468-1475.

10. Povyshenie produktivnogo potenciala skota kazahskoj belogolovoj porody na osnove optimizacii geneticheskikh i paratipicheskikh faktorov [Tekst]: monografiya / V. I. Levahin, H. A. Amerhanov, V. V. Kalashnikov, I. F. Gorlov, V. L. Korolev, O. A. Sutorma. - M., 2013. - 340 s.

11. Randelin, D.A. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie proizvodstva konkurentno sposobnoj govyadiny na osnove optimizacii ispol'zovaniya porodnyh resursov myasnogo skota [Tekst]: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 06.02.10 / Randelin Dmitriy Aleksandrovich. - Volgograd, 2013. - 49 s.

12. Randelin, D.A. Vliyanie skreschivaniya na myasnuyu produktivnost' bychkov i kachestvennye pokazateli ih myasa [Tekst] / D. A. Randelin // Vse o myase. - 2010. - № 1. - S. 34-36.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 619:616.98:636.7

**МОНИТОРИНГ НОЗОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ
У СОБАК С РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ****MONITORING OF THE NOSOLOGICAL PROFILE VIRAL INFECTIONS
IN DOGS WITH VARIOUS FORMS OF CLINICAL CURRENT****П.В. Колесников**, кандидат ветеринарных наук, доцент**Т.М. Давудова**, аспирант**P.V. Kolesnikov, T.M. Davudova***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

В статье приведены результаты изучения нозологического профиля вирусных инфекций у собак за период 2014-2017 гг. в условиях г. Волгограда и Волгоградской области. Целью работы являлось проведение мониторинга нозологического профиля вирусных инфекций у собак с различными формами клинического течения. Статистические исследования проводились на базе ветеринарных лечебных учреждений г. Волгограда и в Центре ветеринарной клинической медицины ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет». Материалом для исследования послужили 6055 больных собак, поступивших на амбулаторный приём за период с 2014-2017 гг. По результатам наших исследований, структура нозологического профиля вирусных инфекций у собак представлена семью нозологическими единицами, а именно парвовирусным энтеритом – 33,3 %, чумой плотоядных – 27,1 %, короновирусным энтеритом – 10 %, ротавирусной инфекцией – 9,6 %, вирусным гепатитом собак – 1,3 %, респираторной аденовирусной инфекцией – 1 %, парагриппом – 1 %. Первостепенное значение из них имеют парвовирусный энтерит, чума плотоядных и короновирусная инфекция. Из клинических форм течения вирусные энтериты протекали либо в кишечной форме, либо в осложненной миокардитной. Чума плотоядных имела течение патологических процессов со стороны желудочно-кишечного тракта или с поражением нервной системы. Наиболее подвержены вирусным инфекциям щенки до 6 месяцев – до 34,2 %, по сравнению со взрослыми собаками.

The article presents the results of studying the nosological profile of viral infections in dogs for the period 2014-2017. in the conditions of Volgograd and Volgograd region. The purpose of the work was to monitor the nosological profile of viral infections in dogs with various forms of clinical course. Statistical studies were conducted on the basis of veterinary medical institutions in Volgograd, and in the Center for Veterinary Clinical Medicine of the Volgograd State Agrarian University. The material for the study was sick dogs, received for an outpatient visit in the number of 6055 dogs for the period from 2014-2017. According to the results of our research, the structure of the nosological profile of viral infections in dogs is represented by seven nosological units, namely, parvovirus enteritis 33.3%, plague carnivore 27.1%, coronavirus enteritis 10%, rotavirus infection 9.6%, viral hepatitis 1.3%, respiratory adenovirus infection 1%, parainfluenza 1%. Of these, parvoviral enteritis, carnivorous plague and coronavirus infection are of paramount importance. From clinical forms of flow, viral enteritis proceeded either in intestinal form or in complicated myocarditis. The plague carnivore had a course of pathological processes from the side of the gastrointestinal tract or with the defeat of the nervous system. Puppies are most susceptible to viral infections up to 6 months to 34.2% than adult dogs.

Ключевые слова: вирусные энтериты, нозологический профиль, вирусная инфекция собак.

Key words: viral enteritis, nosological profile, viral infection of dogs.

Введение. До сих пор наиболее актуальной для современной ветеринарии остается проблема борьбы с инфекционными болезнями животных, особое место среди которых принадлежит вирусной патологии, характеризующейся широким распространением с отягощенным влиянием на уровень здоровья животных [2, 3, 6, 11].

Несомненно, вирусные инфекции представляют собой одну из многочисленных групп инфекционных болезней у собак, которые имеют разную форму клинического течения, включая и развитие осложнений. В настоящее время развито домашнее собаководство и при этом породистые животные наиболее подвержены вирусным инфекциям с осложненной формой течения. [1, 5, 4, 11].

В связи с этим, следует особое внимание уделять изучению распространенности и частоты встречаемости вирусных инфекций. Это, несомненно, позволит периодически проводить мониторинг чаще регистрируемых инфекционных заболеваний у собак, что имеет особую актуальность для проведения своевременной профилактики, проведение правильных алгоритмов диагностики с применением эффективных методов терапии. [1, 5, 12, 13]

Материалы и методы. Исследования проводили в ветеринарных лечебных учреждениях г. Волгограда, в Центре ветеринарной клинической медицины ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет». При изучении нозологического профиля вирусных инфекций у собак использовались отчетные материалы ветеринарных лечебных учреждений г. Волгограда за период с 2014 по 2017 годы.

Клиническому осмотру подвергнуто 6055 собак различных пород возраста от 1 мес. до 10 лет, а также проведен анализ 645 протоколов секционных случаев. Клиническое обследование больных животных проводили по общепринятой методике, которое включало в себя сбор анамнестических данных, физикальное обследование, данные клинических методов исследований и инструментально-морфологические исследования. Инструментально-морфологические исследования включали в себя электрокардиографию, рентгенографию, эхокардиографическое исследование сердца, морфологическое и биохимическое исследование сердца.

Вирусные инфекции у собак диагностировали иммунохроматографическими способами на определение парвовирусной, короновирусной инфекции (CPV Ag\CCV Ag), чумы плотоядных (CDV Ag), аденовирусной инфекции и вирусного гепатита (CAV Ag), парагрипп H3 (CIV Ag), ротавирусная инфекция Rota Ag [7, 8, 9, 10].

Цель исследований – изучить нозологический профиль при вирусных инфекциях у собак (с различными формами клинического проявления) за период 2014-2017 гг.

Результаты. Из всех изученных случаев мы выявили 3522 собак с болезнями вирусной этиологии, что составляет 58 %.

В результате проведенных исследований мы выявили следующие основные нозологические единицы инфекционных заболеваний собак, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Частота встречаемости основных нозологических форм инфекционных болезней

Инфекционные болезни у собак	% встречаемости n=3522
Парвовирусный энтерит	33,3
Короновирусный энтерит	10
Ротавирусная инфекция	9,6
Чума плотоядных	27,1
Респираторная аденовирусная инфекция	1
Вирусный гепатит собак	1,3
Парагрипп	1
Другие болезни	16,7

Проанализировав нозологический профиль, можно сделать вывод, что за период 2014-2017 гг. из заболеваний чаще всего регистрировались парвовирусный энтерит и чума плотоядных, что связано с увеличением численности бродячих собак и нарушением сроков профилактических вакцинации. Причем мы отмечаем не только высокую распространенность этих инфекционных заболеваний на территории г. Волгограда и Волгоградской области, но и высокую контагиозность данных вирусных инфекций.

Нозологический профиль вирусных инфекций у собак представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Нозологический профиль вирусных инфекций у собак,
% встречаемости $n=3522$

По результатам наших исследований, большинство случаев заболевания собак парвовирусным энтеритом и чумой плотоядных приходится на осень и весну, что связано, прежде всего, с тем, что именно на этот период приходятся резкие температурные колебания в течение суток, высокая влажность и как следствие снижение общей резистентности организма.

В результате исследования нозологического профиля мы выявили наиболее часто регистрируемые инфекционные болезни у собак, первое место занимает парвовирусный энтерит (33,3 %), это заболевание широко распространено и регистрируется в двух формах: кишечной и миокардитной.

При чуме плотоядных (27,1 %) мы отмечали расстройство функций желудочно-кишечного тракта и нервной системы. Среди структуры нозологического профиля, чума плотоядных по распространенности занимает второе место после парвовирусного энтерита.

По ситуации, касающейся коронавирусных инфекции (10 %), можно отметить, что заболевание протекало в трех формах: сверхострой, острой и латентной.

Результаты исследований частоты встречаемости вирусных инфекций у собак с учетом возрастной категории представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Частота встречаемости по возрастной категории

Вирусная инфекция	Возраст животных		
	0-6 мес.	7-12 мес.	Старше года
Парвовирусный энтерит	21 %	9,1 %	3,2 %
Чума плотоядных	7 %	15,1 %	5 %
Коронавирусный энтерит	6,2 %	2,4 %	1,4 %

Таким образом, нами было установлено, что из общего числа регистрируемых животных больных вирусными инфекциями, наибольшее количество заболеваемости парвовирусного энтерита 21 % наблюдалось у щенков в возрасте до 6 месяцев, чума плотоядных регистрировалась у собак 15,1 % в возрасте от 7 до 12 месяцев, а короновиральная инфекция – в 6,2 % у щенков до 6 месяцев. У взрослых собак старше года мы наблюдали реже заболеваемость вирусными инфекциями от 1,4 до 5 % в среднем.

Таким образом, из результатов исследований следует, что более подвержены вирусным инфекциям щенки до 6 месяцев, чем взрослые собаки.

При проведении нозологического профиля вирусных инфекций уделили внимание течению и клиническим проявлениям, представленным в таблице 3.

Таблица 3 – Симптомы и формы вирусных инфекций

Вирусные инфекции	Форма течения	Симптомы
Парвовирусный энтерит	Кишечная	Рвота, причем рвотные движения повторяются с интервалом 30...40 мин., повышение температуры тела до 41 °С, диарея, быстро нарастающая дегидратация от 8 % и выше, болезненность в абдоминальной области, бледность слизистых оболочек, тахикардия.
	Миокардитная	Встречалась у щенков в возрасте 2-9 недель, появлялись признаки сердечной недостаточности. Цианоз слизистых, тахикардия или брадикардия, пульс слабого наполнения. Поверхностное и саккадированное дыхание, коллапс.
Чума плотоядных	Кишечная	У щенков повышалась температура тела до 40 °С, отсутствие аппетита, конъюнктивит глаз гиперемизирован, шерсть тусклая. Жёлтые гнойные истечения из носа и глаз. Диарея с кровавым содержимым, рвота. Сухой кашель, при аускультации легких жесткое дыхание.
	Нервная	Тонико-клонические судороги, саливация. Собака не откликалась на зов, нарушение координации движений, повышенная тактильная чувствительность, гиперемия слизистых оболочек глаз. Признаки осложнений менингита, энцефалита или неврита.
Коронавирусный энтерит	сверхострая острая латентная	Отсутствие аппетита, периодическая рвота или ее отсутствие; диарея с содержимым светлого цвета пузырьками газа и слизи. Температура 37-39, отклонений при аускультации сердца не выявлено. При латентной форме все эти симптомы у щенков протекали быстро и в более легком течении.

Обсуждение. При изучении мониторинга вирусных инфекций у собак на территории г. Волгограда мы выделили структуру нозологических единиц, которая представлена преимущественно парвовирусным энтеритом, чумой плотоядных и короновиральной инфекцией. Причем парвовирусный энтерит зачастую протекал в кишечной форме и осложненной миокардитной. Причем миокардитная чаще диагностировалась у щенков до 6 мес. Второе место из структуры нозологического профиля занимает чума плотоядных с формой развития патологического процесса в кишечнике и нервной системе. Короновиральная инфекция занимает третье место и протекала в сверхострой, острой и латентной.

Заключение. Структура нозологического профиля вирусных инфекций у собак представлена семью нозологическими единицами, а именно парвовирусным энтеритом – 33,3 %, чумой плотоядных – 27,1 %, короновирусным энтеритом – 10 %, ротавирусной инфекцией – 9,6 %, вирусным гепатитом собак – 1,3 %, респираторной аденовирусной ин-

фекцией – 1 %, парагриппом – 1 %. Первостепенное значение из них имеют парвовирусный энтерит, чума плотоядных и короновиральная инфекция. Из клинических форм течения вирусные энтериты протекали либо в кишечной форме, либо в осложненной миокардитной. Чума плотоядных имела течение патологических процессов со стороны желудочно-кишечного тракта или с поражением нервной системы. Наиболее подвержены вирусным инфекциям щенки до 6 месяцев – до 34,2 %, по сравнению со взрослыми собаками.

Библиографический список

1. Афанасьев, Е.П. Парвовирусный энтерит собак [Текст] / Е.П. Афанасьев, Г.Г. Логинов // Ветеринария. – 2013. – № 5. – С. 64–67.
2. Белов, А.Д. Болезни собак [Текст] / А.Д. Белов, Е.П. Данилов, И.И. Дукур. – М.: Изд-во «Колос», 2000. – 302 с.
3. Васильев, Д.А. Чума собак [Текст] / Д.А. Васильев. – Ульяновск, 1997. – 52 с.
4. Груздев, К.Н. Чума плотоядных [Текст] / К.Н. Груздев, А.В. Селиванов. – М.: Агропромиздат, 1996. – 35 с.
5. Защита животных против чумы плотоядных и рассмотрение новых подходов к решению данной проблемы [Текст] / К.Е. Гаврилов, А.Д. Середина, А.Д. Васильев, В.В. Макаров, В.И. Уласов // Вопросы микробиологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы: сборник научных работ. – Ульяновск, 1998. – С. 156–163.
6. Игнатов, П.Е. Очерки об инфекционных болезнях собак [Текст] / П.Е. Игнатов. – М., 1995. – 63 с.
7. Игнатов, П.Е. Чума плотоядных. Новый взгляд на проблему [Текст] / П.Е. Игнатов // Ветеринария. – 1995. – №2. – С. 45–49.
8. Лазовская, З.Г. Диагностика чумы плотоядных [Текст] / А.Л. Лазовская, З. Г. Воробьева // Ветеринария. – 1994. – № 2. – С. 53–54.
9. Ниманд, Х. Г. Болезни собак. Практическое руководство для ветеринарных врачей [Текст] / Х. Г. Ниманд, П.Ф. Сутер. – 8 изд., перев.с нем. – М.: Аквариум, 1998. – 816 с.
10. Horst, J. C. (1975). Diseases of Dogs Pergamon Press, N. Y. pp. 457–463.
11. Siegle G., Hallauer C., Naval A. Parvoviruses as contaminants of permanent human cell lines. 1. Physicochemical properties of the isolate viruses. -Arch. Ges. Virusforsch. 1971. - v. 35. - P. 91–93.
12. Symposium on immunity to selected canine infectious disease // J. Amer. Vpt. Med. Assoc. 1970. - № 12. - P. 1661–1806.

Reference

1. Afanas'ev, E. P. Parvovirusnyj jenterit sobak [Tekst] / E. P. Afanas'ev, G. G. Loginov // Veterinariya. - 2013. - № 5. - S. 64–67.
2. Belov, A. D. Bolezni sobak [Tekst] / A. D. Belov, E. P. Danilov, I. I. Dukur. - M.: Izd-vo "Kolos", 2000. - 302 s.
3. Vasil'ev, D. A. Chuma sobak [Tekst] / D. A. Vasil'ev. - Ul'yanovsk, 1997. - 52 s.
4. Gruzdev, K. N. Chuma plotoyadnyh [Tekst] / K. N. Gruzdev, A. V. Selivanov. - M.: Agropromizdat, 1996. - 35 s.
5. Zashchita zhivotnyh protiv chumy plotoyadnyh i rassmotrenie novyh podkhodov k resheniyu dannoj problemy [Tekst] / K. E. Gavrilov, A. D. Sereda, A. D. Vasil'ev, V. V. Makarov, V. I. Ulasov // Voprosy mikrobiologii, jepizootologii i veterinarno-sanitarnoj jekspertizy: sbornik nauchnyh rabot. - Ul'yanovsk, 1998. - S. 156–163.
6. Ignatov, P. E. Ocherki ob infekcionnyh boleznyah sobak [Tekst] / P. E. Ignatov. - M., 1995. - 63 s.
7. Ignatov, P. E. Chuma plotoyadnyh. Novyj vzglyad na problemu [Tekst] / P. E. Ignatov // Veterinariya. - 1995. - №2. - S. 45–49.
8. Lazovskaya, Z. G. Diagnostika chumy plotoyadnyh [Tekst] / A. L. Lazovskaya, Z. G. Vorob'eva // Veterinariya. - 1994. - № 2. - S. 53–54.

9. Nimand, H. G. Bolezni sobak. Prakticheskoe rukovodstvo dlya veterinarnykh vrachej [Tekst] / H. G. Nimand, P. F. Suter. - 8 izd., perev. s nem. - M.: Akvarium, 1998. - 816 s.
10. Horst, J. C. (1975). Diseases of Dogs Pergamon Press, N. Y. pp. 457-463.
11. Siegle G., Hallauer C., Naval A. Parvoviruses as contaminants of permanent human cell lines. 1. Physicochemical properties of the isolate viruses. - Arch. Ges. Virusforsch. 1971. - v. 35. - P. 91-93.
12. Symposium on immunity to selected canine infectious disease // J. Amer. Vet. Med. Assoc. 1970. - № 12. - P. 1661-1806.

E-mail: davudovaturkan@mail.ru

УДК 639.519:574.24

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ КРЕВЕТОК

USING ABIOTIC FACTORS FOR OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGY OF FRESHWATER SHRIMPS FARMING

И.В. Мельник, кандидат биологических наук, доцент

Е.Г. Васильева, кандидат биологических наук, доцент

I.V. Melnik, E.G. Vasileva

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

Astrakhan State Technical University

В связи с актуальностью вопросов повышения рентабельности производства пресноводной аквакультуры, в статье обсуждается возможность использования модифицирующих абиотических воздействий для оптимизации технологии выращивания пресноводных креветок (*Macrobrachium rosenbergii*, *Macrobrachium nipponense*). Она достижима путем преодоления основных сложностей процессов воспроизводства данных видов. Максимальные потери креветок наблюдаются на ранних стадиях развития, а также обусловлены сложно контролируемыми процессами, связанными с физиологическими и поведенческими особенностями гидробионтов (репродуктивные линьки, внутривидовая конкуренция, каннибализм). В проведенном исследовании рассмотрена возможность применения нескольких управляющих абиотических факторов: температуры воды, электромагнитного поля, биодобавок. Исследованы перспективы их использования на стадиях от эмбриогенеза до икрометания. Приведены данные о влиянии электромагнитных полей (ЭМП) с частотами 5 Гц и 27 ГГц на эмбриогенез пресноводных креветок. Показано влияние ЭМП на размер и выживаемость эмбрионов. Представлены положительные результаты применения биодобавки «Плацента денатурированная эмульгированная» (ПДЭ) для увеличения оплодотворяемости икры, снижения потерь яиц ракообразных и изменения сроков эмбриогенеза. Приведены данные о возможности использования модификаций температурного режима для управления половой структурой креветок и получения преимущественно самцовой, более продуктивной популяции.

In connection with the relevance of issues about increasing the profitability of freshwater aquaculture production, the article discusses the possibility of using modifying abiotic effects to optimize the technology of *Macrobrachium rosenbergii* and *Macrobrachium nipponense* shrimps cultivation. It is achievable by overcoming the main complexities of the reproduction processes of these species. The main shrimp losses are observed in the early stages of development. It also occurs due to the difficulties of controlled processes associated with the behavior of hydrobionts (intraspecific competition, cannibalism). In the conducted research the possibility of using several controlling abiotic factors (temperature, electromagnetic field, application of bioadditives) was considered. The prospects of their use in the stages from embryogenesis to spawning are investigated. Data on the effect of electromagnetic fields (EMF) is presented with frequencies of 5 Hz and 27 GHz on the embryogenesis of freshwater shrimps. The effect of EMF on the size and survival of embryos is shown. Positive results of the application of the "Denatured Emulsified Placenta" (DEP) supplement for increasing fertilization of

eggs, reducing the loss of eggs of crustaceans and changing the timing of embryogenesis. The arguments are given on the possibility of using temperature regime modifications to control the sexual structure of shrimps and to obtain a predominantly male and more productive population.

Ключевые слова: электромагнитное поле, пресноводная креветка, выживаемость, *Macrobrachium rosenbergii*, *Macrobrachium nipponense*, биодобавка.

Key words: electromagnetic field, freshwater shrimp, survival, *Macrobrachium rosenbergii*, *Macrobrachium nipponense*, bioadditive.

Введение. Пресноводные креветки, такие как *Macrobrachium rosenbergii*, *Macrobrachium nipponense* являются привлекательными объектами аквакультуры по причине их питательной ценности и полезности. В последнее время в мировых тенденциях наметился рост их производства в основном за счет искусственного выращивания [6]. Технологии воспроизводства данных объектов достаточно разработаны и постоянно совершенствуются [1, 3]. Однако остаются актуальными вопросы повышения рентабельности таких производств. Наибольшую сложность при этом представляют трудно контролируемые процессы, связанные с физиологическими и поведенческими особенностями гидробионтов (репродуктивные линьки, внутривидовая конкуренция, каннибализм) [7]. Немаловажными остаются задачи повышения выживаемости на личиночных стадиях развития и повышения ростового потенциала гидробионтов [2, 4].

На сегодняшний день перспективным направлением достижения комплексной оптимизации является разработка технологических решений с использованием модификаций условий содержания креветок. При этом, на наш взгляд, необходим подбор оптимальных условий с учетом как абиотических, так и биотических факторов влияния.

Материалы и методы. Рассмотрена возможность применения нескольких управляющих абиотических факторов: температуры, электромагнитного поля, применения биодобавок. Исследован период их использования на стадии эмбриогенеза до икротетания.

Воздействие факторов изучалось независимо друг от друга. Согласно литературным данным и собственным наблюдениям на тестовых объектах, были выдвинуты предположения о получении положительных эффектов (таблица 1).

Таблица 1 – Предполагаемые результаты воздействия физических факторов

Фактор	Ожидаемые результаты		
	Снижение смертности эмбрионов	Повышение оплодотворяемости	Инверсия пола
Абиотические			
Температура	+	+	+
ЭМП	+	+	-
Применение биодобавок	+	+	-

Изучение модифицирующего влияния ЭМП проведено на тест-объекте – пресноводной креветке *Neocaridina denticulate var. red* (икра). Индивидуальное развитие гидробионта схоже с развитием традиционных объектов аквакультуры *M. rosenbergii*, *M. nipponense*. Исследовались следующие показатели: морфометрические параметры икры и потери яиц в процессе эмбриогенеза креветок. Облучение исследуемых организмов проводили с помощью аппарата «Матрикс» (Россия), непрерывно с частотами ЭМП 5 Гц (E=90 В/м, H=1,9 А/м) и 27 ГГц (E=20 В/м, H=6,5 А/м).

Объектом для изучения воздействия биологической добавки ПДЭ (плацента дена-турированная эмульгированная) служили самки гигантской пресноводной креветки *M. rosenbergii*. При равных контролируемых условиях содержания к корму (рубленая сорная

рыба) добавляли ПДЭ в концентрациях 25; 75 и 125 мг/кг. Эксперимент проводили в течение овариального цикла, который заканчивался икрометанием. Контролируемые показатели – оплодотворяемость икры, смертность эмбрионов, продолжительность эмбриогенеза.

Результаты и обсуждение. *Электромагнитное поле.* С помощью периодической обработки ЭМП было достигнуто улучшение показателя выживаемости до 75 (ЭМП 5 Гц) и 84 % (ЭМП 27 ГГц) (таблица 2). Процент выхода личинок, её численность и масса кладки икринок гораздо выше у облучённых креветок (по сравнению с контролем). Облучение как высокочастотным, так и низкочастотным ЭМП приводит к схожим результатам. Также отмечено, что воздействие высокочастотным электромагнитным полем вызывает достоверное увеличение размерно-весовых показателей эмбрионов.

Таблица 2 – Характеристика яиц и эмбрионов креветки *Neocaridina denticulate*

Показатель	Вариант опыта		
	Контроль	ЭМП (5 Гц)	ЭМП (27 ГГц)
Яйцо на начальной стадии дробления			
Масса яйца, г	0,12±0,006	0,12±0,007	0,14±0,005
Размер яйца, мм	0,65±0,007	0,65±0,005	0,68±0,004*
Сухая масса кладки, мг	3,48±0,004	3,49±0,004	3,49±0,006
Сухая масса самки, г	1,62±0,006	1,62±0,005	1,62±0,003
Эмбрион 15-е суток			
Масса эмбриона, г	0,22±0,007	0,22±0,007	0,24±0,002*
Размер эмбриона, мм	0,97±0,006	0,97±0,006	0,99±0,005*
Сухая масса кладки, мг	2,32±0,006	2,32±0,005	2,32±0,006
Сухая масса самки, г	1,63±0,007	1,64±0,006	1,65±0,004
Выклев, %	45±4,2	75±2,6*	84±2,2*

* $p < 0,05$ – различия достоверны, в сравнении с контролем

Применение биодобавок. В результате эксперимента на пресноводных креветках *M. rosenbergii* была установлена зависимость между качественным составом кормов и оплодотворяемостью икры, смертностью эмбрионов в процессе инкубации и продолжительностью эмбриогенеза (рисунки 1, 2).

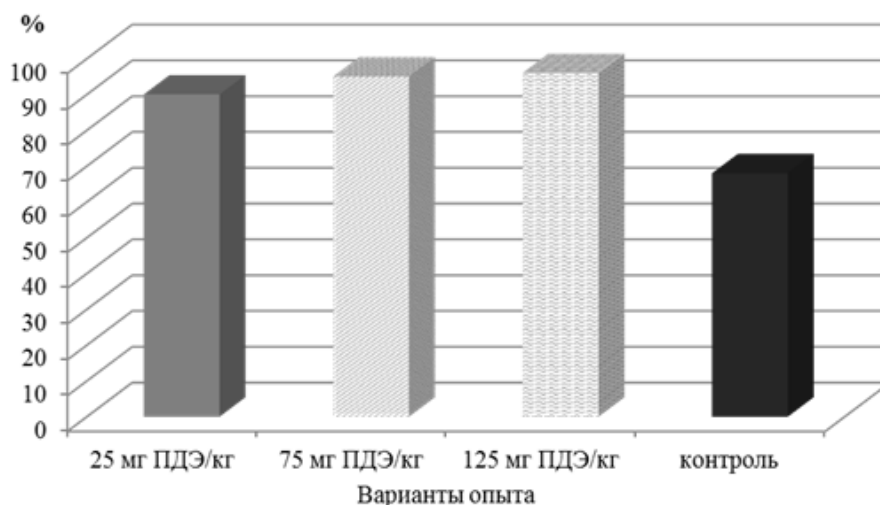
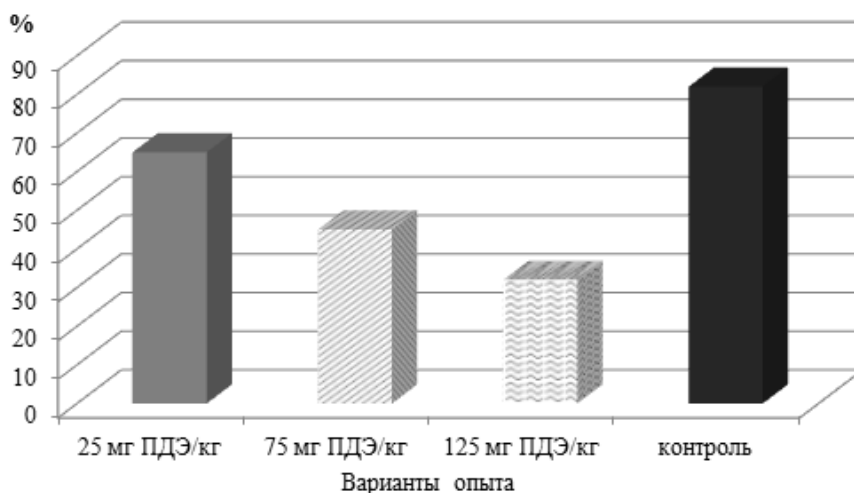


Рисунок 1 – Оплодотворяемость икры самок *M. rosenbergii*

Рисунок 2 – Потеря яиц за период эмбриогенеза *M. rosenbergii*

Оплодотворяемость икры самок гигантской пресноводной креветки была высокой при внесении биодобавки во всех трех вариантах опыта, наибольшая (96 %) отмечена у самок, получавших кормовую смесь с добавлением ПДЭ в количестве 125 мг/кг. В проведенных экспериментах использованы самки средних размеров 100 – 130 мм. Потеря яиц в опытных группах также снизилась при кормлении с применением биодобавки. Наименьшая потеря яиц (32 %) наблюдалась при добавлении в корм ПДЭ также в максимальной концентрации (125 мг/кг). При изменении условий кормления (увеличение концентрации ПДЭ с 25 до 125 мг/кг) отмечено сокращение времени эмбриогенеза с 20 до 15 суток.

Температура. Для тропических видов пресноводных креветок температура воды является важным абиотическим фактором, лимитирующим многие жизненно важные физиологические процессы, в том числе рост и размножение. Наибольший интерес с экономической точки зрения представляет такой показатель, как увеличение выживаемости гидробионтов, что достигается путем поддержания для каждого вида оптимальных температурных условий.

На сегодняшний день доказана экономическая целесообразность выращивания однополый самцовой популяции десятиногих ракообразных, поскольку их продуктивность выше [5, 8, 9]. Урожайность культур увеличивается из-за большей скорости роста самцов по отношению к самкам за счет снижения энерготрат на генеративный рост и репродуктивные линьки. Имеющиеся технологии создания однополый популяции пресноводных креветок трудоемки и в промышленных масштабах нереальны (хирургические манипуляции) или экологически небезопасны (кормосмеси с гормональными добавками). Проведенные нами первые опыты по контролю половой структуры десятиногих ракообразных на ранних стадиях развития посредством температурного фактора дали положительные результаты, что находит подтверждение в некоторых работах [10]. Для получения достоверных результатов необходимо продолжить исследования в данном направлении.

Заключение. По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Использование модифицирующего действия электромагнитного поля позволяет уменьшить потери яиц в процессе онтогенеза пресноводных креветок.
2. Применение биодобавки ПДЭ позволяет повысить оплодотворяемость икры, снизить смертность эмбрионов в процессе инкубации и сократить продолжительность эмбриогенеза.

3. Возможно использование модификаций температурного режима для управления половой структурой популяции креветок.

4. Абиотические факторы, такие как электромагнитное поле, температура воды, применение плаценты денатурированной эмульгированной в качестве кормовой добавки, позволяют оптимизировать технологический процесс культивирования пресноводных креветок.

Библиографический список

1. Ковачева, Н.П. Аквакультура ракообразных отряда *Decapoda*: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* [Текст] / Н.П. Ковачева. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 240 с.
2. Кулеш, В.Ф. Влияние биотических факторов на рост и выживаемость восточной речной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan) в тепловодной аквакультуре [Текст] / В. Ф. Кулеш // Экология. – 2009. – № 6. – С. 429-438.
3. Пономарев, С.В. Марикультура. Культивирование креветок [Текст] : учебное пособие / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. – 72 с.
4. Статкевич, С. В. Некоторые проблемы искусственного воспроизводства личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) [Текст] / С. В. Статкевич // Известия ТИНРО. – 2015. – Том 183. – С. 252-258.
5. Eli D. Toward a sustainable production of genetically improved all-male prawn (*Macrobrachium rosenbergii*): Evaluation of production traits and obtaining neo-females in three Indian strains [Текст] / D. Eli, V.S.N. Dandu Raju, A. Naidu Bommi, T.V. Johny, et al. // Aquaculture. – 2012 – V. 338–341. – P. 197–207.
6. FAO, 2011. Aquaculture production 1950–2011. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (Available at: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>).
7. Karplus I. Social control of growth in *Macrobrachium rosenbergii* (De Man): a review and prospects for future research [Текст] // Aquacult. Research. 2005. V. 36. P. 238– 254.
8. Nair C.M. Economic analysis of monosex culture of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man): a case study [Текст] / C.M. Nair, K.R. Salin, M.S. Raju, M. Sebastian // Aquac. Res. – 2006. – № 37. – P. 949 – 954.
9. Sagi A., Ranan Z., Cohen D., Wax Y. Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex population: yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages [Текст] / A. Sagi, Z. Ranan, D. Cohen, Y. Wax // Aquaculture. — 1986. — № 51. — P. 265—275.
10. Sanchez De Bock M. Sex reversal and growth performance in juvenile females of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae): effect of increasing temperature and androgenic gland extract in the diet [Текст] / M. Sanchez De Bock, L. Susana Lopez Greco // Aquaculture International Journal of the European aquaculture society. – 2010. – № 18. – P. 231–243.

Reference

1. Kovacheva, N. P. Akvakul'tura rakoobraznyh otryada *Decapoda*: kamchatskij krab *Paralithodes camtschaticus* i gigantskaya presnovodnaya krevetka *Macrobrachium rosenbergii* [Текст] / N. P. Kovacheva. - M.: Izd-vo VNIRO, 2008. - 240 s.
2. Kulesh, V. F. Vliyanie bioticheskikh faktorov na rost i vyzhivaemost' vostochnoj rechnoj krevetki *Macrobrachium nipponense* (De Haan) v teplovodnoj akvakul'ture [Текст] / V. F. Kulesh // }kologiya. - 2009. - № 6. - S. 429-438.
3. Ponomarev, S. V. Marikul'tura. Kul'tivirovanie krevetok [Текст] : uchebnoe posobie / S. V. Ponomarev, L. Yu. Lagutkina. - Astrahan': Izd-vo AGTU, 2005. - 72 s.
4. Statkevich, S. V. Nekotorye problemy iskusstvennogo vosproizvodstva lichinok gigantskoj presnovodnoj krevetki *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) [Текст] / S. V. Statkevich // Izvestiya TINRO. - 2015. - Tom 183. - S. 252-258.

5. Eli D. Toward a sustainable production of genetically improved all-male prawn (*Macrobrachium rosenbergii*): Evaluation of production traits and obtaining neo-females in three Indian strains [Текст] / D. Eli, V.S.N. Dandu Raju, A. Naidu Bommi, T.V. Johny, et al. // Aquaculture. – 2012 – V. 338–341. – P. 197–207.
6. FAO, 2011. Aquaculture production 1950–2011. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (Available at: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>).
7. Karplus I. Social control of growth in *Macrobrachium rosenbergii* (De Man): a review and prospects for future research [Текст] // Aquacult. Research. 2005. V. 36. P. 238–254.
8. Nair C.M. Economic analysis of monosex culture of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man): a case study [Текст] / C.M. Nair, K.R. Salin, M.S. Raju, M. Sebastian // Aquac. Res. – 2006. – № 37. – P. 949 – 954.
9. Sagi A., Ranan Z., Cohen D., Wax Y. Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex population: yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages [Текст] / A. Sagi, Z. Ranan, D. Cohen, Y. Wax // Aquaculture. — 1986. — № 51. — P. 265–275.
10. Sanchez De Bock M. Sex reversal and growth performance in juvenile females of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae): effect of increasing temperature and androgenic gland extract in the diet [Текст] / M. Sanchez De Bock, L. Susana Lopez Greco // Aquaculture International Journal of the European aquaculture society. – 2010. – № 18. – P. 231–243.

E-mail: irina-1melnik@mail.ru

УДК 631.93:631.11

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

AGROFORESTRY MELIORATIVE SYSTEMS AS BASIS OF AGRICULTURE DEVELOPMENT

А.М. Пугачёва, кандидат сельскохозяйственных наук

A.M. Pugacheva

Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград

Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences

Впервые на примере Волгоградской области проведен анализ структуры пашни в наиболее дефляционно опасный период для южных регионов Российской Федерации. Рассмотрено соотношение “занятых” и “свободных” от посевов площадей. По полученным данным, 67 % пашни региона является в этот период “свободной” и как следствие наиболее подверженной дефляции. “Занятая” территория распределена между залежами – 21 % и посевами озимой пшеницы – 12 %. Защитные лесные насаждения (ЗЛН), являясь эффективным средством защиты земель от ветровой эрозии, характеризуются в данной работе показателями фактической лесистости. Статистическая обработка данных выявила корреляционную зависимость между показателями средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по регионам Южного Федерального округа (ЮФО) и лесистостью их территорий, что свидетельствует о наличии линейной связи между значениями. Анализ средней урожайности зерновых и зернобобовых культур за двадцатилетний период Волгоградской области выявил самый низкий ее показатель среди регионов ЮФО – 15,6 ц/га, а прогнозный расчет до 2025 года показал, что низкий уровень сохранится в перспективе и составит 24,5 ц/га. Механизмом его регулирования может служить создание дополнительных объемов ЗЛН, представленных в работе, что увеличит показатель лесистости. Ее уровень приблизится к оптимальным значениям, это положительно повлияет на результаты функционирования АПК регионов. Создание дополнительных 1156,9 тыс. га насаждений, суммарно по округу, позволит по предварительному расчету получить дополнительно 11,5 млн тонн сельскохозяйственной продукции (в зерновом эквиваленте).

For the first time, the analysis of the structure of arable land in the most deflationally dangerous period for the southern regions of the Russian Federation was carried out on the example of the Volgograd Region. The ratio of "occupied" and "free" from crop areas is considered. According to the data received, 67% of the region's arable land is "free" during this period and as a result of the most vulnerable deflation. The "occupied" territory is distributed between deposits - 21% and winter wheat crops - 12%. Protective forest plantations (ZLN), being an effective means of protecting lands from wind erosion, are characterized in this work by indicators of actual woodedness. Statistical processing of the data revealed a correlation between the indicators of the average yield of cereals and leguminous crops in the regions of the Southern Federal District (SFD) and the woodedness of their territories, which indicates a linear relationship between the values. Analysis of the average yield of grain and leguminous crops over the twenty-year period of the Volgograd region revealed its lowest rate among the regions of the Southern Federal District - 15.6 centner / hectare, and the forecasted calculation to 2025 showed that the low level will continue in the future and amount to 24.5 centners / ha. The mechanism of its regulation can be the creation of additional volumes of ZLN presented in the work, which will increase the indicator of forest cover. Its level will approach the optimal values, this will positively affect the results of the functioning of the agro-industrial complex of the regions. The creation of an additional 1156.9 thousand hectares of plantation, in total by the district, will allow to receive an additional 11.5 million tons of agricultural products (in grain equivalent).

Ключевые слова: агролесомелиоративные системы, защитные лесные насаждения, лесистость, структура посевных площадей, структура пашни, дефляционная опасность территорий, пыльные бури, урожайность, сельскохозяйственные культуры, пар, залежные земли.

Key words: agroforestry and melioration systems, protective forest plantations, forest cover, structure of cultivated areas, arable structure, deflation risk of territories, dust storms, yield, agricultural crops, steam, fallow lands.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ
в рамках научного проекта № 18-016-00165 “Геоинформационные технологии
прогнозирования состояния и управления агролесосистемами”**

Введение. Обустройство сельскохозяйственных угодий средствами агролесомелиорации характеризуется разграничением пашни полезащитными насаждениями, что создает баланс между нагрузкой на агроэкосистемы аграрной деятельностью и мелиоративными мероприятиями по их восстановлению с помощью защитных лесных насаждений, создавая условия для стабильного сельскохозяйственного производства и как следствие устойчивого развития агропромышленного комплекса на микро- и макрорегиональном уровнях.

Агролесомелиорация, оптимизируя гидротермический режим, стимулируя процессы почвообразования и положительно влияя на множество показателей агросферы, обладает долговременным мелиоративным влиянием на прилегающие территории, управляет ресурсным потенциалом лесоаграрных ландшафтов.

Преимущество совместного влияния системы посадок, по сравнению с одиночными полосами, было отмечено еще в начале XX века создателем теории лесоводства профессором Г.Ф. Морозовым [8]. На основе многолетнего практического опыта он заявил о «тройном» положительном влиянии лесных защитных насаждений на прилегающие территории: 1) как фактор формирования мощного снежного покрова на полях; 2) как мера сбережения влаги через ослабление ветра; 3) как фактор, снижающий влияние суховея, вследствие чего растениями через понижение транспирации более эффективно используется влага. Агролесомелиоративная наука, решая вопросы мелиорации земель сельскохозяйственного назначения с помощью защитных лесных насаждений, также рассматривает их как системы локальных и региональных уровней. Накопленный научный опыт предполагает ввод новых понятий, характеризующих уровень современного состояния и дальнейшего разви-

тия этого научного направления. Речь идет об агролесомелиоративных системах как основных базовых структурах земель сельскохозяйственного назначения. По определению ряда авторов, агролесомелиоративные системы – это модификации сельскохозяйственных систем, формирующиеся и функционирующие под влиянием систем защитных лесных насаждений, которые обладают стабилизирующим биогеофизическим воздействием на окружающее пространство, способствуют восстановлению деградирующих компонентов земель сельскохозяйственного назначения, являются основой адаптивной организации агропроизводства и землепользования, а также сохраняют биологическое разнообразие агро-территорий [5].

По данным Гордеева А.В. с соавторами, в настоящее время в России свыше 2 тыс. хозяйств имеют завершенные системы защитных лесных насаждений, которые создают стабильную агроэкологическую обстановку, способствуют повышению продуктивности угодий и улучшают социальные условия населения [10]. Но разрозненно расположенные насаждения остаются в преимуществе. Разработанная специалистами ФНЦ агроэкологии РАН «Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области до 2025 года» рассматривает целесообразность и преимущество создания единой системы ЗЛН регионального уровня и может быть взята за основу для разработки подобных программ в других регионах Российской Федерации [17].

Характерной особенностью современного аграрного производства в России является расчленение сельскохозяйственных угодий на крупные или мелкие индивидуальные хозяйства, их размещение без учета принципов адаптивно-ландшафтного обустройства территорий, а также недостаточные объемы существующих защитных насаждений. Эти факторы способствуют нарушению структуры почвенного покрова, приводят к потере плодородия почв, развитию процессов деградации и, в конечном итоге, недополучению сельскохозяйственной продукции. Одним из основных видов деградации земель является ветровая эрозия почв, которая влияет на 95 % сельскохозяйственных угодий (в том числе пашни) регионов ЮФО. Это происходит в результате последствий экстенсивного земледелия прошлого и интенсивного развития сельского хозяйства настоящего времени, что способствует увеличению доли дефлированных земель и темпов их прироста достигающих 6-7 % каждые 5 лет, то есть до 1,5 млн га в год в масштабах страны [10].

Особую значимость защитные лесные насаждения приобретают в южных регионах, наиболее подверженных дефляции, с почвами преимущественно легкого гранулометрического состава [14]. Эти области являются ведущими в решении вопроса продовольственной безопасности Российской Федерации, наряду с этим, для них характерны нестабильные погодно-климатические условия и проявление опасных природных явлений, таких как пыльные бури, возникающие периодически катастрофических масштабов. Последняя пыльная буря наблюдалась в южных регионах Российской Федерации в конце марта 2015 года, аналога которой не было 30 лет. Она затронула Волгоградскую, Астраханскую области, восточную часть Ростовского региона и Республику Калмыкия. В Астраханской области (Харабалинский район) сумма ущерба составила 24 млн руб, в Калмыкии по трем районам – 0,7 млн руб. [6]. В Волгоградской области скомпонованный ущерб оценен в 24,5 млрд рублей, площадь охвата – 330 тыс. га [12].

По мнению Сажина А.Н. с соавторами, наиболее сильные и разрушительные пыльные бури в южнорусских степях, включая Нижнее Поволжье, бывают в конце зимы и в ранневесенний период. Волгоградская область, в силу своего географического положения, попадает под активное взаимодействие воздушных масс различного географического типа: арктического, полярного и тропического воздуха [14]. Степень воздействия воздушного потока на подстилающую поверхность, разрушение почвенного покрова и активный перенос эолового материала особенно интенсивно проявляется при открытых ветроэнергетических ресурсах, которыми являются свободные от посевов площади пашни.

Усилению дефляционных процессов способствует нерациональная хозяйственная деятельность, схемы применяемых севооборотов, способы обработки почвы, отсутствие достаточных объемов защитных лесных насаждений, старение и распад существующих. Множество современных исследований осуществляют поиск решений по отдельным актуальным вопросам. Сарычевым А.Н. изучается влияние приемов обработки почвы на уплотнение почвогрунтов, что сказывается на дефлированности почв [15]. Почвозащитную эффективность севооборотов в районах проявления пыльных бурь изучает Волошенкова Т.В. [2, 3]. Установлены научно обоснованные нормы расстояний между лесными полосами на пашне, соблюдение которых способствует повышению урожайности зерновых культур на 18-23 %, технических – на 20-26 %, кормовых – на 29-41 % [18].

Но изучение структуры пашни по ее занятости в наиболее дефляционно опасный период, ранее не являлось предметом специальных исследований.

Целью данной работы является анализ структуры пашни на примере Волгоградской области, на предмет соотношения «занятых» и «свободных» от посевов площадей как наиболее подверженных ветровой эрозии. Рассматривается фактическая и перспективная лесистость территорий как средство защиты сельскохозяйственных угодий от дефляционных процессов. Проводится анализ взаимозависимости лесистости и урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых на богаре.

Материалы и методы. Деление территории Российской Федерации на округа предполагает систематизацию статистической отчетности расположенных рядом административных единиц с целью анализа их функционирования в масштабах страны. Это деление не является постоянным, а претерпевает периодические изменения. Например, Южный Федеральный округ (ЮФО) в XXI веке дважды трансформировал состав входящих в него регионов, что сказалось на ранжировании результатов в общегосударственном масштабе. В данной работе ЮФО рассматривается с 6 территориальными единицами в составе, соответствующая данным 2015 года. Этот округ представляет интерес, с одной стороны, как лидер Российской Федерации по производству сельскохозяйственной продукции, с другой, – как группировка географически сложных, подверженных ветровой эрозии южных регионов. Волгоградская область, являясь одним из крупных аграрных регионов, отличается резко континентальным климатом, контрастными погодными условиями, что сказывается, в первую очередь, на средней урожайности культур, выращиваемых на богаре. В регионе выражена широтная зональность, в его состав входят две природные зоны (степная и полупустынная) и четыре подзоны [13]. Протяженность области более чем на 400 км как в широтном, так и в меридиональном направлении объясняет различие почвенно-климатических условий ее северных и южных районов.

Выбор для анализа урожайности культур богарного земледелия зерновых и зернобобовых, связано с тем, что они в процессе выращивания находятся под влиянием только природно-климатических факторов. Для расчета свободной и занятой площадей пашни использовались данные статистики за 1995-2015 гг.: площадь пашни, посевная площадь, площади, занятые сельскохозяйственными культурами. В разность между пашней и посевными площадями включены пары и залежные земли (расчетные показатели).

Цифровой материал подвергался статистической обработке в программе Excel (2010).

Результаты и обсуждение. Размещаясь на юге европейской части Российской Федерации, ЮФО составляет по площади чуть больше 2,5 % ее территории, но за счет высокого биоклиматического потенциала входящих в него регионов он занимает лидирующие позиции в Российской Федерации по валовому сбору сельскохозяйственной продукции.

Неизменными региональными лидерами не только в округе, но и в масштабе страны являются Краснодарский край и Ростовская область. В таблице 1 представлены данные по земельным ресурсам, входящим в ЮФО регионов, из которых следует, что по общей земельной площади, площади сельскохозяйственных угодий лидирует Волгоградская область, уступая Ростовской лишь в площади пашни.

Таблица 1 – Характеристика земельных ресурсов регионов
Южного Федерального округа (по данным Росстата, 2015 год)

Регионы	Общая земельная площадь, тыс. га	Площадь с.-х. угодий, % (от общей)	Площадь пашни, % (от общей)
Республика Адыгея	779,2	46,2	32,9
Республика Калмыкия	7473,1	84,5	8,9
Краснодарский край	7548,5	62,4	52,2
Астраханская область	4902,4	66,4	4,8
Волгоградская область	11287,7	77,6	49,9
Ростовская область	10096,7	84,3	56,5

Несмотря на преимущества по земельным ресурсам, по производству валового продукта Волгоградская область, не является передовой. С чем связано недополучение продукции растениеводства в этом крупном аграрном регионе? Резко континентальный климат, скачкообразные условия влагообеспеченности, периодически возникающие катастрофические природные явления – засухи, пыльные бури, не гарантируют получение стабильных и высоких урожаев даже по такой страховой культуре как озимая пшеница, занявшая прочные позиции в севооборотах области [1, 9]. Рассматриваемая доля ее участия в посевах зерновых культур региона – 50 % [11]. Многолетний анализ средней урожайности зерновых и зернобобовых культур показал, что ее максимальный показатель не превышал 24,6 ц/га, что связано с наличием контрастов в почвенных и погодных условиях по районам региона. На рисунке 1 представлена средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур за 20-ти летний период, которая показывает, что Волгоградская область среди регионов округа имеет самый низкий показатель.

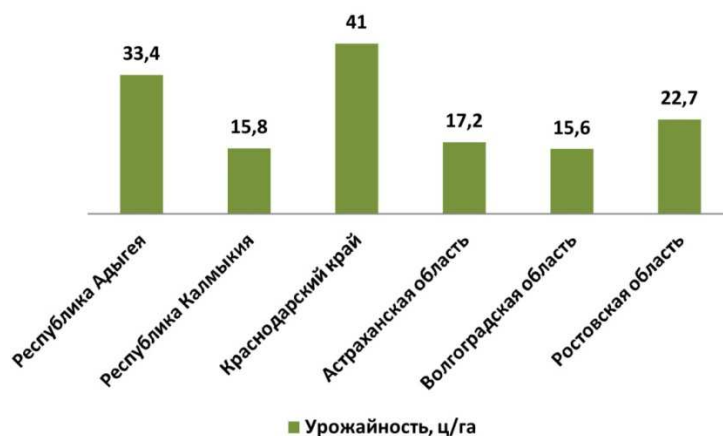


Рисунок 1 – Среднестатистическая урожайность зерновых и зернобобовых культур по регионам ЮФО за 1995-2015 гг. (ц/га)

Варьирование показателя по годам связано с нестабильными ежегодными условиями влагообеспеченности, с деградацией агроландшафтов, с природными катастрофами, а низкие средние значения даже в самые благоприятные по природно-климатическим условиям годы объясняются контрастными почвенно-климатическими условиями северных и южных районов региона (рисунок 2). Это, в конечном итоге, приводит к низким средним

значениям, которые не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к районированным сортам, используемым в сельскохозяйственном производстве. Тренд урожайности за 20-ти летний период свидетельствует о некотором увеличении значения, но прогнозный расчет на перспективный период до 2025 года, показал, что уровень урожайности будет оставаться низким и не превысит 24,5 ц/га. Данный сценарий требует поиска механизмов регулирования данного показателя.

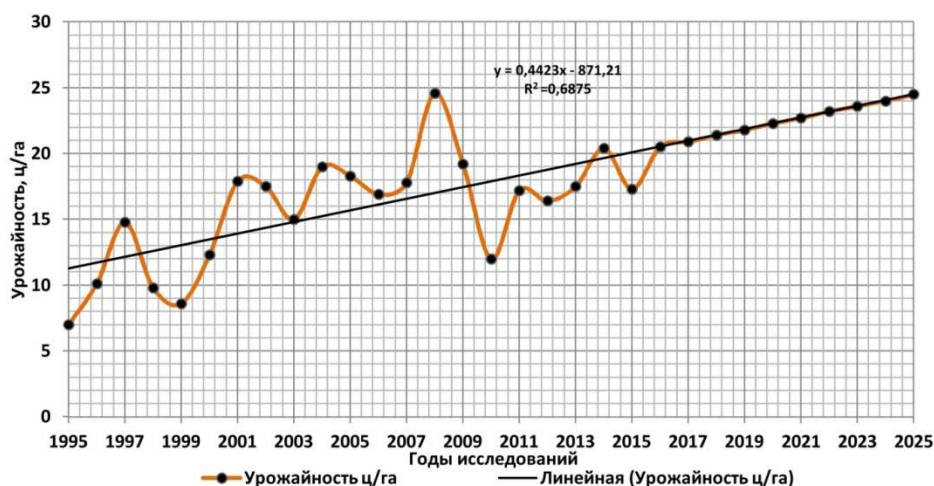


Рисунок 2 – Анализ средней фактической (1995-2015 гг.) и прогнозной (2016-2025 гг.) урожайности зерновых и зернобобовых культур в Волгоградской области, тренд фактической средней урожайности

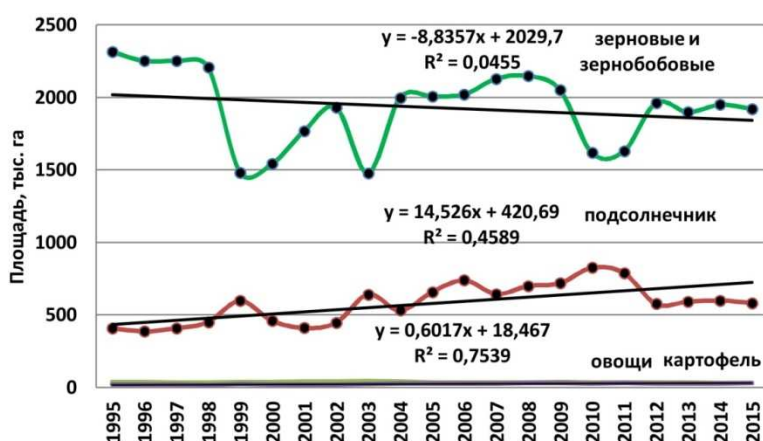


Рисунок 3 – Динамика посевных площадей и их тренды в Волгоградской области по основным возделываемым культурам, тыс. га (по данным Росстата за 1995-2015 гг.)

Анализ структуры посевных площадей региона за длительный период (рисунок 3) свидетельствует о стабильном их распределении по приоритетным культурам, с небольшими колебаниями. Определяющими являются зерновые и зернобобовые культуры. Наблюдаемые пики снижения размеров занимаемых ими площадей в 1999, 2000, 2003 и в 2010-2011 гг. носили временный характер, связанный с климатическими и социально-экономическими условиями. По проведенному анализу зерновые и зернобобовые культуры занимают до 69 % площади от посевной региона, не опускаясь ниже 50 %. Несмотря на намеченный тренд снижения площадей под этими культурами, их позиция

остается передовой. Тренд второй по занимаемым площадям культуры – подсолнечника – показывает напротив увеличение посевных площадей, что связано с конъюнктурой рынка и современными потребностями в этой культуре как внутреннего, так и внешнего потребителей. Доля ее площадей увеличилась за двадцатилетний период с 10 до 20 %. Участие картофеля и овощных культур не превышает в структуре 1 %.

Многолетний анализ структуры посевных площадей характеризует специализацию региона по возделываемым культурам и перспективные изменения.

Внедренная в регионе структура предполагает интенсивное дефляционное воздействие на пашню в ранневесенний период (март). По проведенным расчётам (данные 2015 года) 67 % площади пашни области является незанятой, то есть «свободной» от растений, следовательно, более дефляционно опасной (рисунок 4). В эту долю включены: пар, площади под яровыми зерновыми, зернобобовыми, подсолнечником, овощными и картофелем. Это связано с тем, что посевные работы по культурам, возделываемым на этой площади, проводятся в более поздний весенний период.

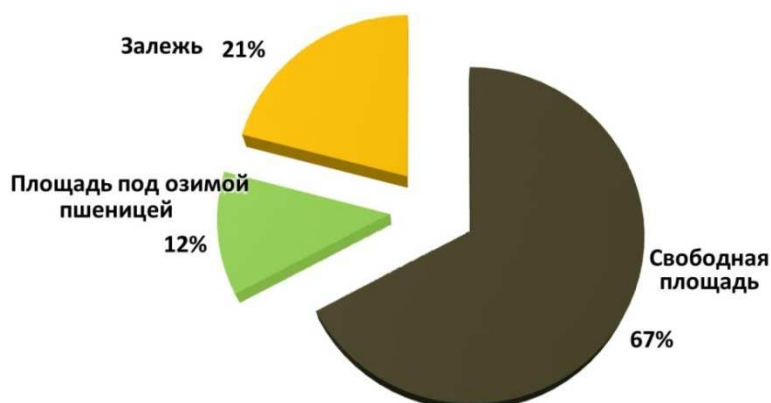


Рисунок 4 – Диаграмма соотношений «занятых» и «свободных» площадей пашни Волгоградской области в ранневесенний период (2015 год, %)

Так как официальные данные в земельной статистике по объему парующейся пашни отсутствуют, применяемые нами расчеты базировались на данные, из которых следует, что доля паров составляет в настоящее время 30 % от посевной площади региона или 896,4 тыс. га [11]. По внедренной в регионе системе сухого земледелия и применяемой по настоящее время, установлены оптимальные объемы участия пара в севооборотах, из которых следует, что существующие объемы паров в структуре посевных площадей области, соответствуют оптимуму.

С середины XX века в Волгоградской области резко увеличились площади земель, выведенных из сельскохозяйственного использования. По данным Литвина Л.Ф. с соавторами, убыль обрабатываемой пашни с 1980 года до 2012-2014 гг. составила 44,6 % [4]. По расчетам Смелянского И.Э., Волгоградская область стоит на первом месте среди регионов России по объему залежных земель [16]. Проведенный нами расчет площадей залежных земель региона на 2015 год свидетельствует о наличии 21 % площади пашни, занятой по-стагрогенными фитоценозами. Часть площади под зерновыми и зернобобовыми культурами – занята озимой пшеницей, что составляет 12 % от пашни.

Одним из основных факторов многофункционального воздействия на прилегающие территории, в частности, как средство сдерживающие интенсивность дефляционных процессов являются защитные лесные насаждения. Лесистость, выраженная в процентах, ха-

рактирует объемы естественных и искусственных лесов на территории региона, является одним из показателей сбалансированных агроландшафтов. Проведенные многолетние статистические исследования по выявлению связи между урожайностью зерновых и зернобобовых культур (в весе после переработки, ц/га) и лесистостью их территорий по регионам ЮФО определили корреляционную зависимость между показателями, что свидетельствует о наличии линейной связи между значениями.

По данным «Стратегии защитного лесоразведения Российской Федерации», в настоящее время лесистость в 3-6 раз меньше научно обоснованных норм. Площадь имеющихся искусственных ЗЛН разного назначения составляет лишь 1,3 % аграрной территории РФ (204,5 млн га) [18, с. 7]. Для защиты сельскохозяйственных угодий и снижению пагубного влияния дефляционных процессов необходимо создание дополнительных объемов искусственных защитных насаждений представленных в таблице 2, рассчитанных по потребностям отдельных регионов [19]. В случае реализации данных объемов показатель лесистости приблизится к оптимальным значениям, и будет оказывать стабилизирующее влияние на прилегающие территории, в том числе снижением дефляции.

Таблица 2 – Фактические и перспективные объемы ЗЛН по регионам ЮФО, тыс. га

Регион	Фактическая площадь занятой ЗЛН	Фактическая лесистость территорий, %	Планируемые дополнительные объемы	Перспективная лесистость, %
Республика Адыгея	286	36,8	2,6	37,0
Республика Калмыкия	17	0,2	375,7	5,2
Краснодарский край	1525	20,2	34,9	20,6
Астраханская область	96	1,9	238,9	6,8
Волгоградская область	481	4,3	347,2	7,3
Ростовская область	247	2,4	157,6	4

По предварительному расчету при условии создания дополнительных 1156,9 тыс. га насаждений суммарно на округ, будет добавочно получено 11,5 млн тонн сельскохозяйственной продукции (в зерновом эквиваленте).

В разработанной региональной программе защитного лесоразведения Волгоградской области проведена оценка общего объема финансирования, необходимого для создания единой региональной системы ЗЛН, и распределено долевое участие бюджета в финансировании агролесомелиоративных мероприятий, которая может стать моделью для аналогичных расчетов [7]. Большая доля до 56 % принадлежит региональному бюджету как стороне непосредственно заинтересованной в конечном результате, доля внебюджетных источников составляет 16 %, федерального бюджета – 28 %. Агролесомелиоративные системы региональных уровней будут представлять эталонные объекты ландшафтов, позволяющие стабилизировать экологическое состояние территорий регионов, что позволит им быть максимально устойчивыми к природным стрессам и антропогенному воздействию.

Заключение. Анализ средней урожайности Волгоградской области по зерновым и зернобобовым культурам свидетельствуют о низких средних значениях среди регионов ЮФО – 15,6 ц/га, а прогнозный расчет до 2025 года показал, что низкий уровень сохранится в перспективе и не превысит 24,5 ц/га. Механизмом регулирования данного показателя в работе является создание дополнительных объемов защитных насаждений.

На примере Волгоградской области рассмотрено соотношение занятых и свободных площадей пашни ранней весной, наиболее дефляционно опасного периода. По полученным данным 67 % территории является «свободной» и, следовательно, наиболее подверженной ветровой эрозии, остальная часть площади занята постагроденными фитоценозами – 21 % и посевами озимой пшеницы – 12 %.

Защитные лесные насаждения, являясь эффективным средством защиты пашни от дефляционных процессов, характеризуются в данной работе показателями существующей лесистости регионов ЮФО. Объемы имеющихся насаждений не соответствуют в настоящее время обоснованным нормам, в связи с этим, представлены необходимые дополнительные объемы их создания. По результатам статистической обработки данных выявлена корреляционная зависимость между показателями средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по регионам ЮФО и лесистостью их территорий, что свидетельствует о наличии линейной связи между значениями.

При реализации необходимых дополнительных объемов по созданию защитных лесных насаждений, представленных в работе, уровень лесистости приблизится к оптимальным значениям, что положительно скажется на результатах функционирования АПК регионов. По предварительному расчету создание дополнительных, суммарно по округу, 1156,9 тыс. га насаждений будет способствовать получению 11,5 млн тонн дополнительной сельскохозяйственной продукции (в зерновом эквиваленте).

Библиографический список

1. Беляков, А.М. АПК Волгоградской области: история, состояние и перспективы [Текст] / А.М. Беляков, А.М. Пугачёва // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – №2 (6). – С. 149-155.
2. Волошенкова, Т.В. Инновационные технологии адаптации севооборотов в районах проявления пыльных бурь [Текст] / Т.В. Волошенкова, Н.Н. Овечко // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 67. – С. 280-283.
3. Волошенкова, Т.В. Оценка почвозащитной эффективности севооборотов [Текст] / Т.В. Волошенкова, Н.Н. Овечко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – №6. – С. 19-20.
4. География динамики земледельческой эрозии почв на европейской территории России [Текст] / Л.Ф. Литвин, З.П. Кирюхина, С.Ф. Краснов, Н.Г. Добровольская // Почвоведение. – 2017. – №11. – С. 1390-1400.
5. Кулик, К.Н. Мифы и реалии агролесомелиоративной угрозы степям России [Текст] / К.Н. Кулик, А.С. Рулев, Ю.И. Васильев // Перспективы и проблемы развития сельскохозяйственной науки и производства в рамках требований ВТО: Межд. конф. – М., 2013. – С. 18-21.
6. Кулик, К.Н. Пыльные бури на Нижней Волге весной 2015 года [Текст] / К.Н. Кулик, Н.Н. Дубенок // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 1. – С. 4-7.
7. Кулик, К.Н. Лесомелиорация – основа создания устойчивых агроландшафтов в условиях недостаточного увлажнения [Текст] / К.Н. Кулик, А.М. Пугачёва // Лесотехнический журнал. – 2016. – Т. 6, № 3 (23). – С. 29-40.
8. Морозов, Г.Ф. К вопросу о влиянии защитных лесных полос (ответ г-ну Ротмистрову) [Текст] / Г.Ф. Морозов // Журнал опытной агрономии. – 1904. – Т. V. – С. 169-170.
9. Пугачёва, А.М. Влияние предшественников и удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы в полупустынной зоне Волгоградской области [Текст]: автореф. дис... канд. с.-х. наук / А.М. Пугачёва. – Астрахань, 2008. – 22 с.
10. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России [Текст] // Ред. А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 68 с.
11. Рулев, А.С. Состояние и перспективы производства зерна в Волгоградской области [Текст] / А.С. Рулев, А.М. Беляков // Научная жизнь. – 2016. – №10. – С. 20-26.
12. Рулев, А.С. Исследование проявления дефляции почв в условиях Волгоградской области [Текст] / А.С. Рулев, А.М. Беляков, А.Н. Сарычев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №2 (42). – С. 1-7.
13. Рябина, Н.О. Сохранение эталонных степных экосистем и ландшафтов Волгоградской области [Текст] / Н.О. Рябина // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2011. – №1 (18). – С. 231-238.

14. Сажин, А.Н. Погода и климат Волгоградской области. [Текст] / А.Н. Сажин, К.Н. Кулик, Ю.И. Васильев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. – 334 с.
15. Сарычев, А.Н. Оценка технологий обработки светло-каштановой почвы в условиях агролесомелиорации [Текст] / А.Н. Сарычев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. – №6. – С. 37-46.
16. Смелянский, И.Э. Сколько в степном регионе России залежей [Текст] / И.Э. Смелянский // Степной бюллетень. – 2012. – № 36. – С. 4-7.
17. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года [Текст] / К.Н. Кулик [и др.]. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. – 39 с.
18. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года [Текст] / К.Н. Кулик [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. – 36 с.
19. Федеральная программа развития агролесомелиоративных работ в России [Текст] / Разработана в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации №ВМ-П-42-31 от 28.09.1992 г. – Волгоград: Печатно-множительный участок ВНИАЛМИ, 1995. – 245 с.

Reference

1. Belyakov, A. M. APK Volgogradskoj oblasti: istoriya, sostoyanie i perspektivy [Tekst] / A. M. Belyakov, A. M. Pugachjova // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. - 2016. - №2 (6). - S. 149-155.
2. Voloshenkova, T. V. Innovacionnye tehnologii adaptacii sevooborotov v rajonah proyavleniya pyl'nyh bur' [Tekst] / T. V. Voloshenkova, N. N. Ovechko // Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra RAN. - 2016. - № 67. - S. 280-283.
3. Voloshenkova, T. V. Ocenka pochvozaschitnoj jffektivnosti sevooborotov [Tekst] / T. V. Voloshenkova, N. N. Ovechko // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2015. - №6. - S. 19-20.
4. Geografiya dinamiki zemledel'cheskoj jerozii pochv na evropejskoj territorii Rossii [Tekst] / L. F. Litvin, Z. P. Kiryuhina, S. F. Krasnov, N. G. Dobrovol'skaya // Pochvovedenie. - 2017. - №11. - S. 1390-1400.
5. Kulik, K. N. Mify i realii agrolesomeliorativnoj ugrozy stepyam Rossii [Tekst] K. N. Kulik, A. S. Rulev, Yu. I. Vasil'ev // Perspektivy i problemy razvitiya sel'skohozyajstvennoj nauki i proizvodstva v ramkah trebovanij VTO: Mezhd. konf. - M., 2013. - S. 18-21.
6. Kulik, K. N. Pyl'nye buri na Nizhnej Volge vesnoj 2015 goda [Tekst] / K. N. Kulik, N. N. Dubenok // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2016. - № 1. - S. 4-7.
7. Kulik, K. N. Lesomelioraciya - osnova sozdaniya ustojchivyh agrolandshaftov v usloviyah nedostatochnogo uvlazhneniya [Tekst] / K. N. Kulik, A. M. Pugachjova // Lesotekhnicheskij zhurnal. - 2016. - T. 6, № 3 (23). - S. 29-40.
8. Morozov, G. F. K voprosu o vliyanii zaschitnyh lesnyh polos (otvet g-nu Rotmistrovu) [Tekst] / G. F. Morozov // Zhurnal opytnoj agronomii. - 1904. - T. V. - S. 169-170.
9. Pugachjova, A. M. Vliyanie predshestvennikov i udobrenij na urozhajnost' sortov ozimoj pshenicy v polupustynnoj zone Volgogradskoj oblasti [Tekst]: avtoref. dis... kand. s. -- h. nauk / A. M. Pugachjova. - Astrahan', 2008. - 22 s.
10. Problemy degradacii i vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya v Rossii [Tekst] / Red. A. V. Gordeeva, G. A. Romanenko. - M.: Rosinformagroteh, 2008. - 68 s.
11. Rulev, A. S. Sostoyanie i perspektivy proizvodstva zerna v Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. S. Rulev, A. M. Belyakov // Nauchnaya zhizn'. - 2016. - №10. - S. 20-26.
12. Rulev, A. S. Issledovanie proyavleniya deflyacii pochv v usloviyah Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. S. Rulev, A. M. Belyakov, A. N. Sarychev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №2 (42). - S. 1-7.
13. Ryabinina, N. O. Sohranenie etalonnyh stepnyh jekosistem i landshaftov Volgogradskoj oblasti [Tekst] / N. O. Ryabinina // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Jekonomika. Jekologiya. - 2011. - №1 (18). - S. 231-238.
14. Sazhin, A. N. Pogoda i klimat Volgogradskoj oblasti. [Tekst] / A. N. Sazhin, K. N. Kulik, Yu. I. Vasil'ev. - Izd. 2-e, pererab. i dop. - Volgograd: FNC agrojekologii RAN, 2017. - 334 s.

15. Sarychev, A. N. Ocenka tehnologij obrabotki svetlo-kashtanovoj pochvy v usloviyah agrolesomelioracii [Tekst]/ A. N. Sarychev // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2015. - №6. - S. 37-46.

16. Smelyanskij, I. Je. Skol'ko v stepnom regione Rossii zalezhej [Tekst] /I. }. Smelyanskij // Stepnoj byulleten'. - 2012. - № 36. - S. 4-7.

17. Strategiya razvitiya zaschitnogo lesorazvedeniya v Volgogradskoj oblasti na period do 2025 goda [Tekst]/ K. N. Kulik [i dr.]. - Volgograd: FNC agrojekologii RAN, 2017. - 39 s.

18. Strategiya razvitiya zaschitnogo lesorazvedeniya v Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda [Tekst]/ K. N. Kulik [i dr.]. - Volgograd: VNIALMI, 2014. - 36 s.

19. Federal'naya programma razvitiya agrolesomeliorativnyh rabot v Rossii [Tekst]/ Razrabotana v sootvetstvii s porucheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii №VM-P-42-31 ot 28.09.1992 g. - Volgograd: Pечатno-mnozhitel'nyj uchastok VNIALMI, 1995. - 245 s.

E-mail: nir-1@mail.ru

УДК 636.5.034

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАЦИОНАХ КУР-НЕСУШЕК КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «НУТОВИТ»

USE OF ANIMAL FEED SUPPLY «NUTOVIT» IN RATIONS OF LAYING HENS

О.Д. Будтуева, аспирант

М.В. Струк, генеральный директор ЗАО «Агрофирма «Восток»

И.Г. Плешакова, соискатель

Д.В. Плешаков, аспирант

O.D. Budtueva, M.V. Struk, I.G. Pleshakova, D.V. Pleshakov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Опыт успешного развития птицеводческой промышленности в мире подтверждает необходимость решения проблемы белково-витаминного питания кур-несушек. Генетический потенциал современных кроссов реализуется только при условии полноценного кормления птицы. Для засушливых условий ряда регионов Российской Федерации, в том числе и Волгоградской области, наиболее перспективным является нут, который обладает высокой засухоустойчивостью, а также в последнее время занимает большие посевные площади. Нут – зернобобовая культура. Зерно нута является ценным продуктом. Это обусловлено благоприятной комбинацией основных питательных веществ, макро- и микроэлементов, витаминов, а также биологически активных веществ. В статье отражены исследования по разработке и применению в кормлении кур-несушек кормовой добавки «Нутовит». Ценность исследования заключается в обогащении комбикормов для кур-несушек протеином и, прежде всего, такой аминокислотой, как лизин. Доступность незаменимых аминокислот и насыщение кормовой добавки витаминами положительно влияет на яичную продуктивность. Так, за время исследований продуктивность кур-несушек опытных групп была выше контрольной на 1,35-3,45 %, а самая высокая интенсивность яйцекладки отмечалась во II группе — 324,3 яйца, что на 11,2 % выше контрольной. Для изучения влияния кормовой добавки на качество пищевых яиц проводили изучение морфологических показателей яиц, которые в результате не выходили за пределы физиологической нормы. Также вследствие использования кормовой добавки «Нутовит» мы получили положительный экономический эффект.

The experience of successful development of the poultry industry in the world confirms the need to solve the problem of protein-vitamin nutrition of laying hens. The genetic potential of modern crosses is realized only under condition of high-grade feeding of a bird. For dry conditions in a number of regions of the Russian Federation, including the Volgograd region, the most promising is the chickpea, which has a high drought resistance, and also recently occupies

large areas under crops. Nut-leguminous culture. Wheat chickpea is a valuable product. This is due to a favorable combination of essential nutrients, macro- and microelements, vitamins, as well as biologically active substances. The article reflects research on the development and use of fodder additives "Nutovit" in feeding hens. The value of the study is to enrich the feed for laying hens with protein and, above all, an amino acid such as lysine. The availability of essential amino acids and the saturation of the fodder supplement with vitamins positively affect egg production so during the study the productivity of laying hens of the experimental groups was above the control group by 1.35-3.45% and the highest egg-laying rate was observed in group II - 324.3 eggs 11.2% higher than the control one. To study the effect of the fodder additive on the quality of food eggs, a study was made of the morphological parameters of the eggs, which as a result did not exceed the limits of the physiological norm. Also, due to the use of Nutovit fodder additive, we received a positive economic effect.

Ключевые слова: *кормление птицы, кормовые добавки, нутовит, яйценоскость, морфологические показатели яиц.*

Key words: *bird feeding, feed additives, nutovit, egg production, morphological parameters of eggs*

**Научно-хозяйственный опыт проводился при поддержке
ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической
сфере» (Фонд содействия инновациям), договор № 8902ГУ/2015**

Введение. Энергия является основным фактором, который влияет на стоимость кормов и продуктивность птицы. Энергию птица получает из кормовых ингредиентов в результате переваривания и всасывания питательных веществ, таких как глюкоза из сахара или крахмала, жирные кислоты или аминокислоты из белков [11]. Попав в клетки, питательные вещества хранятся в виде веществ, содержащих энергию, таких как белки, жиры и гликоген, или окисляются, образуя легкодоступный источник энергии для обменных процессов. Доступная энергия используется в многочисленных физиологических и биохимических процессах [8].

Повышение уровня энергии в рационах улучшает прирост живой массы и коэффициент конверсии корма [8]. Однако чрезмерное потребление энергии может линейно увеличивать уровень отложения жира, при котором уровень отложения протеина может достигать максимального значения. Данный максимальный уровень отложения протеина может быть обусловлен дефицитом или несбалансированным соотношением аминокислот [11, 9].

Поэтому особо важно использовать кормовое сырье с наиболее ценным белком по своему аминокислотному составу.

Протеин кормов животного происхождения наиболее полноценен по аминокислотному составу. Но поскольку эти корма дефицитные и дорогостоящие, экономически эффективно удачно сочетать в рационе птицы соотношение белков животного и растительного происхождения [7, 4].

Нами разработана и комплексно изучена белково-витаминная добавка «Нутовит» для кур-несушек, её влияние на продуктивность сельскохозяйственной птицы и экономическую эффективность производства продуктов птицеводства.

Целью нашей работы являлось повышение питательной ценности рационов и яичной продуктивности кур-несушек за счет использования в рационах кормовой добавки «Нутовит».

Материалы и методы. В исследованиях использовались общепринятые методы зоотехнических исследований.

Исследования на взрослых курах-несушках кросса «Хайсекс коричневый» проводились с 2015 по 2017 гг. на базе ЗАО «Агрофирма «Восток» Николаевского района Волгоградской области.

Для проведения опыта по методу аналогов были сформированы 4 группы (контрольная и три опытные), по 54 головы в каждой. Исследуемая птица содержалась по 7 голов в каждой клетке в клеточных батареях фирмы «BigDutchman». Продолжительность исследований – 52 недели. Схема исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа		Кол-во голов	Продолжит-ть исследований, недель	Особенности кормления	
				21-45 недель	46 недель и старше
Контрольная		54	52	ОР + 15 % подсолнечного жмыха	ОР + 15 % подсолнечного жмыха
Опытные группы	I	54	52	ОР + 7,5 % подсолнечного жмыха и 7,5 % кормовой добавки «Нутовит»	ОР + 7,5 % подсолнечного жмыха и 7,5 % витаминной добавки «Нутовит»
	II	54	52	ОР + 3,7 % подсолнечного жмыха и 11,3 % витаминной добавки «Нутовит»	ОР + 3,7 % подсолнечного жмыха и 11,3 % витаминной добавки «Нутовит»
	III	54	52	ОР + 15 % витаминной добавки «Нутовит» взамен подсолнечного жмыха	ОР + 15 % витаминной добавки «Нутовит» взамен подсолнечного жмыха

Согласно рекомендациям ВНИТИП, фронт кормления, поения, условия содержания и параметры микроклимата в опытных группах были одинаковыми.

Результаты и обсуждение. Главным продуктом сельскохозяйственной птицы является яйцо [1, 2]. Яйценоскость – основной показатель продуктивности кур-несушек, он определяется количеством яиц, снесенных за определенный период времени, и находится в зависимости от различных внешних и внутренних факторов. Важным моментом, который относится к воздействию внешней среды и помогает проявлению генетического потенциала птицы и ее способности к яйцекладке, является процесс и качество кормления птицы.

Белково-витаминная добавка «Нутовит» содержит в своем составе нут волгоградской селекции, витамины: А-1,19 мг, Д- 1,5 мг, Е- 1,1 мг, К-0,3 мг, В1-0,29 мг, В2-0,51 мг, В6-0,55 мг, РР-2,25 мг, а также микроэлементы йод – 3,4 мг и селен 28,5 мкг. Аминокислотный состав кормовой добавки представлен в таблице 2.

Корнилова Е. В. утверждает: «Российская кормовая база, состоящая преимущественно из пшеницы, ячменя, продуктов переработки подсолнечника и других культур, предполагает поиск более дешевых кормовых продуктов. Одной из доступных и недорогих культур является нут, который по питательности не уступает многим зерновым культурам, а по содержанию лизина и витаминов даже превосходит» [5].

Таблица 2 – Аминокислотный состав кормовой добавки «Нутовит»

Наименование показателя	Содержание, %
Содержание треонина	0,75
Содержание серина	1,20
Содержание аспаргиновой кислоты	2,52
Содержание глицина	0,82
Содержание аланина	0,90
Содержание глутаминовой кислоты	3,66
Содержание цистина и цистеина	0,35
Содержание валина	0,66
Содержание метионина	0,32
Содержание изолейцина	0,60
Содержание лейцина	1,43
Содержание фенилаланина	1,17
Содержание лизина	1,34
Содержание аргина	1,86
Содержание гистидина	0,51
Содержание тирозина	0,56
Сумма аминокислот:	18,38

Результаты наших исследований показали, что введение в состав комбикорма кормовой добавки «Нутовит» в количестве 7,5, 11,3, 15 % способствовало повышению яйценоскости с 1,37 до 3,54 %. Лучший результат получили при сочетании жмыха подсолнечного 7,5 % и кормовой добавки «Нутовит» 11,3 % (таблица 3).

Таблица 3 – Яичная продуктивность кур-несушек, шт.

Группа		Группа			
		до 40 недель	40-60 недель	после 60 недель	итого за весь период
Контрольная		28,22±1,12	25,44±1,25	23,01±1,07	313,1±5,09
Опытные группы	I	28,40±1,37	25,68±1,10	23,23±1,28	317,4±3,97
	II	28,96±0,92	26,92±1,31	23,15±0,95	324,3±4,51
	III	28,65±0,98	26,44±1,17	23,92±1,03	318,2±4,18

Затраты комбикорма на десяток яиц в опытных группах составили 1,38, 1,37 и 1,32 кг, и были ниже, в сравнении с контрольной, на 0,01, 1,3 и 0,06 кг соответственно (таблица 4).

Таблица 4 – Яйценоскость кур-несушек

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытные группы		
		I	II	III
Среднее поголовье, гол.	54	54	54	54
Валовое производство яиц, шт.	16902	17118	17496	17172
Яйценоскость на среднюю несушку	313,1	317,4	324,3	318,2
Интенсивность яйцекладки, %	86,94	88,05	90	88,33
Средняя масса яйца, г	63,82±1,87	64,99±2,12	66,0±1,93	65,90±2,01
Выход яичной массы, кг	1078,3	1112,49	1154,73	1131,63
Затраты корма всего, кг	2339,9	2358,4	2263,2	2274,3
Затраты корма на 1 кг яичной массы	2,17	2,12	1,96	2,01
Затраты корма на 10 яиц	1,38	1,37	1,29	1,32

Для качественной оценки биологической полноценности пищевых яиц определяют форму яиц, индексы белка и желтка, прочность скорлупы [3].

Во всех подопытных группах морфологические показатели яиц находились в пределах физиологической нормы. Однако было установлено, что масса желтка в опытных группах была больше контрольной на 0,53, 0,51 и 0,53 г. Морфологические показатели яиц представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Морфологические показатели яиц

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытные группы		
		I	II	III
Масса яйца, г	63,8±1,87	64,99±2,12	66,00±1,93	64,93±2,01
Масса белка, г	37,3±1,29	37,42±1,01	37,71±1,15	37,84±1,34
Масса желтка, г	17,7±1,04	17,66±0,87	17,95±1,08	17,91±0,95
Масса скорлупы, г	8,8±0,71	9,31±0,64	10,34±0,89	10,15±0,77
Доля белка, %	58,46±2,67	57,57±2,08	57,12±2,91	57,42±2,30
Доля желтка, %	27,7±1,84	27,17±1,25	27,19±1,60	27,17±2,04
Доля скорлупы, %	13,79±1,75	14,32±1,90	15,66±1,08	15,40±1,48
Отношение белок/желток	2,15±0,08	2,11±0,05	2,10±0,06	2,11±0,09
Индексы: формы, %	74,60±0,52	75,36±0,49	75,57±0,41	75,39±0,55
белка, %	6,48±0,42	6,56±0,38	6,95±0,46	6,63±0,32
желтка, %	41,96±1,01	42,21±1,11	43,01±1,24	42,44±1,18
Единицы Хау	74,40±2,56	75,07±2,41	75,51±2,6	75,16±2,07

При подсчете экономической эффективности было установлено, что валовый доход в контроле составил 50 118 рублей в I группе– 50 760 рублей, во II – 52 488 рублей и III – 50 995 рублей. Преимущество кур-несушек опытных групп над контрольной составляет 642 рубля, 2370 и 877 рублей соответственно. Расчет экономической эффективности представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Экономическая эффективность при применении кормовой добавки «Нутовит»

Показатели	Группа			
	Контрольная	Опытные группы		
		I	II	III
Кол-во голов в группе:				
начало опыта	54	54	54	54
конец опыта	54	54	54	54
Сохранность, %	100	100	100	100
Валовое производство яиц, штук	16 902	17 118	17 496	17 172
Товарное производство яиц, штук	16706	16928	17400	16985,3
%	98,84	98,89	99,45	98,91
Яйценоскость на среднюю несушку, штук	313,1	317,4	324,3	318,2
Стоимость 1 кг комбикорма, рублей	13,00	12,68	12,38	12,19
Затраты корма, всего кг:	2339,90	2358,40	2263,27	2274,37
Затраты корма на 1 несушку, кг	43,33	43,67	41,91	42,11
Затраты корма на десяток яиц, кг	1,38	1,37	1,29	1,32
Стоимость израсходованных комбикормов, руб.: всего	30417,70	29904,51	28,019,28	3539,37
Средняя цена реализации 1000 шт. яиц, рублей	3000	3000	3000	3000
Валовой доход, руб.	50 118	50 760	52 488	50 995
Экономический эффект от использования кормовой добавки «Нутовит», рублей	-	4800	6840	1500

Заключение. Для обеспечения высокой продуктивности и сохранности поголовья птицы следует обеспечить ее необходимым количеством в корме основных питательных веществ, витаминов и биологически активных веществ. Это можно сделать путем сбалансированного кормления птиц с применением экологически чистых, дешевых кормовых средств. Кормовые средства местного происхождения удешевляют продукцию птицеводства и тем самым являются более перспективными в использовании.

Исследуемая кормовая добавка «Нутовит», изготовленная из нута волгоградской селекции, ее применение в кормлении кур-несушек положительно повлияло и на яйценоскость птицы, морфологический состав яиц и сохранность поголовья. Также наблюдался экономический эффект от применения данной добавки.

На основании полученных данных кормовую добавку можно рекомендовать как эффективное экологически чистое и экономически выгодное кормовое средство для кур-несушек.

Библиографический список

1. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства яиц [Текст]: монография / В.И. Фисинин, А.Ш. Караташвили, И.А. Егоров и др. – Сергиев Посад: Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства (ВНИТИП), 2016. – 351 с.
2. Балашов, В.В. Волгоградский нут [Текст] : монография / В.В. Балашов, А.В. Балашов. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – 108 с.
3. Бессарабов, Б.Ф. Птицеводство и технология производства яиц и мяса птицы [Текст]: учебник для высших учебных заведений / Б.Ф. Бессарабов, Л.Д. Жаворонкова, Т.А. Столяр. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.
4. Влияние нута на переваримость питательных веществ сельскохозяйственной птицы [Текст] / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, Е.В. Корнилова, М.В. Струк // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 107(03).
5. Корнилова, Е.В. Эффективность использования нута волгоградской селекции в кормлении молодняка кур и кур-несушек [Текст] : дисс. канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Корнилова Елена Вячеславовна. – Волгоград, 2015. – 19 с.
6. Корма, кормовые добавки, биологически активные вещества для сельскохозяйственной птицы [Текст] : монография / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров, В.С. Пономаренко. – Сергиев Посад: Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства (ВНИТИП). – 2009. – 656 с.
7. Ленкова, Т.Н. Эффективность использования нетрадиционных видов зерна в комбикормах для бройлеров и кур-несушек [Текст] / Т.Н. Ленкова // Птицефабрика. – 2005. – №8. – С. 80-92.
8. Петрухин, И.В. Корма и кормовые добавки [Текст] : справочное издание / И.В. Петрухин. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
9. Свеженцев, А.И. Корма и кормление сельскохозяйственной птицы [Текст] / А.И. Свеженцев, Р.М. Урдзик. И.А. Егоров. – Днепропетровск: АРТ-Пресс, 2006. – 384 с.
10. Lemme, A. Economically optimal amino acid levels in broiler diets/ A. Lemme, J. Fikler, C. Kemp, C. Fisher//AMINONews®/ – 2009. – №13(3). – P. 19 – 29.
11. Lemme, A. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers/ A. Lemme, V/ Ravindran, W.L. Bryden// World Poult. Sci. J./ - 2004. - №60. – P. 423 – 437.

Reference

1. Adaptivnaya resursosberegayuschaya tehnologiya proizvodstva yaic [Tekst]: monografiya / V. I. Fisinin, A. Sh. Karatashvili, I. A. Egorov i dr. - Sergiev Posad: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij i tehnologicheskij institut pticevodstva (VNITIP), 2016. - 351 s.

2. Balashov, V. V. Volgogradskij nut [Tekst] : monografiya / V. V. Balashov, A. V. Balashov. - Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskij GAU, 2013. - 108 s.
3. Bessarabov, B. F. Pticevodstvo i tehnologiya proizvodstva yaic i myasa pticy [Tekst]: uchebnyk dlya vysshih uchebnyh zavedenij / B. F. Bessarabov, L. D. Zhavoronkova, T. A. Stollyar. - M.: Agropromizdat, 1991. - 271 s.
4. Vliyanie nuta na perevarimost' pitatel'nyh veschestv sel'skohozyajstvennoj pticej [Tekst] / S. I. Nikolaev, A. K. Karapetyan, E. V. Kornilova, M. V. Struk // Nauchnyj zhurnal KubGAU. - 2015. - № 107(03).
5. Kornilova, E. V. Jefferktivnost' ispol'zovaniya nuta volgogradskoj selekcii v kormlenii molodnyaka kur i kur-nesushek [Tekst] : diss. kand. s. -- h. nauk: 06.02.08 / Kornilova Elena Vyacheslavovna. - Volgograd, 2015. - 19 s.
6. Korma, kormovye dobavki, biologicheski aktivnye veschestva dlya sel'skohozyajstvennoj pticy [Tekst] : monografiya / Yu. A. Ponomarenko, V. I. Fisinin, I. A. Egorov, V. S. Ponomarenko. - Sergiev Posad: Vserossijskij nauchno- issledovatel'skij i tehnologicheskij institut pticevodstva (VNITIP). - 2009. - 656 s.
7. Lenkova, T. N. Jefferktivnost' ispol'zovaniya netradicionnyh vidov zerna v kombikormah dlya brojlerov i kur-nesushek [Tekst] / T. N. Lenkova // Pticefabrika. - 2005. - №8. - S. 80-92.
8. Petruhin, I. V. Korma i kormovye dobavki [Tekst] : spravocnoe izdanie / I. V. Petruhin. - M.: Rosagropromizdat, 1989. - 526 s.
9. Svezhencev, A. I. Korma i kormlenie sel'skohozyajstvennoj pticy [Tekst] / A. I. Svezhencev, R. M. Urdzik. I. A. Egorov. - Dnepropetrovsk: ART-Press, 2006. - 384 s.
10. Lemme, A. Economically optimal amino acid levels in broiler diets/ A. Lemme, J. Fikler, C. Kemp, C. Fisher//AMINONews®/- 2009. - №13(3). - P. 19 - 29.
11. Lemme, A. Ileal digestibility of amino acids in geed ingredients for broilers/ A. Lemme, V/ Ravindran, W.L. Bryden// World Poult. Sci. J./ - 2004. - №60. - P. 423 - 437.

E-mail: budtuevaolga@mail.ru

УДК 636.32/38.033.086

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ВЕСОВОЙ И ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ БАРАНЧИКОВ

INFLUENCE OF EXTRUDED FEEDS ON WEIGHT AND LINEAR GROWTH OF LAMBS

Н.Г. Чамурлиев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

М.В. Манджиева, аспирант

N.G. Chamurliiev, M.V. Mandzhieva

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Представлены результаты использования экструдированных зерновых кормов в рационах баранчиков волгоградской породы. Разработаны рецепты комбикормов концентратов с использованием зерна ячменя, сухой пивной дробины, серы и метионина (ЭККО-ПД-СМ) и зерна ячменя, тыквенного жмыха, серы и метионина (ЭККО-ТЖ-СМ). Изучено влияние этих гранулированных комбикормов на весовой и линейный рост баранчиков с 4- до 8-месячного возраста. Контрольная группа баранчиков дополнительно к пастбищному корму, в зависимости от возраста, получала 200 (с 4 до 6 мес.) и 400 г (с 6 до 8 мес.) дробленого зерна ячменя, сверстники I и II опытных групп – по 200 г экструдированных кормов ЭККО-ПД-СМ и ЭККО-ТЖ-СМ от 4-х до 6-ти месячного возраста и 200 г этих добавок, и 200 г дробленого зерна ячменя от 6- до 8-месячного возраста. При постановке на опыт средняя живая масса баранчиков разных групп колебалась от 29,57 до 29,97 кг, в 6-месячном возрасте баранчики I и II-опытных групп достоверно превосходили своих сверстников на 4,03 и 5,57 % (P<0,01). В 8-месячном возрасте эта закономерности сохрани-

лась и составила 7,59 и 9,54 %. При этом максимальный среднесуточный прирост отмечен у баранчиков II-опытной группы 129,66 г, против 119,67 г у сверстников I опытной и 96,08 г у контрольных животных. По линейным промерам при постановке на опыт, в возрасте 4 месяцев, существенной разницы между животными разных групп не установлено. В 8-месячном возрасте отмечено достоверное превышение животных I и II опытных групп над контрольными по глубине, ширине, обхвату груди. Баранчики опытных групп имели высокие показатели индексов: сбитости, грудной и массивности, что характеризует мясные качества животных.

The results of using extruded grain forage in diets of Volgograd breed are presented. The recipes for compound feeds of concentrates with the use of barley grain, dry beer grains, sulfur and methionine (EKKO-PD-SM) and grains of barley, pumpkin cake, sulfur and methionine (EKKO-TZh-SM) have been developed. The effect of these granulated mixed fodders on the weight and linear growth of sheep from 4 to 8 months of age was studied. Control lambs' group in addition to pasture feed, depending on the age, received 200 (from 4 to 6 months) and 400 g (from 6 to 8 months) of crushed barley grain, peers I and II - experimental groups of 200 g. extruded fodder ECCO-PD-SM and ECCO-TJ-SM from 4 to 6 months old and 200 grams of these additives, and 200 grams of crushed barley grain from 6 to 8 months of age. When staged for experiment, the average live weight of the sheep of different groups ranged from 29.57 to 29.97 kg, at 6 months of age the sheep of the I and II experimental groups significantly exceeded their peers by 4.03 and 5.57% ($P < 0,01$). At 8 months of age, this pattern was preserved and amounted to 7.59 and 9.54%. At the same time, the maximum daily average increase was observed in the lambs of the II-experimental group 129.66 g, against 119.67 g in the case of peers of the I-experimental group and 96.08 in the control animals. According to linear measurements in the experiment, at the age of 4 months, there is no significant difference between animals of different groups. At 8 months of age, there was a significant excess of the animals of groups I and II over the controls in depth, width, and chest girth. Little fellows of the experimental groups had high indices: fecundity, thoracic and massive, which characterizes the meat quality of animals.

Ключевые слова: баранчики, живая масса, экструдированные корма, весовой рост, линейный рост, среднесуточный прирост, относительный рост, промеры, индексы, живая масса.

Key words: lamb, live weight, extruded forage, weight growth, linear growth, average daily gain, relative growth, measurements, indices, live weight.

Введение. В настоящее время овцеводство как малозатратное производство отнесено к приоритетным отраслям животноводства. В условиях рыночной экономики конкурентоспособность отрасли неразрывно связано с повышением мясной продуктивности овец.

Производство высококачественной продукции овцеводства возможно при создании оптимальной кормовой базы и организации полноценного кормления животных. Важное значение при этом имеет внедрение прогрессивных технологий подготовки кормов к скармливанию [2].

Наиболее простым и эффективным способом повышения питательной ценности зерновых кормов является экструдирование, при котором зерно подвергается баротермической обработке, при которой конечный продукт меняет структурно-механический и химический составы [8].

В настоящее время имеется большое количество работ, посвященных использованию экструдированных кормов в питании сельскохозяйственных животных [3, 4, 6, 2, 1, 11].

Ряд авторов [5, 10] отмечают, что в процессе экструзии зерновых кормов выделяются различные ароматические вещества, улучшающие их вкусовые качества, а тепловая обработка повышает переваримость клетчатки.

Целью наших исследований стало изучение эффективности использования в рационах молодняка овец экструдированных зерновых кормов, включающих в свой состав местные источники протеиновых добавок – сухой пивной дробины и тыквенного жмыха, в сочетании с серой и метионином.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужило поголовье молодняка овец волгоградской породы ООО «Николаевское» Николаевского района Волгоградской области. Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы группы: контрольная – баранчики получали зеленую массу + дробленое зерно ячменя; I опытная – дополнительно к пастбищному корму 200 г ЭККО-ПД-СМ; II опытная группа дополнительно к пастбищному корму – 200 г ЭККО-ТЖ-СМ.

Весовой и линейный рост определяем путем индивидуального взвешивания всех животных и взятием промеров у 5 особей из каждой группы. Индексы телосложения определяли расчетным путем. Цифровой материал обработки методов вариационной статистики [7] на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Microsoft office и определения критерия достоверности по Стьюденту при трех уровнях вероятности.

Результаты исследований. Кормовые средства, скармливаемые животным, являются важной составляющей, определяющей скорость роста и развития животных [8, 9]. В период проведения научно-хозяйственного опыта с использованием экструдированных комбикормов концентратов изучили динамику живой массы молодняка овец. Полученные данные представлены в таблице 1.

При постановке на опыт разница в живой массе между баранчиками разных групп колебалась от 0,3 до 0,4 кг и была недостоверной. В 6-месячном возрасте живая масса баранчиков II опытной группы, в рационах которых использовали гранулы ЭККО-ТЖ-СМ, была наибольшей и составила 37,43 кг. Баранчики I опытной группы, которым скармливали гранулы ЭККО-ПД-СМ, имели среднюю живую массу 36,90 кг, а контрольные сверстники, в рационах которых использовали ячмень дробленый, 35,47 кг. Разница в пользу баранчиков в I и II опытных групп составила 4,03 и 5,53 % ($P < 0,01$) соответственно.

Таблица 1 – Показатели живой массы баранчиков в возрастном аспекте.

Возраст	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
4 месяца	23,67 ± 0,26	29,97 ± 0,30	29,57 ± 0,25
6 месяцев	35,47 ± 0,28	36,90 ± 0,29**	37,43 ± 0,26***
8 месяцев	41,20 ± 0,56	44,33 ± 0,64±±	45,13 ± 0,58***

* $P_1 < 0,05$; ** $P_2 < 0,01$; *** $P_3 < 0,001$.

В 8-месячном возрасте максимальную живую массу имели баранчики II опытной группы 45,13 кг, что на 9,54 % ($P < 0,001$) и превосходили контрольных баранчиков на 1,8 % животных I опытной группы. Баранчики I опытной группы имели превосходство по живой массе над контрольными аналогами – 7,60 % ($P < 0,001$).

За весь период опыта среднесуточный прирост живой массы у животных Попытной группы составил 129,66 г, что на 9,99 г выше, по сравнению со сверстниками I опытной группы, и на 33,58 г, по сравнению с контрольными баранчиками. По относительному приросту преимущество опытных баранчиков над контрольными колебалось в пределах 9,05-13,76 абс. процента.

При оценке показателей развития животных, кроме живой массы, особое значение придается линейным промерам, которые характеризуют здоровье, степень развития отдельных статей, конституциональный тип и продуктивность. Для изучения телосложения животных брали промеры у 15 голов по 5 из каждой группы (таблица 2).

Таблица 2. – Промеры статей телосложения баранчиков в 8-месячном возрасте, см

Возраст 8 месяцев			
Высота в холке	66,3±0,46	67,8±0,51	68,5±0,50*
Высота в крестце	65,6±0,48	65,9±0,64	66,3±0,51
Косая длина туловища	68,8±0,41	70,4±0,70	71,5±0,57
Глубина груди	30,1±0,18	30,7±0,20*	31,0±0,22**
Ширина груди	20,8±0,19	21,6±0,21*	21,8±0,20**
Обхват груди	92,6±0,70	96,3±0,84*	97,3±0,87**
Обхват пясти	8,5±0,35	8,7±0,25	8,8±0,30

Достоверной разницы по промерам животных разных групп при постановке их на учет в 4-х месячном возрасте, не установлено. В 8-месячном возрасте установлена достоверная разница в пользу опытных баранчиков по следующим промерам: глубина груди, ширина груди, обхват груди. При этом более достоверная разница оказалась у баранчиков II опытной группы ($P < 0,01$).

График экстерьерных профилей подопытных баранчиков представлен на рисунке 1. За 100 % приняты промеры животных контрольной группы, а промеры опытных групп отражены кривыми.

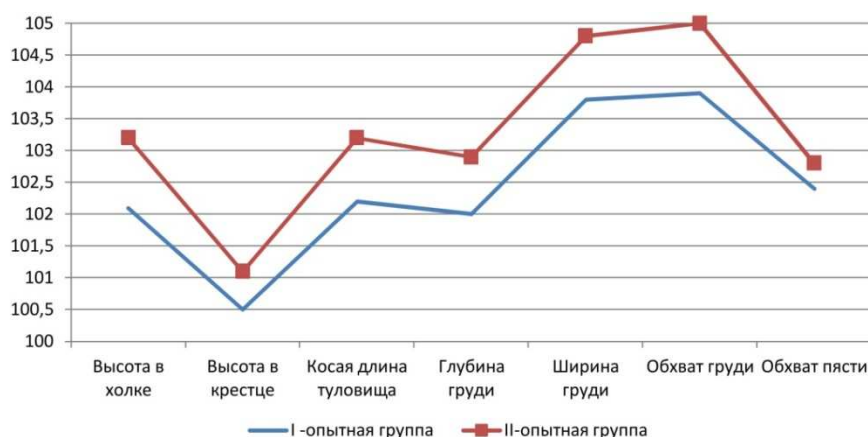


Рисунок 1 – График экстерьерных профилей

Для полного представления о телосложении и типичности животных проводят сравнительный анализ индексов телосложения (таблица 3).

Таблица 3 – Индексы телосложения баранчиков в 8-месячном возрасте (n=5)

Индекс	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Длинноноготь	54,6±0,53	54,7±0,75	54,7±0,66
Растянutosть	103,8±0,60	103,8±0,51	104,3±0,80
Сбитость	134,6±0,48	136,8±0,41**	136,8±0,30**
Грудной	68,1±0,58	70,4±0,51*	70,3±0,52*
Массивность	139,7±0,51	142,0±0,45**	142,0±0,27**

Анализ индексов телосложения показывает достоверное превосходство баранчиков опытных групп по сбитости, грудному и массивности, что свидетельствует о их мясной продуктивности животных.

Заключение. Таким образом, использование в рационах баранчиков волгоградской породы экструдированных кормовых концентратов ЭККО-ПД-СМ с пивной дробинкой и ЭККО-ТЖ-СМ с тыквенным жмыхом, включающим в свой состав серу и мети-

онин, способствовало более интенсивному росту живой массы и развитию экстерьеру. Животные, получавшие эти комбикорма-концентраты, отличались более широким и глубоким туловищем, имели высокие показатели индексов сбитости, грудному и массивности, что характеризует мясные качества животных.

Библиографический список

1. Бадмаев, Н.А. Влияние зерносмеси до и после экструзии и селеносодержащих препаратов на мясную продуктивность баранчиков [Текст]/ Н.А. Бадмаев, А.Н. Арилов // Вестник Мичуринского аграрного университета. – 2016. – №1. – С. 51-55
2. Бузоверов, С.Ю. Влияние экструдирования и химического способа «защиты» протеина кормов на обмен веществ и продуктивность лактирующих коров [Текст] : дис. канд.с.-х. наук /С.Ю. Бузоверов. – Красноярск, 2008. – 199 с.
3. Гаганов, А.П. Использование зерна кормовых бобов, рапса и ячменя в составе экструдированных смесей в рационах коров [Текст]/ А.П. Гаганов, Н.Г. Григорьев // Зоотехния. – 2005. – №1. – С. 18-19.
4. Гайдай, И.И. Особенности роста и развития бычков черно-пестрой породы при использовании экструдированного корма [Текст]/ И.И. Гайдай // Актуальные проблемы ветеринарной медицины и производства продукции животноводства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (22-23 марта) – Троиц: УГАВЬ, 2006. – С. 214-215.
5. Гут, Б.М. Использование в рационе скота экструдированной сои [Текст]/ Б.М. Гут, А.Н. Даниленко // Животноводство. – 1986. – №1. – С. 43-44.
6. Кесаев, С.Э. Использование экструдированного рисового жмыха в рационах ремонтных свинок и синоматок [Текст] : автореф. дисс. канд. с.-х. наук / С.Э. Кесаев. – Владикавказ, 2006. – 21 с.
7. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников [Текст] / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – с.
8. Чамурлиев, Н.Г. нагул и откорм молодняка овец волгоградской породы при разном уровне протеина [Текст]/ Н.Г. Чамурлиев, О.В. Чапуркина, А.С. Филатов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №1 (29). – С. 127-131.
9. Чамурлиев, Н.Г. Влияние кормовой добавки M-Feed на мясную продуктивность и качество мяса баранчиков [Текст]/ Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование – 2016. – №4 (44). – С. 152-156.
10. Эленок, Т.Д. Новые рецепты комбикормов и ЗЦМ для телочек [Текст]/ Т.Д. Эленок, Н.И. Комкова // Зоотехния. – 1999. – №11. – С. 17-20.
11. Diependate, J.L. aliment flocon: digestion faciele, lactation tranquelle / J. Diependaete // Agrusert.-1985.-1051.-P.27

Reference

1. Badmaev, N. A. Vliyanie zernosmesi do i posle jekstruzii i selenosoderzhaschih preparatov na myasnuyu produktivnost' baranchikov [Tekst]/ N. A. Badmaev, A. N. Arilov // Vestnik Michurinskogo agrarnogo universiteta. - 2016. - №1. - S. 51-55
2. Buzoverov, S. Yu. Vliyanie jekstrudirovaniya i himicheskogo sposoba "zaschity" proteina kormov na obmen veschestv i produktivnost' laktiruyuschih korov [Tekst] : dis. kand. s. -- h. nauk /S. Yu. Buzoverov. - Krasnoyarsk, 2008. - 199 s.
3. Gaganov, A. P. Ispol'zovanie zerna kormovyh bobov, rapsa i yachmenya v sostave jkstrudirovannyh smesej v racionah korov [Tekst]/ A. P. Gaganov, N. G. Grigor'ev // Zootehniya. - 2005. - №1. - S. 18-19.
4. Gajdaj, I. I. Osobennosti rosta i razvitiya bychkov cherno-pestroj porody pri ispol'zovanii jekstrudirovannogo korma [Tekst]/ I. I. Gajdaj // Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny i proizvodstva produkcii zhivotnovodstva: mater. Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. (22-23 marta) - Troic: UGAV', 2006. - S. 214-215.
5. Gut, B. M. Ispol'zovanie v racione skota jekstrudirovannoj soi [Tekst]/ B. M. Gut, A. N. Danilenko // Zhivotnovodstvo. - 1986. - №1. - S. 43-44.

6. Kesaev, S. Je. Ispol'zovanie jekstrudirovannogo risovogo zhmyha v racionah remontnyh svinok i sinomatok [Tekst] : avtoref. diss. kand. s. -- h. nauk / S. Je. Kesaev. - Vladikavkaz, 2006. - 21 s.

7. Plohinskij, N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootehnikov [Tekst] / N. A. Plohinskij. - M.: Kolos, 1969. - s.

8. Chamurliiev, N. G. nagul i otkorm molodnyaka ovec volgogradskoj porody pri raznom urovne proteina [Tekst]/ N. G. Chamurliiev, O. V. Chapurkina, A. S. Filatov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - №1 (29). - S. 127-131.

9. Chamurliiev, N. G. Vliyanie kormovoj dobavki M-Feed na myasnuyu produktivnost' i kachestvo myasa baranchikov [Tekst]// Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie - 2016. -№4 (44). - S. 152-156.

10. Jelenok, T. D. Novye recepty kombikormov i ZCM dlya telochek [Tekst]/ T. D. Jelenok, N. I. Komkova // Zootehniya. - 1999. - №11. - S. 17-20.

11. Diependate, J.L. aliment flocon: digestion faciele, lactation tranguelle / J. Diependaete // Agrusert. -- 1985. -- 1051. -- P.27

E-mail: zootexnia@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.354.2

МАШИНА ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

MACHINE FOR HARVESTING GRAIN CROPS

Н.В. Бышов¹, доктор технических наук, профессорА.И. Ряднов², доктор сельскохозяйственных наук, профессорО.А. Федорова², кандидат технических наук, доцентN. V. Byshow¹, A.I. Ryadnov², O.A. Fedorova²¹Рязанский государственный агротехнологический университет
им. П.А. Костычева²Волгоградский государственный аграрный университет¹Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev²Volgograd State Agrarian University

Цель настоящей работы – на основе анализа научных работ ученых, работающих в области повышения качества уборки зерновых колосовых и метелочных культур, предложить схему зерноуборочной машины повышенной производительности, оборудованной молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа и обеспечивающей уборку зерновых культур на корню. В работе представлены результаты оптимизации количества модулей зерноуборочной машины по ее максимальной производительности за смену. При этом учитывалась зависимость коэффициента использования времени смены от рабочей ширины захвата машины. Установлено, что разработанные в ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ машины для уборки зерновых колосовых и метелочных культур на корню должны быть оборудованы пятью модулями. Предложена схема пятимодульной зерноуборочной машины с молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа, обеспечивающая обмолот зерновых культур на корню, очистку зерна от половеи и других примесей, сбор очищенного зерна в зерновой бункер, домолот необмолоченных колосьев и сбор невяяного вороха в другой бункер комбайна. Зерноуборочная машина предложенной конструкторской схемы позволит отбирать в зерновой бункер зерно с низким уровнем дробления и травмирования, которое в дальнейшем может быть использовано в качестве семян.

The purpose of this work – on the basis of the analysis of scientific works of scientists working in the field of improving the quality of harvesting cereal crops and panicles, to propose a scheme of grain harvesting machine of increased productivity, equipped with a grinding-separating device inertial-focal type and provides cleaning of grain crops on the root. The paper presents the results of optimization of the number of modules of the grain harvesting machine for its maximum performance per shift. Taking into account the dependence of the utilization-time changing the working width of the machine. Installed, developed by the DEPARTMENT IN the Volgograd state agricultural UNIVERSITY to machines for harvesting cereal crops and metallicznych at the root must be equipped with five modules. The scheme of a five-module grain harvesting machine with a grind-separating device of inertial-focal type is proposed, which ensures the grinding of grain crops at the root, cleaning the grain from the floor and other impurities, collecting the purified grain in the grain hopper, dominating the undulating ears and collecting the weightless heap into another hopper of the combine. The grain harvesting machine of the proposed design scheme will allow to select grain with a low level of crushing and injury in the grain hopper, which can later be used as seeds.

Ключевые слова: зерноуборочная машина, молотильно-сепарирующее устройство инерционно-очесного типа, модуль молотильной камеры.

Key words: harvesting machine, threshing and separating device of inertial-okisnogo type, module threshing chamber.

Введение. В научных работах Пугачева А.Н. [6], Строны И.Г. [10] и других ученых показано, что качество семян зерновых культур во многом определяется уровнем их травмирования. Кроме того, травмированное зерно плохо хранится и поражается болезнетворными микробами. В связи с этим, разрабатываются новые способы обмолота зерновых колосовых и метелочных культур, в частности, инерционно-очесный способ. Однако машины, реализующие данный способ обмолота зерновых культур, имеют низкую производительность.

В связи с этим, требуется разработка высокопроизводительных машин, обеспечивающих высокое качество уборки.

Материалы и методы. В настоящей статье использованы материалы научных статей и описания изобретений зерноуборочных машин по обмолоту зерновых колосовых и метелочных культур на корню, оборудованных молотильно-сепарирующими устройствами инерционно-очесного типа [2, 11, 3, 5, 4, 1].

Методика проводимых исследований основана на применении положений высшей математики, современной методологии научных исследований.

Результаты и обсуждение. Разработанные в Волгоградском ГАУ машины для уборки сорго [3, 5] позволяют убирать за один проход только один ряд растений, т.к. каждая из них оборудована лишь одним модулем прямоочесной молотильной камеры. Такие комбайны не могут применяться на уборке зерновых колосовых культур из-за малого расстояния между рядами растений (например, 0,15 м) и большого диаметра битеров (0,14 м) [9]. В связи с этим, был разработан битер молотильно-сепарирующего устройства [1], имеющий возможность осуществлять обмолот двух рядов зерновых культур. Однако и в этом случае производительность комбайна остается весьма низкой. Но при этом следует отметить, что надежность таких комбайнов достаточно высока [12].

Для повышения производительности комбайнов необходимо увеличивать рабочую ширину захвата путем оборудования комбайна несколькими модулями.

Учитывая данные работы [7], а также характер изменения коэффициента использования времени смены от ширины захвата комбайна B и длины гона поля L , мы определили производительность W машины за смену $T_{см} = 7$ ч при уборке зерновых культур с количеством модулей от 2 до 6 и длине гона L , равной 600 м и 1800 м. Полученные данные представлены в виде графических зависимостей производительности машины за смену от количества модулей (рисунок 1), на основе которых получены математические зависимости для случая, когда $L = 600$ м:

$$W = -0,21 n^3 + 2,23 n^2 - 5,78 n + 7,17$$

и когда $L = 1800$ м:

$$W = -0,22 n^3 + 2,26 n^2 - 5,32 n + 7,24.$$

При получении данных зависимостей учитывали условия выполнения работ с максимальной производительностью за смену в оптимальные агротехнические сроки и использования мощности двигателя энергетического средства на 85 – 95 %.

Затем классическим методом определили, что в обоих случаях производительность машины будет максимальной при числе модулей, равном 5.

На основе анализа многих конструкций машин пришли к выводу, что самым приемлемым комбайном, в котором можно смонтировать 5 модулей, является комбайн, предложенный в работе [4]. Конструкция этого комбайна включает транспортное средство, орудие для уборки урожая в виде обмолачивающего блока, включающего прямоочесные молотильные камеры, содержащие пары валцов с пневмометателями на каждую пару и делители, ножевой барабан для среза, измельчения стеблей растений, разбрасывания их по полю или погрузки в транспортное средство, при этом привод прямоочесных молотильных камер с пневмометателями выполнен от гидромотора, а ножевого барабана – от вала отбора мощности через конический редуктор.

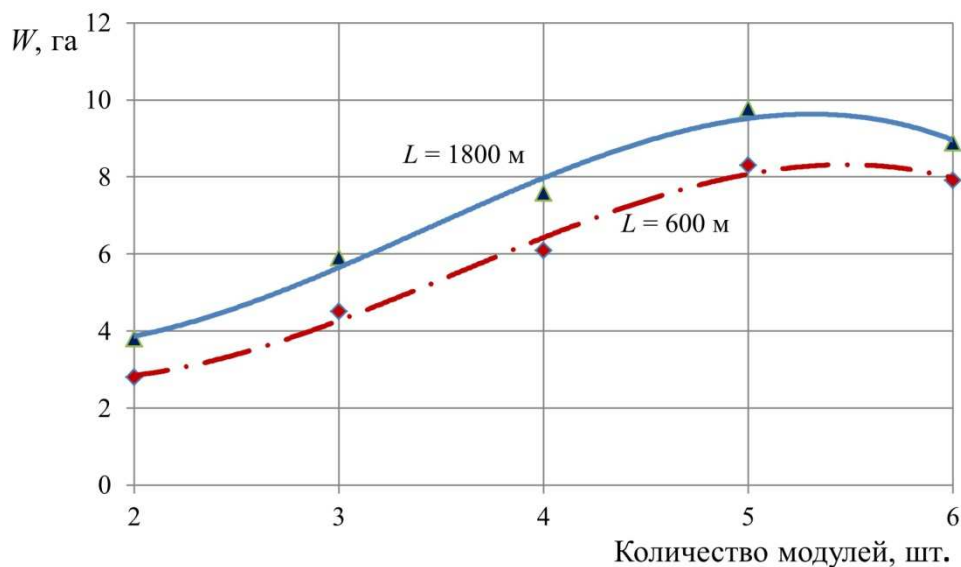


Рисунок 1 – Зависимости производительности машины от количества модулей и длины гона убираемого поля

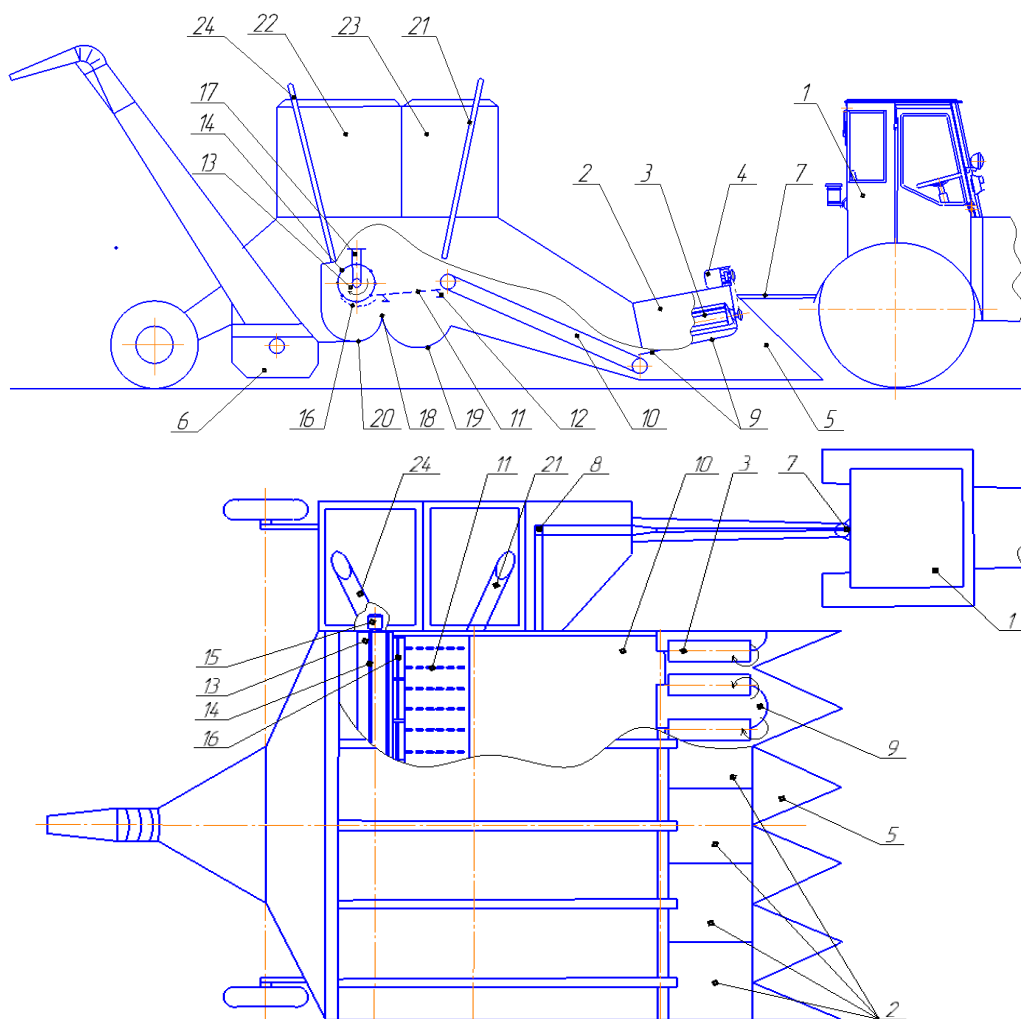


Рисунок 2 – Схема зерноуборочного комбайна

Основной недостаток данного комбайна состоит в том, что он не обеспечивает высокого качества обмолота зерновых колосовых культур из-за неполного вымолота зерна из зерновок вальцами прямоточной молотильной камеры и обламывания части необмолоченных колосьев. Кроме того, собранное в бункер зерно имеет высокую засоренность.

Для исключения указанного недостатка предложена конструктивная схема комбайна (рисунок 2), позволяющего убирать зерновые культуры с высоким качеством.

Комбайн для уборки зерновых культур на корню содержит транспортное средство 1, орудие уборки урожая в виде обмолачивающего блока с прямоточными молотильными камерами 2, оборудованными парами вальцов 3 с приводом от гидромотора 4 и делителями 5, ножевой барабан 6 с приводом от вала отбора мощности 7 через конический редуктор 8, скатные доски 9, планчатый транспортер 10, решето 11 на подвеске 12, домолачивающее устройство, включающее обмолачивающий валец 13 с планками 14 и приводом от гидромотора 15, деку 16 и механизм регулировки зазора 17; поддон 18 с отсеками для сбора зерна 19 и невеяного вороха 20, система транспортировки 21 и 24 обмолоченной зерновой массы, бункер зерна 23 и бункер невеяного вороха 22.

В процессе движения комбайна предложенной конструкции по полю растения убиремой зерновой культуры направляются делителями в прямоточные молотильные камеры, в которых обмолачиваются пары щелевых битеров с транспортирующей пластиной [11].

Обмолоченное щелевыми битерами зерно, а также полова, необмолоченные колосья подаются на скатные доски, с которых поступают на транспортер планчатого типа. Транспортер подает их на решето, на котором происходит очистка зерна от примесей. Это зерно поступает в отсек для сбора зерна и далее с помощью системы транспортировки зерна подается в зерновой бункер.

Полова с необмолоченными колосьями поступает в домолачивающее устройство, в котором осуществляется обмолот колосьев. Вымолоченное из колосьев зерно вместе с половой и другими компонентами обмолота поступает в отсек невеяного вороха, из которого системой транспортировки подается в бункер невеяного вороха.

Обмолоченные растения срезаются, измельчаются и разбрасываются на ходу по полю или грузятся в транспортное средство.

Предложенный комбайн позволит осуществить сбор малотравмированного и очищенного от половы и примесей зерна в зерновой бункер, выполнить домолот необмолоченных колосьев зерновой культуры и собрать невеяный ворох во второй бункер.

Заключение. Таким образом, на основе анализа научных работ ученых, работающих в области разработки уборочной техники, предложена схема комбайна для уборки зерновых культур на корню, обеспечивающего высокое качество обмолота.

Библиографический список

1. Битер молотильно-сепарирующего устройства [Текст] : патент на изобретение №2535255, A01F 12/18 / Ряднов А.И.; заявитель и патентообладатель – ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ; заявл. 16.07.2013; опубл. 10.12.2014, Бюл. №34.
2. Бурьянов, А.И. Разработка и совершенствование методов обоснования технологии комбайновой уборки зерновых колосовых культур очесом [Текст] / А.И. Бурьянов, И.В. Червяков, Ю.О. Горячев // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – Т. 2. № 38. – С. 59-72.
3. Комбайн для уборки технических культур [Текст] патент на изобретение №2421974 Российская Федерация A01D 41/08. / Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В.; заявитель и патентообладатель – ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА – №2010100341/21; заявл. 11.01.10; опубл. 27.06.11, Бюл. №18.

4. Комбайн для уборки зерновых на корню [Текст] : патент на изобретение № 2437270, A01D 41/08 / Скрипкин Д.В., Цепляев А.Н., Скрипкин В.Н.; заявитель и патентообладатель – ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА; заявл.08.02.10, опубл. 27.12.2011, Бюл. №36.
5. Прицепной соргоуборочный комбайн [Текст] : патент на изобретение №2496296, A01D 41/04, A01D 41/12 / Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. заявители и патентообладатели: Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В.; заявл. 11.03.12; опубл. 27.10.13, Бюл.№30.
6. Пугачев, А.Н. Потерям зерна – надежный заслон [Текст] /А.Н. Пугачев. – М.: Колос, 1981. – 159 с.
7. Ряднов, А.И. Обоснование числа модулей комбайна с молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа [Текст] / А.И. Ряднов, О.А. Федорова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11. – С. 1010-1014.
8. Ряднов, А.И. Оценка дробления и травмирования зерна озимой пшеницы при уборке соргоуборочным комбайном [Текст] / А.И. Ряднов, О.А. Федорова, С.А. Давыдова // Естественные науки. – 2014. – №3. – С. 75-79.
9. Скворцов, А.К. Разработка ресурсосберегающих технологий и средств механизации уборки зерновых культур на основе использования инерционно-очесных молотильных аппаратов [Текст] : автореф. дис. доктора техн. наук:05.20.01/ Скворцов Александр Константинович. – Волгоград, 2005. – 40 с.
10. Строна, И.Г. Общее семеноведение полевых культур [Текст] / И. Г. Строна. – М.: 1966. – 464 с.
11. Щелевой битей с транспортирующей пластиной [Текст] : патент на изобретение №2199203, A01D 41/08 / Ряднов А.И., Скворцов А.К., Шарипов Р.В., Иленева С.В.; заявитель и патентообладатель – ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА; заявл. 15.11.2000; опубл. 27.02.03, Бюл.№6.
12. Ovchinnikov, A. S. Evaluation of reliability of sorghum harvester/ A. S. Ovchinnikov, A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova, S. D. Fominand R. V. Sharipov// ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – VOL. 12, NO. 7, APRIL 2017. – S. 2277-2284.

References

1. Битей молотильно-сепарирующего устройства [Текст] : патент на изобретение №2535255, A01F 12/18 / Ryadnov A. I.; zayavitel' i patentoobladatel' - FGBOU VPO Volgogradskij GAU; zayavl. 16.07.2013; opubl.10.12.2014, Byul. №34.
2. Bur'yanov, A. I. Razrabotka i sovershenstvovanie metodov obosnovaniya tehnologii kombajnovoj uborki zernovyh kolosovyh kul'tur ochesom [Текст] / A. I. Bur'yanov, I. V. Chervyakov, Yu. O. Goryachev // Vestnik agrarnoj nauki Dona. - 2017. - T. 2. № 38. - S. 59-72.
3. Kombajn dlya uborki tehnikeskih kul'tur [Текст] patent na izobretenie №2421974 Rossijskaya Federaciya A01D 41/08. / Ryadnov A. I., Sharipov R. V., Semchenko A. V.; zayavitel' i patentoobladatel' - FGOU VPO Volgogradskaya GSXA - №2010100341/21; zayavl. 11.01.10; opubl. 27.06.11, Byul.№18.
4. Kombajn dlya uborki zernovyh na kornyu [Текст] : patent na izobretenie № 2437270, A01D 41/08 / Skripkin D. V., Ceplyaev A. N., Skripkin V. N.; zayavitel' i patentoobladatel' - FGOU VPO Volgogradskaya GSXA; zayavl.08.02.10, opubl. 27.12.2011, Byul. №36.
5. Pricepnoj sorgouborochnyj kombajn [Текст] : patent na izobretenie №2496296, A01D 41/04, A01D 41/12 / Ryadnov A. I., Sharipov R. V., Semchenko A. V. zayaviteli i patentoobladateli: Ryadnov A. I., Sharipov R. V., Semchenko A. V.; zayavl. 11.03.12; opubl. 27.10.13, Byul.№30.
6. Pugachev, A. N. Poteryam zerna - nadezhnyj zaslon [Текст] /A. N. Pugachev. - M.: Kolos, 1981. - 159 s.
7. Ryadnov, A. I. Obosnovanie chisla modulej kombajna s molotil'no-separiruyuschim ustrojstvom inercionno-ochesnogo tipa [Текст] / A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova // Fundamental'nye issledovaniya. - 2014. - № 11. - S. 1010-1014.
8. Ryadnov, A. I. Ocenka drobleniya i travmirovaniya zerna ozimoy pshenicy pri uborke sorgouborochnym kombajnom [Текст] / A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova, S. A. Davydova // Estestvennye nauki. - 2014. - №3. - S. 75-79.

9. Skvortsov, A. K. Razrabotka resursosberegayuschih tehnologij i sredstv mehanizacii uborki zernovyh kul'tur na osnove ispol'zovaniya inercionno-ochesnyh molotil'nyh apparatov [Tekst] : avtoref. dis. doktora tehn. nauk:05.20.01/ Skvortsov Aleksandr Konstantinovich. - Volgograd, 2005. - 40 s.
10. Strona, I. G. Obschee semenovedenie polevyh kul'tur [Tekst] / I. G. Strona. - M.: 1966. - 464 s.
11. Schelevoj biter s transportiruyushej plastinoj [Tekst] : patent na izobretenie №2199203, A01D 41/08 / Ryadnov A. I., Skvortsov A. K., Sharipov R. V., Ileneva S. V.; zayavitel' i patentoobladatel' - FGOU VPO Volgogradskaya GSXA; zayavl. 15.11.2000; opubl. 27.02.03, Byul.№6.
12. Ovchinnikov, A. S. Evaluation of reliability of sorghum harvester/ A. S. Ovchinnikov, A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova, S. D. Fominand R. V. Sharipov// ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - VOL. 12, NO. 7, APRIL 2017. - S. 2277-2284.

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

УДК 666.9.017: 620.179

**ПРОВЕРКА И ПРАКТИЧЕСКОЕ ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДА
ДИАГНОСТИКИ МАРКИ ПО ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ
БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕЛИОРАТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ**
**VERIFICATION AND PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE METHOD
OF DIAGNOSIS, GRADE WATERPROOFING OF CONCRETE STRUCTURES
DRAINAGE STRUCTURES**

С.Я. Семененко¹, доктор сельскохозяйственных наук

Д.П. Арьков^{1,2}, кандидат технических наук

С.С. Марченко¹, кандидат технических наук

S.Y. Semenenko¹, D.P. Arkov^{1,2}, S.S. Marchenko¹

¹Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий
– филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии,
комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», г. Волгоград

¹Volga research Institute of ecological technology

²Волгоградский государственный аграрный университет,

²Volgograd State Agrarian University

Решение задачи повышения проектных сроков эксплуатации сооружений в значительной мере определяется эффективностью системы мониторинга и диагностики состояния железобетонных конструкций на протяжении всего периода их эксплуатации. На современном этапе развития диагностики состояния конструкций мелиоративных сооружений важное место занимают разработки новых эффективных методов и способов оценки физико-механических характеристик конструкций. Признанным методом неразрушающего контроля качества в настоящее время является ультразвуковой метод, имеющий такие преимущества, как сниженные затраты времени, трудоемкости, а также стоимость. В статье рассмотрен метод определения марки по водонепроницаемости, одной из важнейших характеристик бетона мелиоративных сооружений. Приведены сведения о разработанном методе определения водонепроницаемости бетона, основанном на использовании универсального показателя относительного параметра скорости распространения ультразвука в бетоне и учитывающем влажность при определении марки бетона по водонепроницаемости. Приведён порядок действий при применении разработанного метода диагностики марки бетона по водонепроницаемости на действующем мелиоративном сооружении. Основные достоинства предложенного ультразвукового метода заключаются в возможности получать и сравнивать свойства материала не только на лабораторных образцах, но и на действующих гидротехнических сооружениях, позволяя производить оперативный контроль свойств бетона в разрез с другими методами.

The solution to the problem of increasing the design life of the structures is largely determined by the effectiveness of the system of monitoring and diagnosing the condition of concrete structures during the whole period of their operation. At the present stage of development of diagnosis of state of structures and reclamation constructions occupy an important place for the development of new effective methods and means of evaluation of physical-mechanical characteristics of structures. The primary method of nondestructive testing is currently the ultrasound method, having such advantages as the time and less cost. The article discusses one of the most important characteristics of concrete drainage structures his mark for water resistance. Provides information on the developed method of determining the grade of concrete on water resistance is based on the use of universal indicator of the relative setting speed of propagation of ultrasound in concrete taking into account the humidity when determining the grade of concrete for water resistance. The following is the procedure for applying the developed method of diagnostics of the grade of concrete for water reclamation at the existing facility. The main advantages of the proposed ultrasonic method is the ability to obtain and compare the material properties not only on laboratory specimens but also at existing hydraulic structures, allows efficient control of the properties of concrete at odds with other methods.

Ключевые слова: *ультразвук, влажность, диагностика, марка бетона, водонепроницаемость, неразрушающие методы контроля, прочность, гидротехническое сооружение.*

Key words: *ultrasound, humidity, diagnosis, grade of concrete, water resistance, non-destructive testing, durability, hydraulic structure.*

Введение. В настоящее время поднимается вопрос о продлении эксплуатационно-технического ресурса мелиоративных сооружений. Это невозможно выполнить без детального инженерно-технического обследования состояния конструкций, а также свойств материала, из которых они выполнены. Бетонные и железобетонные конструкции составляют основную часть гидротехнических и мелиоративных сооружений, поэтому от их состояния зависят надежность и дальнейший срок эксплуатации [5]. Среди различных свойств бетона, отвечающих за долговечность, особая роль отводится водонепроницаемости.

На современном этапе развития диагностики состояния конструкций мелиоративных сооружений в Поволжском научно-исследовательском институте эколого-мелиоративных технологий – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН» важное место занимают разработки новых эффективных методов и способов оценки физико-механических характеристик конструкций [1].

Можно с определенной уверенностью утверждать, что основным методом неразрушающего контроля качества в наше время является ультразвуковой метод [2, 8, 10]. Его преимущества перед другими методами – снижение затрат времени, трудоемкости и меньшая стоимость. Достоверность ультразвукового контроля зависит от параметров контроля – длины волны и угла ввода в материал ультразвуковых колебаний, используемой предельной чувствительности и др., при выборе которых учитывают акустические характеристики материала и, в первую очередь, коэффициент затухания и скорость распространения ультразвуковых колебаний [9].

Целью данной работы является проверка возможности применения разработанного метода диагностики бетона по водонепроницаемости на действующем мелиоративном сооружении.

Материалы и методы. С целью совершенствования способов диагностики марки по водонепроницаемости бетонных конструкций гидротехнических и мелиоративных сооружений в лаборатории ПНИИЭМТ был разработан и апробирован способ, основанный на измерении скорости прохождения ультразвука в материале. Известно, что

прочность бетона находится в тесной связи со скоростью распространения УЗВ в нем, что и исследуется в ходе неразрушающего контроля прочности по ГОСТ 17624-2012, наличие дефектов в толще бетона, таких как трещины и поры, также влияют на величину скорости УЗВ. При наличии дефектов скорость снижается [6, 7]. Марка бетона по водонепроницаемости имеет связь с пористостью бетона. Эти обстоятельства и легли в основу предложенного метода. Исследования проведены в следующем порядке.

В лаборатории подготовлены бетонные образцы цилиндрической формы, по ГОСТ 12730.5-84 диаметром и высотой 150 мм, варьируя водоцементным отношением, подготовлены 4 серии по шесть образцов следующих классов бетона по прочности: В15; В20; В22,5; В25; В30. В процессе изготовления образцов цилиндрической формы, параллельно подготовлены образцы кубической формы, по которым по прошествии 28 суток уточнен класс прочности [3].

Лабораторные исследования проводились в несколько этапов:

1. Измерение скорости распространения ультразвука в бетонных образцах с помощью ультразвукового прибора «Пульсар-1.2». Определение марки бетона по водонепроницаемости, с помощью прибора «Агама-2РМ». Используя стандартные методы [4], выделены следующие марки бетона по водонепроницаемости: W8, W10, W12. В результате построены графики, свидетельствующие о том, что для образцов одной марки по водонепроницаемости скорость находится в определенных пределах.

2. Замачивание образцов до постоянной влажности, затем высушивание при регулярном контроле влажности (V %) и скорости распространения УЗК (C_j) в каждом образце. В процессе второго этапа подтверждается возможность использования в дальнейшей работе ранее предложенного универсального показателя $-C_0/C_j$ относительного параметра скорости распространения ультразвука в бетоне в зависимости от его влажности [2].

В результате проведенных опытов и выполненных теоретических исследований выявлено, что предложенный показатель может быть описан уравнением вида:

$$C_0/C_j = 1 - 0,00069V^{3,1}, \quad (1)$$

где C_j – скорость распространения ультразвука в бетоне при соответствующей влажности, м/с; C_0 – скорость распространения УЗК в бетоне при $V = 0$ %, м/с; 0,00069 и 3,1 эмпирические коэффициенты; V – влажность бетона, % (по массе).

Коэффициент корреляции полученной зависимости (1) составляет $K = 0,996$.

В результате обобщения опытных данных построен график (рисунок 1) зависимости интегрального показателя C_0/C_j и марки по водонепроницаемости с учетом влажности материала.

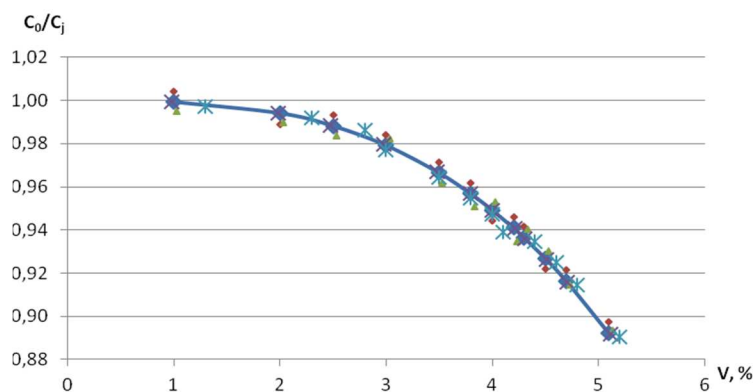


Рисунок 1 – График изменения параметра (C_0/C_j) в образцах от их влажности (V):

× В 12,5; ♦ - В 22,5; ▲ – В 25; ■ – В 35...40 – соответствующие прочности образцов бетона

По полученным результатам построены регрессионные модели зависимостей относительного параметра (C_0/C_j) скорости распространения ультразвука (УЗК) и влажности (V) при разных марках бетона по водонепроницаемости (рисунок 2).

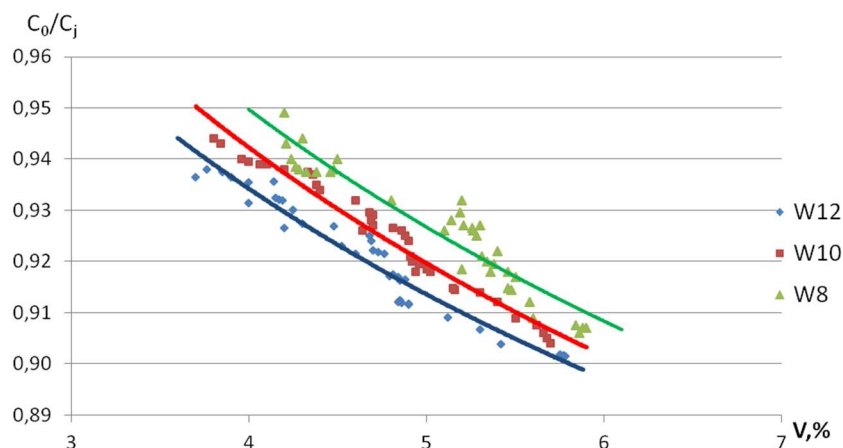


Рисунок 2. График зависимости относительного параметра (C_0/C_j) от влажности (V) для разных марок бетона по водонепроницаемости

Несмотря на некоторый разброс значений, обусловленный множеством факторов, определяющих свойства, между универсальным показателем (C_0/C_j) и маркой бетона по водонепроницаемости (W) существует устойчивая зависимость. Построенные кривые описываются уравнением степенной функции вида:

$$C_0/C_j = C_0 + 1,11V^{-0,11}. \quad (2)$$

Результаты экспериментов нахождения средних значений скоростей в образцах различных марок по водонепроницаемости представлены на рисунке 3 квадратами. Их расположение на графике описывается уравнением:

$$C_j = 1221,4W^{0,58}, \quad (3)$$

где C_j – скорость распространения ультразвука в бетоне при соответствующей влажности, м/с; W – марка бетона по водонепроницаемости; 1221,4 и 0,58 – эмпирические коэффициенты.

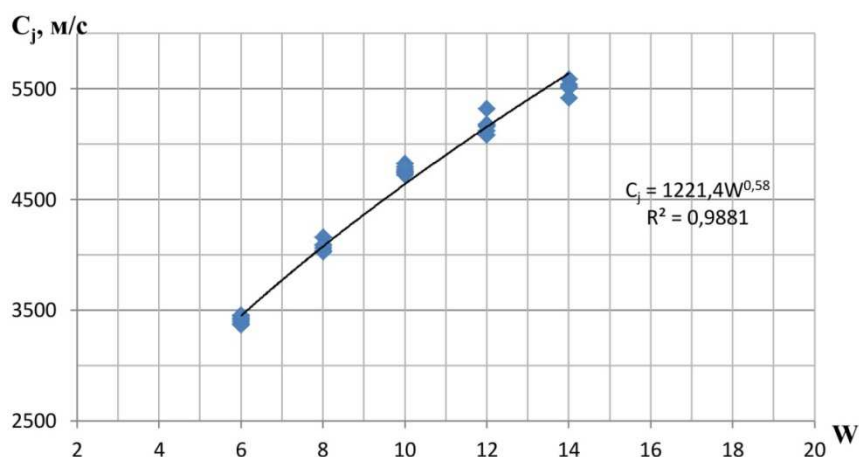


Рисунок 3 – График зависимости скорости распространения ультразвуковой волны в образцах бетона различных марок по водонепроницаемости

Полученные зависимости (1), (2) и (3) ложатся в основу разработанного современного метода ультразвукового диагностирования с учетом влажности бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений.

Результаты и обсуждение. Внедрение результатов научных исследований в практику – заключительный, наиболее ответственный этап научно-исследовательских работ, на котором результаты теоретических исследований (часто многолетних, связанных с длительными экспериментами) проверяются практикой. При строительстве магистральной и распределительной сети Большой Волгоградской мелиоративной системы, для облицовок каналов применялись сборные железобетонные плиты. Интересным и практически значимым является исследование по диагностированию фактической марки по водонепроницаемости бетонных противофильтрационных облицовок сооружения.

Для реализации поставленной задачи на стадии подготовки и проведения диагностики выполнялись следующие положения:

1. Водонепроницаемость определяют на участках, не имеющих видимых повреждений.
2. Перед проведением испытания необходимо определить положение рабочей арматуры и выбрать участки прозвучивания таким образом, чтобы расстояние от ультразвуковых преобразователей до проекции арматуры на поверхность конструкции было не менее 60 % базы прозвучивания.
3. Ультразвуковое прозвучивание производится поверхностным способом.
4. Определяется влажность конструкции.
5. Результаты измерений фиксируются, исключаются максимальное и минимальное значения скорости, оставшиеся значения подвергаются математической обработке.
6. Марка по водонепроницаемости определяется на основе установленных зависимостей с учетом влажности материала.

Для верификации марки бетона по водонепроницаемости использовалось устройство типа «Агама-2РМ» (рисунок 4).



Рисунок 4 – Определение марки бетона по водонепроницаемости с помощью устройства «Агама-2РМ»

Результаты полученных в процессе исследования значений скорости распространения ультразвуковой волны (рисунок 5), водонепроницаемости, найденной с помощью устройства «Агама-2РМ», влажности и расчетной марки бетона по участкам представлены в таблице 1.



Рисунок 5 – Определение скорости ультразвуковой волны противофильтрационной облицовки на Большой Волгоградской оросительной системе

Таблица 1 – Экспериментальные и расчетные данные

№ участка исследования	№ изм.	Скорость ультразвуковой волны, м/с (ПИБ)	Марка по водонепроницаемости (W_A) (АГАМА-2Р)	Влажность, % (ВИМС)	Расчетная марка по водонепроницаемости, (W_p)	Уточненная марка по водонепроницаемости, (W_y)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	4790	10	5,9	10,55	10
	2	4850	12	5,7	10,78	10
	3	4820	12	5,2	10,66	10
	4	4835	12	5,8	10,72	10
	5	4880	14	5,7	10,89	10
	6	4786	10	5,3	10,53	10
Среднее значение уч.		4826,83	12	5,6		
2	7	5132	14	5,3	11,88	12
	8	5119	12	5,3	11,83	12
	9	4986	10	5,3	11,30	10
	10	4996	10	5,4	11,34	10
	11	5106	12	5,4	11,78	12
	12	5124	12	5,5	11,85	12
Среднее значение уч.		5077,17	12	5,4		
3	13	4946	14	4,8	11,15	10
	14	4796	10	4,7	10,57	10
	15	4876	12	4,6	10,88	10
	16	4938	12	4,8	11,12	10
	17	4934	14	5,1	11,10	10
	18	4897	12	4,8	10,96	10
Среднее значение уч.		4897,83	12	4,8		
4	19	4500	6	5,5	9,47	8
	20	4503	6	5,5	9,48	8
	21	4562	8	5,4	9,70	8
	22	4498	8	5,3	9,47	8
	23	4508	8	5,5	9,50	8
	24	4605	8	5,4	9,86	8
Среднее значение уч.		4529,33	8	5,4		

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
5	25	4781	10	5,5	10,52	10
	26	4717	8	5,4	10,27	10
	27	4726	8	5,4	10,31	10
	28	4742	8	5,7	10,37	10
	29	4741	10	5,3	10,36	10
	30	4732	8	5,4	10,33	10
Среднее значение уч.		4739,83	8	5,5		
6	31	4307	4	5,4	8,78	8
	32	3918	2	6,2	7,46	6
	33	4286	4	6,4	8,71	8
	34	4312	4	6,1	8,80	8
	35	3945	4	6,3	7,55	6
	36	3921	2	6,1	7,47	6
Среднее значение уч.		4114,83	2	6,1		
7	37	4934	10	5,4	11,10	10
	38	4924	8	5,3	11,06	10
	39	4931	8	5	11,09	10
	40	4962	10	5,6	11,21	10
	41	4896	8	5,2	10,96	10
	42	4884	8	5,8	10,91	10
Среднее значение уч.		4921,83	8	5,4		
8	43	4570	6	5,4	9,73	8
	44	4547	8	5,8	9,64	8
	45	4560	8	5,7	9,69	8
	46	4603	8	5,2	9,85	8
	47	4512	6	4,8	9,52	8
	48	4584	8	5,2	9,78	8
Среднее значение уч.		4562,67	8	8,0	9,70	8

Заключение. При проектировании и выполнении ремонтных работ в расчет необходимо принять марку бетона по водонепроницаемости, ближайшую к расчетной в меньшую сторону.

Кроме того, очевидно, что результаты диагностики должны импортироваться и распознаваться моделирующей системой для математического моделирования и своевременного принятия решения о дальнейшем сроке эксплуатации, возможном ремонте и др. Применение современных ультразвуковых приборов и разработанного метода позволяет все это выполнять на практике в реальных условиях.

При применении разработанного метода необходимо для обследуемого участка с использованием стандартных методов построить тарировочную кривую «марка по водонепроницаемости – скорость ультразвука». И делать это необходимо по большому числу испытаний, многократно повторяя их на образцах или в одних и тех же местах конструкций. При этом целесообразно проводить измерения в наиболее ответственных местах конструкции.

Библиографический список

1. Арьков, Д.П. Диагностирование технического состояния железобетонных конструкций сооружений и оснований мелиоративных систем ультразвуковым способом [Текст]/Д.П. Арьков, С.С. Марченко // Международный Научный Институт "Educatio" XI (18). – М., 2015. – С. 141-146.

2. Алимов, А.Г. Современные методы ультразвукового диагностирования бетонных и железобетонных конструкций сооружений, эксплуатируемых в условиях высокого водонасыщения и низких температур, для предупреждения чрезвычайных ситуаций [Текст]/А.Г. Алимов, В.В. Карпунин // Технологии гражданской безопасности. – 2006. – №3. – С. 36-44.
3. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам [Текст] : ГОСТ 10180-2012 взамен ГОСТ 10180-90; Введ. с 01.07.2003. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2013. – 30с.
4. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости (с Изменением N 1) [Текст]: ГОСТ 12730.5-84 - взамен ГОСТ 12730.5-78, ГОСТ 19426-74; Введ. с 1985.07.01. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2007. – 12 с.
5. Попов, В.П. Неразрушающий оперативный метод контроля морозостойкости бетонов гидротехнических сооружений [Текст]/ В.П. Попов // Вестник МГСУ. – 2012. – № 8. – С. 139-142.
6. Семененко, С.Я. Методика ультразвукового диагностирования водонепроницаемости бетона конструкций гидротехнических сооружений [Текст]/ С.Я. Семененко, Д.П. Арьков, С.С. Марченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1 (37). – С. 186-191.
7. Улыбин, А.В. Применение ультразвукового метода для оценки зоны повреждения железобетона после пожара [Текст]/ А.В. Улыбин, С.Д. Федотов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 7. – С. 38-40.
8. J. Helal, M. Sofi, P. Mendis Non-Destructive Testing of Concrete: A Review of Methods Special Issue // Electronic Journal of Structural Engineering 14(1) 2015.
9. Sriravindrarajah, R. and Swamy, R. Development of a Conductivity Probe to Monitor Setting Time and Moisture Movement in Concrete //Cement, Concrete and Aggregates, Vol. 4, No. 2, 1982, pp. 73-80, ISSN 0149-6123.
10. Relly Victoria Virgil Petrescu et al. Testing by Non-Destructive Control //American Journal of Engineering and Applied Sciences 2017, 10 (2): 568.583 DOI: 10.3844/ajeassp.2017.568.583.

Reference

1. Ar'kov, D. P. Diagnostirovanie tehnikeskogo sostoyaniya zhelezobetonnyh konstrukcij sooruzhenij i osnovanij meliorativnyh sistem ul'trazvukovym sposobom [Tekst]/D. P. Ar'kov, S. S. Marchenko // Mezhdunarodnyj Nauchnyj Institut "Educatio" XI (18). - M., 2015. - S. 141-146.
2. Alimov, A. G. Sovremennye metody ul'trazvukovogo diagnostirovaniya betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij sooruzhenij, jkspluatiruemyh v usloviyah vysokogo vodonasyscheniya i nizkih temperatur, dlya preduprezhdeniya chrezvychajnyh situacij [Tekst]/A. G. Alimov, V. V. Karpunin // Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti. - 2006. - №3. - S. 36-44.
3. Betony. Metody opredeleniya prochnosti po kontrol'nym obrazcam [Tekst] : GOST 10180-2012 vzamen GOST 10180-90; Vved. s 01.07.2003. - M.: Izd-vo Standartinform, 2013. - 30s.
4. Betony. Metody opredeleniya vodonepronaemosti (s Izmeneniem N 1) [Tekst]: GOST 12730.5-84 - vzamen GOST 12730.5-78, GOST 19426-74; Vved. s 1985.07.01. - M.: Izd-vo Standartinform, 2007. - 12 s.
5. Popov, V. P. Nerazrushayuschij operativnyj metod kontrolya morozostojkosti betonov gidrotehnikeskikh sooruzhenij [Tekst]/ V. P. Popov // Vestnik MGSU. - 2012. - № 8. - S. 139-142.
6. Semenenko, S. Ya. Metodika ul'trazvukovogo diagnostirovaniya vodonepronaemosti betona konstrukcij gidrotehnikeskikh sooruzhenij [Tekst]/ S. Ya. Semenenko, D. P. Ar'kov, S. S. Marchenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee profesional'noe obrazovanie. - 2015. - № 1 (37). - S. 186-191.
7. Ulybin, A. V. Primenenie ul'trazvukovogo metoda dlya ocenki zony povrezhdeniya zhelezobetona posle pozhara [Tekst]/ A. V. Ulybin, S. D. Fedotov // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. - 2009. - № 7. - S. 38-40.
8. J. Helal, M. Sofi, P. Mendis Non-Destructive Testing of Concrete: A Review of Methods Special Issue // Electronic Journal of Structural Engineering 14(1) 2015.

9. Sriravindrarajah, R. and Swamy, R. Development of a Conductivity Probe to Monitor Setting Time and Moisture Movement in Concrete //Cement, Concrete and Aggregates, Vol. 4, No. 2, 1982, pp. 73-80, ISSN 0149-6123.

10. Rely Victoria Virgil Petrescu et al. Testing by Non-Destructive Control //American Journal of Engineering and Applied Sciences 2017, 10 (2): 568.583 DOI: 10.3844/ajeassp.2017.568.583

E-mail: pniiemt@yandex.ru

УДК 635.135

**ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА
ASSESSMENT OF PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL SCHEMES
POTATO HARVESTER**

И.А. Успенский, доктор технических наук, профессор

Г.К. Рембалович, доктор технических наук, доцент

М.Ю. Костенко, доктор технических наук, доцент

Р.В. Безносюк, кандидат технических наук

I. A. Uspenskiy, G. K. Rymbalovich, M. U. Kostenko, R. V. Beznosyuk

*Рязанский государственный агротехнологический университет
им. П.А. Костычева*

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

В статье рассмотрен вопрос расширения диапазона почвенно-климатических условий эффективной работы картофелеуборочных машин за счет внедрения в технологическую схему разработанных технических решений, позволяющих интенсифицировать процесс разделения клубненосного вороха и снизить повреждения клубней при взаимодействии с металлическими поверхностями рамы и при ударе о поверхность кузова транспортного средства во время разгрузки накопительного бункера. Приведены описания и принцип работы разработанных устройств: для подкапывающей части картофелеуборочных комбайнов разработан выкапывающий рабочий орган, для органов просеивной сепарации был разработан разравнивающий интенсификатор с упругими рабочими элементами, установленными над рабочей ветвью полотна в его передней части, для органов выносной сепарации разработаны интенсификаторы в виде клубнеотражающих отбойных валиков, для ограничения взаимодействия клубней картофеля с металлическими боковыми поверхностями кузова комбайна на боковых поверхностях транспортеров органов просеивной и выносной сепарации разработаны ограничители в виде упругих элементов, для снижения скорости движения падающих клубней и уменьшения перепада высоты между выгружным транспортером и кузовом транспортного средства разработано устройство для гашения энергии падающих клубней картофеля. Приведены результаты сравнительных испытаний серийных и усовершенствованных картофелеуборочных машин. В заключении сделан вывод о расширении диапазона эффективного использования разработанных устройств.

The article considers the issue of expanding the range of soil and climatic conditions for effective operation of potato harvesting machines through the introduction in the technological scheme of the developed technical solutions allowing to intensify the process of separation of tuber piles and to reduce damage of tubers during interaction with metallic surfaces of the frame when hitting the surface of the vehicle body during unloading of the storage bin. The descriptions and operation of the developed devices: mines, for part of the potato harvesters developed by digging up working body, for bodies posevnoi separation was developed by levelling the intensifier with elastic working elements mounted on the working branch of the paintings in the front part of the bodies external separation intensifiers developed in the form of pneumatic cylinders clonearray, to limit the interaction of potato tubers with the metal side surfaces of the combine body on the side surfaces of the conveyors of the

sieving and external separation bodies, limiters in the form of elastic elements were developed, to reduce the speed of the falling tubers and to reduce the height difference between the unloading conveyor and the body of the vehicle, a device was developed to extinguish the energy of the falling potato tubers. The results of comparative tests of serial and improved potato harvesting machines are presented. In conclusion, it is concluded that the range of effective use of the developed devices is expanded.

Ключевые слова: картофелеуборочный комбайн, картофель, уборка, интенсификация, сепарация.

Key words: potato harvester, potato harvesting, intensification, separation.

Введение. В Российской Федерации картофель считается «вторым хлебом», и его производство по машинным технологиям существенно влияет на продовольственную безопасность страны. Зачастую уборка картофеля происходит в неблагоприятных погодных и почвенно-климатических условиях (повышенная или пониженная влажность), что заставляет производителей осуществлять ее в сжатые сроки, целенаправленно изменяя регулировки картофелеуборочных машин за пределы рациональных значений, увеличивая при этом показатели потерь и повреждений клубней.

В Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (ФГБОУ ВО РГАТУ) на протяжении нескольких лет разрабатываются технические решения, позволяющие расширить диапазон почвенно-климатических условий, в котором показатели работы картофелеуборочных машин будут находиться в пределах агротехнических требований [1].

Картофелеуборочные комбайны имеют сложную компоновку и состоят из нескольких отдельных блоков, отвечающих за процессы выкапывания и сепарации картофельного вороха, транспортировки и выгрузки картофеля из накопительного бункера [1]. Для каждого отдельного блока имеются свои специфические требования, и зачастую, при рассмотрении каждого из блоков в отдельности, они этим требованиям соответствуют. Однако в процессе последовательного включения в работу всех органов машины наблюдается отклонение агротехнических показателей от требуемых, что наиболее ярко проявляется при работе в условиях, отличных от оптимальных.

Материалы и методы. Учеными ФГБОУ ВО РГАТУ, в том числе и авторами статьи, были созданы устройства, позволяющие расширить диапазон условий, при котором показатели работы картофелеуборочных комбайнов будут находиться в пределах агротехнических требований [4].

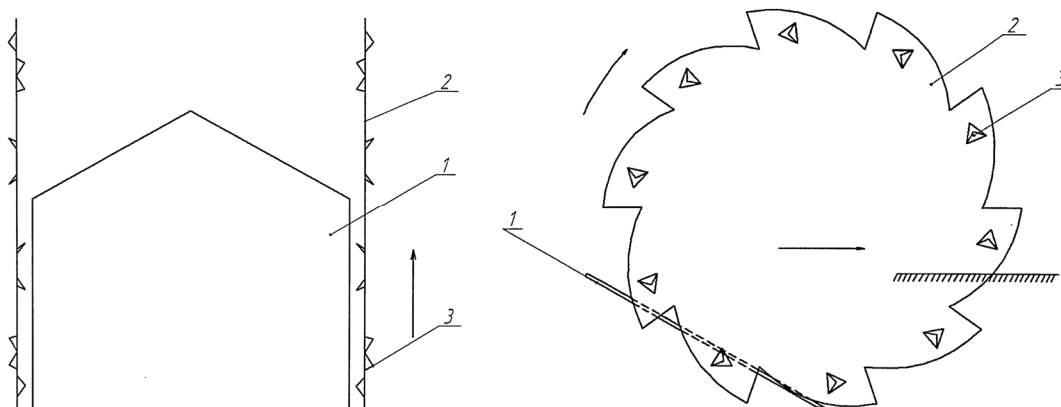


Рисунок 1 – Выкапывающий рабочий орган:

1 – лемех; 2 – диск; 3 – почвозацеп

Для подкапывающей части картофелеуборочных комбайнов разработан выкапывающий рабочий орган (патент РФ № 134 735) (рисунок 1), содержащий лемех и вертикально установленные по обе стороны от него зубчатые диски, отличающийся тем, что на торцах дисков в центре каждого зуба выполнены почвозацепы в виде равносторонних треугольников, одна сторона которых параллельна нерабочей кромке зуба, а две другие прорезаны в теле диска, при этом треугольники отогнуты попеременно в обе стороны диска относительно его торца на угол $45-90^\circ$, и их площадь не превышает $1/3$ площади зуба.

Процесс сепарации картофельного вороха, как правило, в картофелеуборочных комбайнах разделен на 2 этапа: просевная и выносная. Задачей просеивной сепарации служит максимальное разделение почвенных и растительных примесей от клубней картофеля, выносной – заключительное разделение компанентов. Особенности работы рабочих органов просеивной и выносной сепарации служит интенсивное воздействие на картофельный ворох, что зачастую приводит к повреждениям клубней картофеля. В сложных почвенно-климатических условиях, например при повышенной влажности, наблюдается прилипание почвы к рабочим органам, что существенно снижает показатели их работы.

Для органов просеивной сепарации были разработаны разравнивающие интенсификаторы с упругими рабочими элементами (патент РФ №2 438 289) (рисунок 2), установленными над рабочей ветвью полотна в его передней части. Рабочие элементы выполнены в виде упругих спиральных лент, которые укреплены на приводных валах прерывисто. При этом одни концы спиральных лент прикреплены к валам шарнирно, а другие концы лент размещены с возможностью свободного перемещения вдоль оси валов [2].

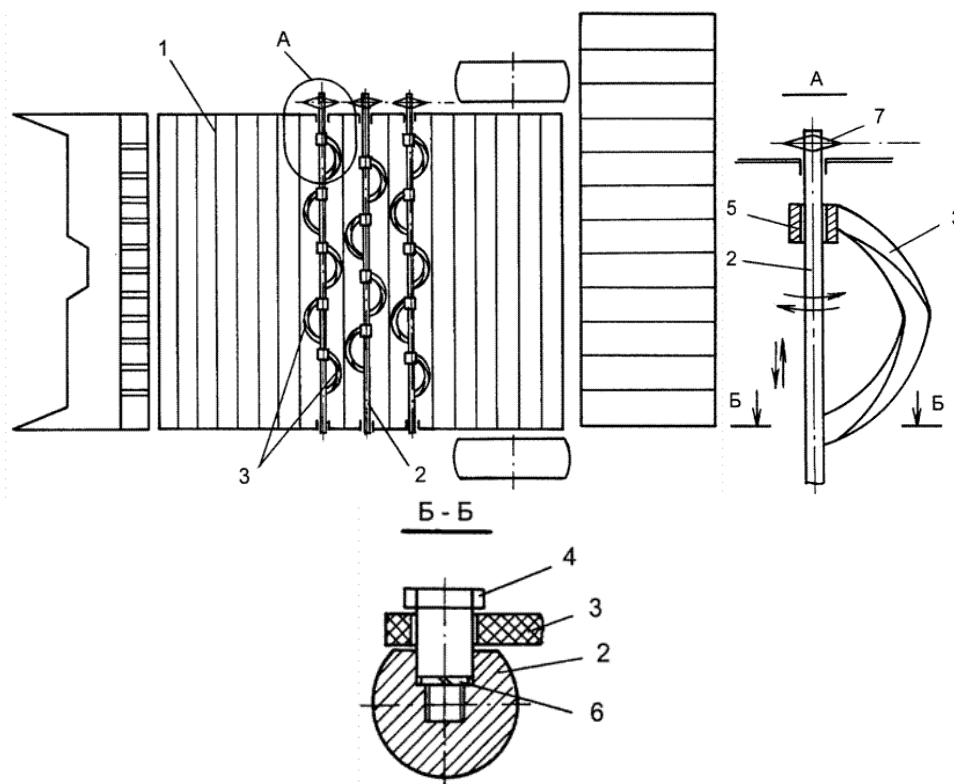


Рисунок 2 – Интенсификаторы с упругими рабочими элементами:
1 – просеивающий элеватор; 2 – приводные валы; 3 – рабочие элементы; 4 – шарнир;
5 – промежуточная втулка; 6 – шайба; 7 – приводная звезда

Для органов выносной сепарации разработаны интенсификаторы в виде клубнеотражающих отбойных валиков (патенты РФ №95 960 [10, 2, 9], №63 637, №2 245 011 [11] (рисунок 3), №2 454 850 [12]). Все интенсификаторы имеют ряд технических решений, направленных на обеспечение качественных показателей работы органа выносной сепарации в более широком диапазоне почвенно-климатических условий [3, 8, 6].

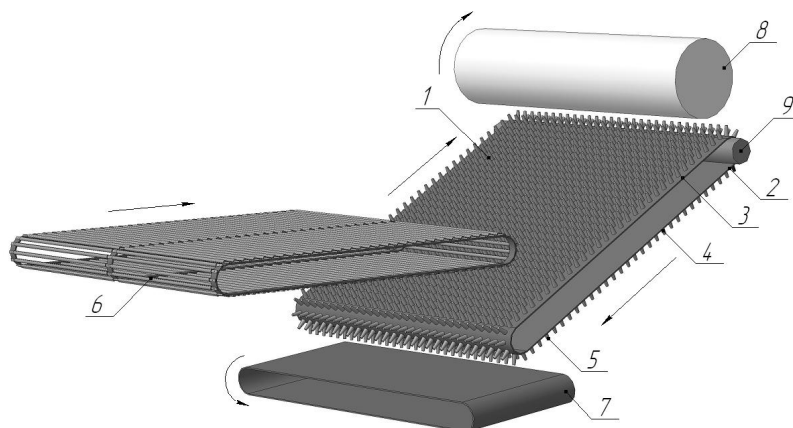


Рисунок 3 – Орган выносной сепарации с установленным усовершенствованным клубнеотражателем: 1 – разделительная горка; 2 – конвейерная лента; 3, 4 – рабочая и обратная ветвь; 5 – упругий палец; 6 – конвейер загрузки картофельного вороха; 7 – конвейер выгрузки клубней; 8 – головной барабан; 9 – интенсификатор

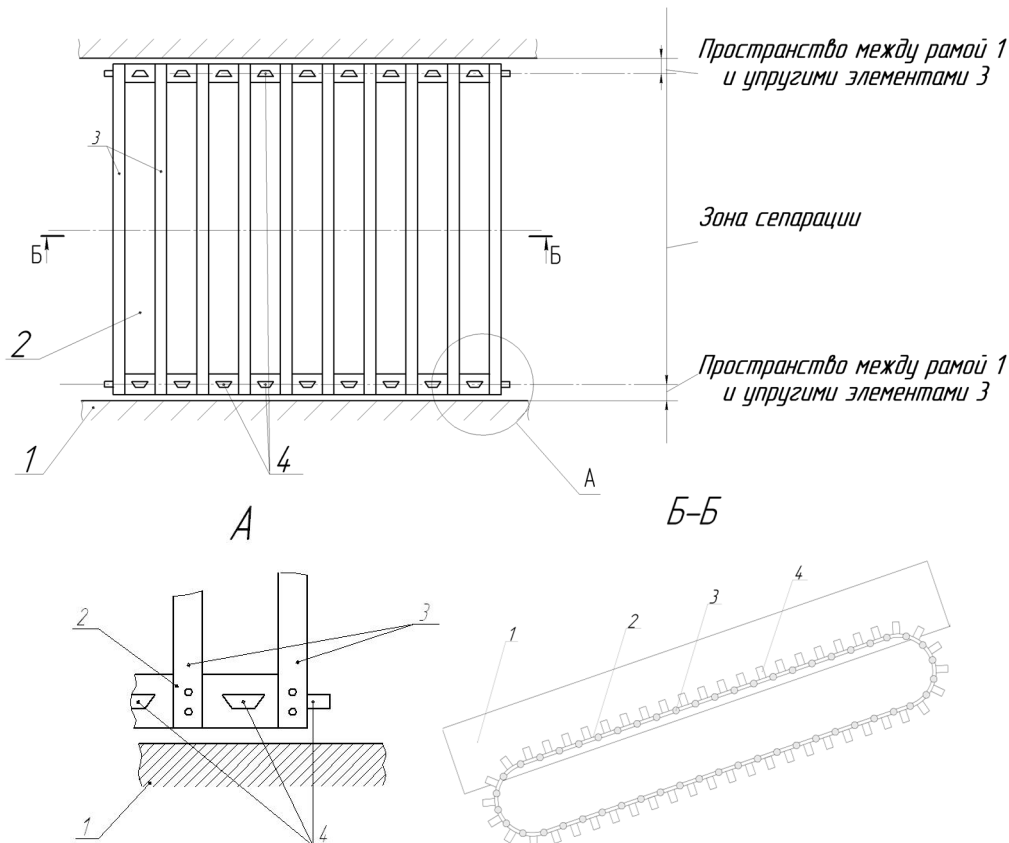


Рисунок 4 – Ограничители в виде упругих элементов: 1 – рама; 2 – сепарирующий транспортер; 3 – прутки транспортера; 4 – упругие элементы

С целью ограничения взаимодействия клубней картофеля с металлическими боковыми поверхностями кузова комбайна на боковых поверхностях транспортеров органов просеивной и выносной сепарации, предлагается устанавливать оригинальные ограничители в виде упругих элементов (патент РФ №2 464 765) (рисунок 4), что позволит снизить повреждения при уборке и потери клубней при последующем хранении.

При выгрузке клубней в транспортное средство зачастую наблюдаются повреждения клубней, связанные с ударами о кузов при падении с высоты около 2 метров [5]. Для снижения скорости движения падающих клубней и уменьшения перепада высоты между выгрузным транспортером и кузовом транспортного средства в блок наполнения и выгрузки продукции предлагается устанавливать разработанное устройство для гашения энергии падающих клубней картофеля (патент РФ №102 171) (рисунок 5).

С целью возможности применения разработанных устройств, были проведены полевые исследования в период массовой уборки картофеля (середина августа – начало октября) в условиях сельскохозяйственных предприятий, занимающихся производством картофеля по машинным технологиям.

Программа экспериментальных исследований усовершенствованного картофелеуборочного комбайна заключалась в исследовании процесса сепарации и сравнительные полевые испытания комбайнов при возделывании картофеля по различным технологиям.

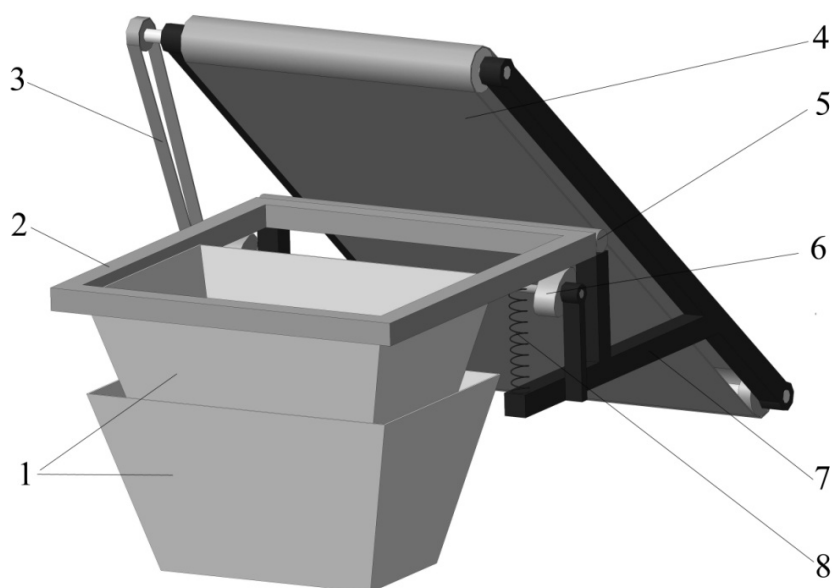


Рисунок 5 – Устройство для гашения кинетической энергии клубней картофеля при падении: 1 – емкость; 2 – рычаг; 3 – привод; 4 – транспортер; 5 – шарнир; 6 – диск с кулачком; 7 – жесткая рама; 8 – пружина

Объектом исследований выступали серийный и усовершенствованный картофелеуборочный комбайн марки DR1500.

Проведение полевых исследований проводилось в соответствии с ГОСТ 20915-75 и СТО АИСТ 8.5 – 2010, ГОСТ 54781-11 с использованием поверенного оборудования.

При проведении исследований измерялись и рассчитывались эксплуатационно-технологические показатели: состав вороха (по массе) в бункере комбайна, %; производительность в час основного и эксплуатационного времени, га/ч; эксплуатационные коэффициенты; рабочая скорость агрегата, км/ч; количество и степень повреждений клубней, %; качество выполнения технологического процесса, %; удельный расход топлива, кг/га.

Результаты и обсуждение. Результаты эксплуатационно-технологической оценки серийных и усовершенствованных картофелеуборочных комбайнов DR-1500 представлены в таблице.

Анализ полученных результатов показывает, что применение на картофелеуборочных комбайнах, разработанных в ФГБОУ ВО РГАТУ устройств, существенно влияет на качество работы в условиях отличных от оптимальных.

Таблица – Результаты эксплуатационно-технологической оценки серийных и усовершенствованных картофелеуборочных комбайнов DR-1500.

Наименование показателя	Действующие требования	Средняя влажность почвы, %					
		до 16 %		16...23 %		св. 23 %	
		Серийный	Усовершенствованный	Серийный	Усовершенствованный	Серийный	Усовершенствованный
Рабочая скорость машины, м/с	---	4,1	4,3	4,5	4,5	3,5	3,8
Полнота выкапывания клубней, %:							
- собрано в тару	≥97	94,4	97,8	98,4	98,9	93,7	97,3
- оставлено на поверхности почвы	-	5,6	2,2	1,6	1,1	6,3	2,7
в том числе не оторвано от ботвы	-	0	0	0,1	0	0,5	0,2
- оставлено в почве	-	0	0	0	0	0	0
Потери, всего, %	≤ 3	5,6	2,2	1,6	1,1	6,3	2,7
Состав вороха клубней, %:							
- клубни	≥ 80	76,4	89,7	84,8	90,3	69,2	82,4
- почва	-	23,5	10,2	15,0	9,5	30,4	17,4
- камни	-	0	0	0	0	0	0
- растительные остатки	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2
- прочие примеси	-	0	0	0	0	0	0
Повреждение клубней по массе, %	≤ 10	15,14	6,64	6,03	4,46	6,15	3,67
Производительность, га/ч:							
- за 1 ч основного времени	-	0,62	0,65	0,68	0,68	0,53	0,57
- за 1 ч эксплуатац. времени	≥ 0,3	0,39	0,45	0,52	0,54	0,28	0,35
Коэффициент использования эксплуатационного времени	≥ 0,60	0,64	0,69	0,77	0,80	0,54	0,62
Удельный расход топлива, кг/га							
кг/ч	-	27,2	24,4	18,9	19,3	41,0	33,7
		10,6	11,0	9,8	10,4	11,5	11,8

Заключение. Результаты сравнительных испытаний серийного и усовершенствованного картофелеуборочного комбайнов в условиях отличных от оптимальных показали повышение чистоты клубней в бункере при снижении повреждений клубней и уменьшении потерь продукции.

Библиографический список

1. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях рязанской области [Текст] / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, А.А. Голиков, Р.В. Безносюк [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2013. – № 1(17). – С. 64-68.
2. Безносюк, Р.В. Совершенствование органа выносной сепарации картофелеуборочных машин [Текст] : автореф. дис. канд. технич. наук: 05.20.01 / Р.В. Безносюк / Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева. – Саранск. 2013. – 20 с.
3. Инновационные решения вторичной сепарации: результаты испытаний в картофелеуборочных машинах [Текст]/ Д.Н. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2011. – № 4(12). – С. 34-37.
4. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв [Текст]/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2014. – №4. – С. 59-64.
5. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля [Текст]/ И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4(8). – С. 72-74.
6. Рембалович, Г.К. Теоретические основы исследования рабочих органов на основе моделирования процесса вторичной сепарации в картофелеуборочных машинах [Текст]/ Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №89. – С.700-720.
7. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины [Текст] : патент на изобретение №2438289, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 / Рязанов Н.А., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Оpubл. 10.01.2012, бюл. №1.
8. Технологическое и теоретическое обоснование конструктивных параметров органов вторичной сепарации картофелеуборочных комбайнов для работы в тяжелых условиях [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2012. – №4. – С. 87-90.
9. Успенский, И.А. Сепарирующая горка с лопастным отбойным валиком [Текст]/ И.А. Успенский, Р.В. Безносюк, Г.К. Рембалович // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 2. – С. 57-59.
10. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей [Текст] : патент на полезную модель № 95960, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 / Безносюк Р.В., Бышов Д.Н. и др. – Оpubл. 20.07.2010, бюл. №20.
11. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей [Текст] : патент на изобретение №2245011, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 / Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А. – Оpubл. 27.01.2005, бюл. №3.
12. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей [Текст] : патент на изобретение №2454850, RU, М.кл.2 А 01 D 33/08 / Павлов В.А., Рембалович Г.К., Безносюк Р.В. и др. – Оpubл. 10.07.2012.

Reference

1. Analiz ekspluatacionno-tehnologicheskikh trebovanij k kartofeleuborochnym mashinam i pokazatelej ih raboty v usloviyah rязанской области [Tekst] / G. K. Rembalovich, I. A. Uspenskij, A. A. Golikov, R. V. Beznosyuk [i dr.] // Vestnik RGATU. - 2013. - № 1(17). - S. 64-68.
2. Beznosyuk, R. V. Sovershenstvovanie organa vynosnoj separacii kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] : avtoref. dis. kand. tehnic. nauk: 05.20.01 / R. V. Beznosyuk / Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N. P. Ogareva. - Saransk. 2013. - 20 s.
3. Innovacionnye resheniya vtorichnoj separacii: rezul'taty ispytaniy v kartofeleuborochnyh mashinah [Tekst]/ D. N. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspenskij [i dr.] // Vestnik RGATU. - 2011. - № 4(12). - S. 34-37.
4. Matematicheskaya model' tehnologicheskogo processa kartofeleuborochnogo kombajna pri rabote v usloviyah tyazhelyh suglinistyh pochv [Tekst]/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, G. K. Rembalovich [i dr.] // Vestnik RGATU. - 2014. - №4. - S. 59-64.
5. Nekotorye voprosy organizacii transportnyh rabot pri mashinnoj uborke kartofelya [Tekst]/ I. A. Uspenskij, G. K. Rembalovich, G. D. Kokorev [i dr.] // Vestnik RGATU. - 2010. - № 4(8). - S. 72-74.

6. Rembalovich, G. K. Teoreticheskie osnovy issledovaniya rabochih organov na osnove modelirovaniya processa vtorichnoj separacii v kartofeleuborochnykh mashinakh [Tekst] / G. K. Rembalovich, R. V. Beznosyuk // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - №89. - S.700-720.

7. Separiruyushee ustrojstvo korneklubneuborochnoj mashiny [Tekst] : patent na izobretenie №2438289, RU, M. kl.2 A 01 D 33/08 / Ryazanov N. A., Uspenskij I. A., Rembalovich G. K. i dr. - Opubl. 10.01.2012, byul. №1.

8. Tehnologicheskoe i teoreticheskoe obosnovanie konstruktivnykh parametrov organov vtorichnoj separacii kartofeleuborochnykh kombajnov dlya raboty v tyazhelykh usloviyakh [Tekst] / N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspenskij [i dr.] // Vestnik RGATU. - 2012. -- №4. - S. 87-90.

9. Uspenskij, I. A. Separiruyuschaya gorka s lopastnym otboynym valikom [Tekst] / I. A. Uspenskij, R. V. Beznosyuk, G. K. Rembalovich // Vestnik RGATU. - 2010. - № 2. - S. 57-59.

10. Ustrojstvo dlya otdeleniya korneklubneplodov ot primesej [Tekst] : patent na poleznuyu model' № 95960, RU, M. kl.2 A 01 D 33/08 / Beznosyuk R. V., Byshov D. N. i dr. - Opubl. 20.07.2010, byul. №20.

11. Ustrojstvo dlya otdeleniya korneklubneplodov ot primesej [Tekst] : patent na izobretenie №2245011, RU, M. kl.2 A 01 D 33/08 / Borychev S. N., Rembalovich G. K., Uspenskij I. A. - Opubl. 27.01.2005, byul. №3.

12. Ustrojstvo dlya otdeleniya korneklubneplodov ot primesej [Tekst] : patent na izobretenie №2454850, RU, M. kl.2 A 01 D 33/08 / Pavlov V. A., Rembalovich G. K., Beznosyuk R. V. i dr. - Opubl. 10.07.2012.

E-mail: university@rgatu.ru

УДК 631.674.4 (635.15+635.11)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ IMPROVEMENT OF THE SUBSOIL IRRIGATION SYSTEM

Е.А. Ходяков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С.Г. Милованов, аспирант

E.A. Khodyakov, S.G. Milovanov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Проведённые нами трёхлетние исследования со столовой свеклой и четырёхлетние исследования с редькой показали, что поддержание режимов орошения 75, 75-85-75 и 85 % НВ при внутрипочвенном орошении в сочетании с внесением расчётной дозы минеральных удобрений позволяет получать планируемую урожайность 80 т/га корнеплодов на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. Опыты со столовой свеклой показали, что по урожайности и продуктивности использования влаги для формирования 1 тонны продукции внутрипочвенное орошение столь же эффективно, что и капельное орошение. Однако в сравнении с дождеванием, этот способ полива позволяет получать прибавку урожая до 9,6 т/га или до 14,0 %, одновременно снижая коэффициенты водопотребления и затраты оросительной воды соответственно на 22,0 и 27,9 %. Исследования со столовой свеклой на участке внутрипочвенного орошения с расстояниями между внутрипочвенными увлажнителями 1,2; 1,5 и 1,8 м и затем - с редькой на участке с расстояниями 1,2; 1,4 и 1,6 м позволили установить, что можно, не снижая эффективности орошения, увеличить это расстояние с 1,2 до 1,4 м. Это способствует общему снижению стоимости всей системы на 13 % с каждого гектара. Экономические расчёты показали, что системы внутрипочвенного орошения, имея начальную стоимость в 3...5 раз большую, чем системы капельного орошения, могут быстро окупиться в первые годы эксплуатации, не требуя, в отличие от этих систем, никаких дополнительных затрат в дальнейшем.

Our three-year research with table beet and four- year research with radish showed, that the subirrigation regimes with the Soil Pre-Irrigation Moisture (SPIM) 75, 75-85-75, 85 % of Full Moisture Capacity (FMC) and with the application of calculated doses of mineral fertilizers make it possible to obtain the planned yield up to 80 tons per hectare of roots in the light brown soils of the Lower Volga region. The experiments with table beets showed that for yield and productivity of use of moisture for the formation of 1 ton of production, subsoil irrigation is just as effective as drip irrigation. However, in comparison with sprinkling, this method of irrigation allows to obtain an increase in yield up to 9.6 t / ha or up to 14.0%, simultaneously reducing the water consumption coefficients and irrigation water consumption by 22.0 and 27.9%, respectively. Our research with table beets on the site of subsoil irrigation with distances between subsoil humidifiers of 1.2; 1,5 and 1,8 m and then - with a radish on a site with distances 1,2; 1,4 and 1,6 m allowed to establish that it is possible, without reducing the efficiency of irrigation, to increase the this distance from 1.2 to 1.4 m. This contributes to a total reduction in the cost of the entire subsoil irrigation system by 13% per hectare. Economic calculations showed that systems of subirrigation, having an initial cost of 3 ... 5 times greater than drip irrigation systems, can quickly pay off in the first years of operation, without requiring, in contrast to these systems, no additional costs in the future.

Ключевые слова: *внутрипочвенное орошение, столовая свекла, редька, режимы орошения, увлажнители, расстояния.*

Key words: *subsoil irrigation, table beet, radish, irrigation regimes, humidifiers, distances.*

Введение. Волгоградская область попала в «пилотный проект по развитию мелиорации на юге России». На фоне интенсивно развивающегося капельного орошения (КО) основным способом полива остаётся дождевание. Однако мы считаем, что в сложившихся почвенно-климатических и хозяйственно-технических условиях внутрипочвенное орошение (ВПО) тоже может успешно развиваться в нашем регионе. На основании многочисленных исследований установлено [2, 3, 6, 9, 1], что, по сравнению с дождеванием, так же, как при КО, ВПО обладает следующими преимуществами: оно способствует значительному повышению урожайности сельскохозяйственных культур и экономии оросительной воды; отличается простотой эксплуатации; подача удобрений вместе с поливной водой происходит в корневую зону растений; все затраты, в зависимости от культуры, могут быстро окупиться.

Тем не менее, по сравнению с капельным поливом, при ВПО: не нужно в целях сохранности ежегодно монтировать и демонтировать систему; отсутствует угроза засоления почвы; нет необходимости в тщательной очистке воды перед её подачей в оросительную сеть; нет проблем с утилизацией использованных капельных линий; системы являются низконапорными, по сравнению с КО, позволяющие снизить давление до 40 раз; отсутствует необходимость в ежегодной закупке новых капельных линий взамен отработанных, поскольку системы имеют неограниченный срок эксплуатации; всё оборудование для систем ВПО может быть отечественного производства, что очень важно в современных условиях импортозамещения.

Материалы и методы. Для полевых опытов по исследованию этого способа полива в районе пос. Майский УНПЦ «Горная Поляна» Волгоградского ГАУ в 2013 г. нами была построена 1 очередь участка ВПО с расстоянием между увлажнителями 1,2; 1,5 и 1,8 м, а в 2014 г. – вторая очередь с расстояниями 1,2; 1,4 и 1,6 м. Общая площадь участка – 0,5 га.

На первом участке с 2013 г. при ВПО выращивали столовую свеклу сорта «Египетская плоская», в сравнении с капельным поливом и поливом дождеванием этих культур на соседних участках.

На втором участке с 2014 г. возделывали редьку чёрную при ВПО.

Ежегодно закладывали двухфакторный полевой опыт по методу полного факторialного эксперимента.

Схема опытов по фактору А (водный режим почвы) включала следующие 3 варианта режима орошения столовой свеклы и редки:

– поддержание постоянных режимов орошения в течение вегетации при назначении поливов по предполивным порогам влажности в активном слое (0,5 м) почвы 75 и 85 % НВ;

– поддержание дифференцированного режима орошения 75-85-75 % НВ при назначении поливов в соответствии с изменением предполивной влажности почвы в течение 3 периодов: от посева до 7 листа, затем – от 7 листа до технической спелости и далее – в период от технической спелости до уборки.

В схему опытов по фактору В были включены 3 варианта укладки увлажнителей на расстоянии 1,2; 1,5 и 1,8 м на первом участке и 1,2; 1,4 и 1,6 м – на втором. Опыты проводили по общеизвестным методикам [4, 8] в трёхкратной повторности.

Удобрения вносили с поливной водой, рассчитанную по методике профессора Волгоградского ГАУ Филина В.И. под планируемую урожайность 80 т/га [10].

При разработке конструкции системы ВПО для орошаемого участка были применены технические решения, на которые получены 2 патента на полезную модель [7, 5]. На нашем участке увлажнители из полиэтиленовых с точечной перфорацией труб диаметром 32 мм уложены на глубину 0,4 м с экраном из полиэтиленовой плёнки снизу и сверху по всей их длине.

Влажность почвы во все годы исследований поддерживалась в пределах, установленных схемой опыта с отклонением не более 5 %.

Результаты и обсуждение. Урожайность свеклы за 3 года исследований при разных способах полива показана в таблице 1.

Сравнение условий выращивания свеклы при различных способах полива показало, что урожайность свеклы при ВПО была выше, чем при КО не более, чем на 2,4 т/га или на 3,2 %. То есть не более 5 %, что свидетельствует об отсутствии существенных различий между двумя этими способами полива.

Таблица 1 – Сравнение урожайности свеклы (У) при дождевании, капельном (КО) и внутривпочвенном (ВПО) орошении, в среднем за 2013-2015 гг.

Предполивной порог влажности, % НВ	КО	ВПО при расстоянии между увлажнителями 1,2 м			Дождевание	ВПО		
	У	У	Прибавка урожая		У	У	Прибавка урожая	
	т/га	т/га	т/га	%	т/га	т/га	т/га	%
85	82,3	83,2	0,9	1,1	75,0	83,2	8,2	10,9
75-85-75	75,8	78,2	2,4	3,2	68,6	78,2	9,6	14,0
75	57,2	59,0	1,8	3,1	54,8	59,0	4,2	7,7

Однако иные закономерности наблюдались при сравнении исследуемого способа полива с дождеванием. Получение существенной прибавки урожая 4,2...9,6 т/га или 7,7...14,0 % убедительно свидетельствовало о сравнительно более благоприятных условиях возделывания свеклы при ВПО.

Оценка различных конструкций поливной сети при ВПО показала (таблица 2), что, благодаря лучшим условиям увлажнения, наиболее высокая продуктивность свеклы 59,0...83,2 т/га была получена при расстоянии между увлажнителями 1,2 м.

Увеличение расстояний до 1,5 м снижало урожайность корнеплодов на 2,8...6,8 т/га или на 3,7...13,0 %. Дальнейшее повышение расстояний до 1,8 м вызывало уменьшение продуктивности свеклы на 9,3...12,4 т/га или на 13,4...26,3 %, что свидетельствовало об отсутствии перспективности использования такой поливной сети в конструкциях систем внутривпочвенного орошения.

Таблица 2 – Сравнение урожайности столовой свеклы при разных расстояниях между внутрисочевными увлажнителями, в среднем за 2013-2015 гг.

Предполивной порог влажности, % НВ	Расстояния между увлажнителями							
	1,5 м	1,2 м			1,8 м	1,2 м		
	У	У	Прибавка урожая		У	У	Прибавка урожая	
	т/га	т/га	т/га	%	т/га	т/га	т/га	%
85	77,9	83,2	5,3	6,8	70,8	83,2	12,4	17,5
75-85-75	75,4	78,2	2,8	3,7	68,9	78,2	9,3	13,4
75	52,2	59,0	6,8	13,0	46,7	59,0	12,3	26,3

Анализ продуктивности использования влаги для получения 1 тонны продукции (таблица 3) показал, что полученные при ВПО значения коэффициентов водопотребления и затрат оросительной воды отличались от аналогичных показателей при КО соответственно на 2,1...7,6 и 0,5...5,1 м³/га, то есть на 8,1...8,4 %.

Таблица 3 – Сравнение продуктивности использования влаги при капельном и внутрисочевном орошении свеклы, в среднем за 2013-2015 гг.

Предполив- ной порог влажности, % НВ	КО К _В м ³ /т	ВПО при расстоянии меж- ду увлажнителями 1,2м			КО ЗОВ м ³ /т	ВПО		
		К _В м ³ /т	Экономия воды			ЗОВ м ³ /т	Экономия воды	
			м ³ /т	%			м ³ /т	%
85	77,2	74,6	-2,6	3,4	58,1	55,3	-2,8	4,8
75-85-75	76,2	74,1	-2,1	2,8	53,2	52,7	-0,5	0,1
75	94,2	86,6	-7,6	8,1	60,9	55,8	-5,1	8,4

А вот сравнение с дождеванием позволило установить (таблица 4), что использование ВПО с укладкой увлажнителей на расстоянии 1,2 м создавало более благоприятные условия для повышения урожайности, а также для снижения общего расхода воды для получения 1 тонны продукции в среднем на 19,7...22,0 м³/т или 20,3...21,9 % и затрат оросительной воды – на 19,0...21,4 м³/т или 25,4...27,9 %.

Таблица 4 – Сравнение продуктивности использования влаги при внутрисочевном орошении свеклы и дождевании, в среднем за 2013-2015 гг.

Предполив- ной порог влажности, % НВ	Дожде- вание К _В м ³ /т	ВПО при расстоянии меж- ду увлажнителями 1,2 м			Дожде- вание ЗОВ м ³ /т	ВПО		
		К _В м ³ /т	Экономия воды			ЗОВ м ³ /т	Экономия воды	
			м ³ /т	%			м ³ /т	%
85	95,6	74,6	-21,0	21,9	76,7	55,3	-21,4	27,9
75-85-75	93,8	74,1	-19,7	21,0	71,9	52,7	-19,2	26,7
75	108,6	86,6	-22,0	20,3	74,8	55,8	-19,0	25,4

Таблица 5 – Сравнение коэффициентов водопотребления для свеклы при разных расстояниях между внутрисочевными увлажнителями, в среднем за 2013-2015 гг.

Предполивной порог влажности, % НВ	Расстояния между внутрисочевными увлажнителями							
	1,5 м	1,2 м			1,8 м	1,2 м		
	К _В	К _В	Экономия воды		К _В	К _В	Экономия воды	
	м ³ /т	м ³ /т	м ³ /т	%	м ³ /т	м ³ /т	м ³ /т	%
85	81,7	74,6	-7,1	8,7	88,5	74,6	-13,9	15,7
75-85-75	79,1	74,1	-5,0	6,3	85,1	74,1	-11,0	12,9
75	91,8	86,6	-5,2	5,7	116,2	86,6	-29,6	25,4

Исследование различных конструкций системы ВПО (таблица 5) показало, что наиболее высокая продуктивность использования влаги при ВПО наблюдалась на вариантах с расстоянием между увлажнителями 1,2 м, где были получены самые низкие значения коэффициентов водопотребления 74,6...86,6 м³/т.

Здесь, по сравнению с вариантами конструкции системы ВПО с расстоянием между внутрипочвенными увлажнителями 1,5 и 1,8 м, можно было сэкономить расход воды сначала на 5,2...7,1 м³/т или 5,7...8,7 %, а затем – на 11,0...29,6 м³/т или 12,9...25,4 %.

Аналогичные закономерности были получены при оценке динамики затрат оросительной воды (таблица 6).

Таблица 6 – Сравнение затрат оросительной воды (ЗОВ) для свеклы при разных расстояниях между внутрипочвенными увлажнителями, в среднем за 2013-2015 гг.

Предполивной порог влажности, % НВ	Расстояния между внутрипочвенными увлажнителями							
	1,5 м	1,2 м			1,8 м	1,2 м		
	ЗОВ	ЗОВ	Экономия воды		ЗОВ	ЗОВ	Экономия воды	
	м ³ /т	м ³ /т	м ³ /т	%	м ³ /т	м ³ /т	м ³ /т	%
85	60,4	55,3	-5,1	8,4	64,8	55,3	-9,5	14,7
75-85-75	57,4	53,8	-3,6	6,3	60,7	53,8	-6,9	11,4
75	62,3	55,8	-6,5	10,4	73,3	55,8	-17,5	23,9

Таким образом, исследования показали, что из 3 вариантов самой лучшей была конструкция увлажнительной сети при ВПО с расстоянием между увлажнителями 1,2 м. Самой лучшей, но не оптимальной.

Поэтому для поиска оптимальной конструкции, во многом определяющей стоимость всей системы ВПО, в 2014 г. был построен второй участок с расстоянием между увлажнителей 1,2 м; 1,4 м и 1,6 м, где в течение 4 лет выращивали редьку чёрную.

Изучение продуктивности редьки при ВПО показало (таблица 7), что при увеличении расстояния между увлажнителями от 1,2 до 1,4 м урожайность этой культуры в среднем снизилась незначительно, на 1,1...1,4 т/га или на 1,3...1,9 %.

Таблица 7 – Сравнение урожайности редьки при разных расстояниях между внутрипочвенными увлажнителями, в среднем за 2014-2017 гг.

Предполивной порог влажности, % НВ	Расстояния между увлажнителями							
	1,2 м	1,4 м			1,6 м	1,4 м		
	У	У	Δ У		У	У	Δ У	
	т/га	т/га	т/га	%	т/га	т/га	т/га	%
85	83,6	82,2	-1,4	1,7	72,9	82,2	+9,3	12,8
75-85-75	79,3	78,2	-1,1	1,3	71,0	78,2	+7,2	10,1
75	59,5	58,4	-1,1	1,9	53,5	58,4	+4,9	9,2

При возрастании расстояния до 1,6 м условия увлажнения значительно ухудшились, что привело к снижению продуктивности этого корнеплода на 4,9...9,3 т/га или на 9,2...12,8 %.

Дальнейшая оценка различных конструкций поливной сети при ВПО показала (таблица 8), что наименьшие значения коэффициентов водопотребления, в среднем равные 58,2...74,1 м³/т, были получены на вариантах с расстоянием между увлажнителями 1,2 м.

Увеличение этого параметра конструкции увлажнительной сети до 1,4 м повысило величину коэффициентов водопотребления на 0,8...1,3 м³/т. Но это не превышало 5 % (1,3...1,8 %).

Таблица 8 – Сравнение коэффициентов водопотребления для редьки при разных расстояниях между внутривпочвенными увлажнителями, в среднем за 2014-2017 гг.

Предполивной порог влажности, % НВ	Расстояния между внутривпочвенными увлажнителями							
	1,2 м	1,4 м			1,6 м	1,4 м		
	K_B	K_B	ΔK_B		K_B	K_B	ΔK_B	
	м ³ /т	м ³ /т	м ³ /т	%	м ³ /т	м ³ /т	м ³ /т	%
85	58,2	59,2	+1,0	1,7	66,6	59,2	-7,4	11,1
75-85-75	59,8	60,6	+0,8	1,3	66,9	60,6	-6,3	9,4
75	74,1	75,4	+1,3	1,8	82,9	75,4	-7,5	9,0

Сравнение двух вариантов (1,4 и 1,6 м) показало, что при расположении увлажнителей на расстоянии 1,4 м друг от друга расход воды для формирования 1 тонны продукции снизился на 6,3...7,5 м³ или на 9,0...11,1 %.

Экономические расчёты показали, что стоимость системы ВПО для участка площадью 1 га при расстоянии между увлажнителями 1,2 м составляет 369 тыс. руб. При увеличении этого расстояния до 1,4 м стоимость системы снижается до 328 тыс. рублей, что даёт экономию средств на строительство системы ВПО в размере 41 тыс. руб. или 13 % с каждого гектара.

По нашим расчётам, стоимость системы капельного орошения для участка площадью 1 га составляет минимум от 53 до 109 тыс. рублей в зависимости от использования для увлажнительной сети капельной ленты или трубки со встроенными капельницами.

Следовательно, на начальном этапе затраты на устройство 1 га ВПО в 3...5 раз выше, чем при КО. Однако, даже при самой минимальной урожайности черной редьки 30 т/га и закупочной цене 15 руб./кг затраты на строительство системы ВПО могут окупиться в первый год эксплуатации, не требуя никаких дополнительных расходов в дальнейшем. При этом срок службы таких систем не ограничен. В то время как при эксплуатации систем капельного орошения требуется ежегодная замена увлажнительной сети, расходы на которую составляют от 40 до 70 % стоимости всего оборудования.

Заключение. Таким образом, проведённые нами исследования показали, что применяемые режимы внутривпочвенного орошения в сочетании с внесением расчётной дозы минеральных удобрений позволяют получать планируемую урожайность 80 т/га товарной продукции корнеплодов на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья.

Опыты со столовой свеклой показали, что по урожайности и продуктивности использования влаги для формирования 1 тонны продукции ВПО столь же эффективно, что и КО. Однако, в сравнении с дождеванием, этот способ полива позволяет получать прибавку урожая до 9,6 т/га или 14,0 %, одновременно снижая коэффициенты водопотребления и затраты оросительной воды соответственно на 22,0 и 27,9 %.

Исследования со столовой свеклой на участке внутривпочвенного орошения с расстояниями 1,2; 1,5 и 1,8 м и затем - с редькой на участке с расстояниями 1,2; 1,4 и 1,6 м позволили установить, что можно, не снижая эффективности орошения, увеличить расстояние между внутривпочвенными увлажнителями с 1,2 до 1,4 м, а это способствует общему снижению стоимости всей системы на 13 % с каждого гектара.

Экономические расчёты показали, что системы ВПО, имея начальную стоимость в 3...5 раз большую, чем системы КО, могут быстро окупиться в первые годы эксплуатации, не требуя, в отличие от КО, никаких дополнительных затрат в дальнейшем.

Библиографический список

1. Ахмедов, А.Д. Научно-экспериментальное обоснование техники и технологии внутривпочвенного орошения кормовых культур в условиях Юга России: монография [Текст]/ А.Д. Ахмедов, Е.П. Боровой. - Волгоград, 2014. - 336 с.

2. Григоров, М.С. Внутрипочвенное орошение [Текст] : монография / М.С. Григоров. – М.: Колос, 1983. – 128 с.
3. Григоров, М.С. Основы внутрипочвенного орошения [Текст] : монография / М.С. Григоров. – М.: МСХА, 1993. – 107 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст]/ Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 2014. – 351 с.
5. Конструкция увлажнительной сети для внутрипочвенного орошения овощных культур [Текст] : патент на полезную модель № 134003 от 10.11.2013 /А.С Овчинников, А.А. Пахомов, Е.А. Ходяков, П.С. Попов.
6. Овчинников, А.С. Эффективность применения и конструкции систем внутрипочвенного и капельного орошения при возделывании сладкого перца [Текст]/ А.С. Овчинников, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – №5. – С. 74-78.
7. Овчинников, А.С. Конструкция защиты внутрипочвенных увлажнителей от заилиения [Текст] : патент на полезную модель № 132946 от 10.10.2013 /А.С Овчинников, А.А. Пахомов, Е.А. Ходяков, П.С. Попов.
8. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения (Рекомендации) [Текст]/ В.Н. Плешаков / Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия. – Волгоград, 1983. – 149 с.
9. Техника и технология возделывания сельскохозяйственных культур при капельном и внутрипочвенном орошении [Текст] : монография / А.Д. Ахмедов, Е.А. Ходяков, Е.П. Боровой, М.В. Мазепа. – Волгоград, 2008. – 228 с.
10. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая [Текст]/ В.И. Филин. – Волгоград: ВГСХА, 1994. – 266 с.

References

1. Ahmedov, A. D. Nauchno-jeksperimental'noe obosnovanie tehniki i tehnologii vnutripochvennogo orosheniya kormovyh kul'tur v usloviyah Yuga Rossii: monografiya [Tekst]/ A. D. Ahmedov, E. P. Borovoj. - Volgograd, 2014. - 336 s.
2. Grigorov, M. S. Vnutripochvennoe oroshenie [Tekst] : monografiya / M. S. Grigorov. - M.: Kolos, 1983. - 128 s.
3. Grigorov, M. S. Osnovy vnutripochvennogo orosheniya [Tekst] : monografiya / M. S. Grigorov. - M.: MSXA, 1993. - 107 s.
4. Dospehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst]/ B. A. Dospehov. - M.: Agropromizdat, 2014. - 351 s.
5. Konstrukciya uvlazhnitel'noj seti dlya vnutripochvennogo orosheniya ovoschnyh kul'tur [Tekst] : patent na poleznuyu model' № 134003 ot 10.11.2013 /A. S Ovchinnikov, A. A. Pahomov, E. A. Hodyakov, P. S. Popov.
6. Ovchinnikov, A. S. Jeffektivnost' primeneniya i konstrukcii sistem vnutripochvennogo i kapel'nogo orosheniya pri vozdelivanii sladkogo perca [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, M. P. Mescheryakov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2007. - №5. - S. 74-78.
7. Ovchinnikov, A. S. Konstrukciya zaschity vnutripochvennyh uvlazhnitelej ot zaileniya [Tekst] : patent na poleznuyu model' № 132946 ot 10.10.2013 /A. S Ovchinnikov, A. A. Pahomov, E. A. Hodyakov, P. S. Popov.
8. Pleshakov, V. N. Metodika polevogo opyta v usloviyah orosheniya (Rekomendacii) [Tekst]/ V. N. Pleshakov / Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut oroshaemogo zemledeliya. - Volgograd, 1983. - 149 s.
9. Tehnika i tehnologiya vozdelivaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur pri kapel'nom i vnutripochvennom oroshenii [Tekst] : monografiya / A. D. Ahmedov, E. A. Hodyakov, E. P. Borovoj, M. V. Mazepa. - Volgograd, 2008. - 228 s.
10. Filin, V. I. Spravochnaya kniga po rastenievodstvu s osnovami programmirovaniya urozhaya [Tekst]/ V. I. Filin. - Volgograd: VGSXA, 1994. - 266 s.

E-mail:E419829@yandex.ru

УДК 631.356.4

ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ КОМБАЙНОМ
TECHNOLOGY OF POTATO HARVESTING BY COMBINE HARVESTER**А.Н. Цепляев¹**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**В.Г. Абезин^{1,2,3}**, доктор технических наук, профессор**Д.В. Скрипкин¹**, кандидат технических наук**A.N. Tseplyaev¹, D.V. Skripkin¹, V.G. Abezin^{1,2,3}**¹Волгоградский государственный аграрный университет²Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий
филиал Федерального научного центра агроэкологии комплексных мелиораций защитного
лесоразведения Российской академии наук.³Астраханский государственный университет¹Volgograd State Agrarian University²The branch of the Povolzhsky Research Institute of Ecological and Meliorative Technologies of the
Federal State Biological University "Federal Scientific Center of Agro-ecology, Complex Land Rec-
lamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences"³Astrakhan State University

Уборка картофеля является одной из самых трудоемких технологических операций при возделывании картофеля. Одним из наиболее распространенных технологических процессов включает удаление ботвы, выкапывание клубней, отделение клубней от почвы, погрузку в транспортные средства или контейнеры, доставку клубней к местам хранения или реализации. При этом, перед закладкой на хранение производится сортировка картофеля в зависимости от назначения: семенное, продовольственное, кормовое. Наиболее перспективной является технология, включающая уборку с применением картофелеуборочных комбайнов, которые обеспечивают выполнение операций по удалению ботвы, выкапыванию клубней, отделение клубней от почвы и погрузку. Независимо от способа уборки и конструкции комбайна, необходимо выполнять предуборочное удаление ботвы. При сильно развитой ботве за 10...14 дней до уборки производится опрыскивание раствором десиканта. Нами разработана конструкция корнеклубнеуборочного комбайна, включающего вертикальные дисковые ножи, диаметр которых принят из условия резания верхнего пласта почвы на глубину расположения корнеплодов и которые размещены на междурядьях убираемых культур. Между дисковыми ножами на глубине их резания закреплены подрезающие лемехи, сопряженные с прутковым транспортером. Над подрезающими лемехами и прутковым транспортером смонтирован цепочно-роликовый транспортер с зубчатыми роликами. Выходные блоки пруткового и цепочно-роликового транспортера размещены во внутренней полости погрузочного барабанного транспортера, имеющего в верхней части скатный лоток. В передней части комбайна смонтирован барабанный режущий аппарат для измельчения ботвы. Комбайн обеспечивает выполнение всех технологических операций при уборке с погрузкой клубней в транспортные средства или контейнеры. В статье приводится обоснование основных параметров комбайна.

Harvesting of potatoes is one of the most labor-intensive technological operations in the cultivation of potatoes. One of the most common technological processes includes: the removal of the tops, the excavation of tubers, the separation of tubers from the soil, loading in vehicles or containers, the delivery of tubers to storage or sale. At the same time, before storing for storage, the potato is sorted according to its purpose - seed, food, fodder. The most promising technology is harvesting with the use of potato harvesters, which provide for the removal of leaves, digging out tubers, separating tubers from soil and loading. Regardless of the method of harvesting and the construction of the combine, it is necessary to perform pre-harvest haulm removal. With a highly developed haulm 10 to 14 days before harvesting, a desiccant solution is sprayed. We developed the design of a root crop harvester, including vertical disc knives, whose diameter is taken from the condition of cutting the upper soil layer to the depth of the root crop arrangement and placed on the rows between the harvested crops. Be-

tween the disc knives, at the depth of their cutting, the undercut shims attached to the bar conveyor are fixed. A chain-roller conveyor with toothed rollers is mounted above the undercutting shares and the bar conveyor. Output blocks of the bar and chain-roller conveyor are located in the inner cavity of the loading drum conveyor, which has a pitched tray in the upper part. In the front of the combine is mounted a drum-type cutting device for grinding the tops. The combine ensures the performance of all technological operations during harvesting with the loading of tubers into vehicles or containers. The article substantiates the main parameters of the combine harvester.

Ключевые слова: *режущий аппарат, дисковые ножи, лемехи, транспортеры, привод.*

Key words: *cutting device, disk knives, plowshares, trans-porters, drive.*

Введение. Картофель – одна из ценнейших сельскохозяйственных культур – выращивается более чем в 140 странах и используется в виде различных продуктов после соответствующей переработки. Трудоемкость уборки в настоящее время достаточно велика, так как используются машины, не полностью отвечающие агротехническим требованиям и, как следствие, со значительными затратами ручного труда. При уборке типовыми машинами потери клубней 3...5 % допустимы, однако с учетом их повреждений, достигающих 13 %, потери существенно возрастают.

Находит широкое применение уборка картофеля картофелеуборочными комбайнами, что снижает затраты труда до 5 раз [4].

Известные картофелеуборочные комбайны отечественного и иностранного производства имеют следующие недостатки:

- значительное тяговое сопротивление;
- недостаточное качество отделения клубней от почвы;
- использование ручного труда для разделения клубней и почвы;
- исключение комплексной механизации при выполнении уборочных работ [10].

Материалы и методы. Существующая технология уборки картофеля комбайнами включает удаление ботвы, подкапывание клубней с подачей их на сортировальные устройства, отделения клубней от разрыхленной почвы и её комьев, погрузку клубней в транспортные средства или контейнеры, доставка клубней на сортировальные пункты, загрузка клубней в хранилища [9]. При выполнении этих технологических операций основные требования включают минимальные повреждения клубней, снижение затрат ручного труда, максимальную экономическую эффективность [1, 2, 11, 12].

Результаты. Анализом существующих конструкций картофелеуборочных комбайнов установлено, что большинство рабочих органов комбайнов не отвечает полностью агротехническим требованиям и отдельные узлы необходимо совершенствовать [7]. Лабораторией механизации бахчеводства и овощеводства разработана конструкция комбайна, обеспечивающая выполнение большинства агротехнических требований [8].

Нами предлагается следующая конструкция картофелеуборочного комбайна. Все основные узлы и механизмы комбайна смонтированы на сварной раме 1 (рисунок 1), которая имеет в передней части вертикальные дисковые ножи 2, обеспечивающие резание верхнего пласта почвы на глубину залегания корнеклубнеплодов. Копирование поверхности почвы обеспечено установкой ножей 2 на шарнирной раме 3, установленной на оси 4. Ножи 2 размещены на междурядьях убираемых культур. Под дисковыми ножами 2 на глубине их резания установлены подрезающие лемеха 5, которые сопряжены с прутковым транспортером 6, смонтированным на шарнирной раме 7, зафиксированной осью 8 на раме 1 для возможности изменения угла наклона транспортера 6 к горизонту. Зазор между прутками 9 транспортера принят из условия предотвращения прохода между ними корнеклубнеплодов. Прутковый транспортер 6 с боковых сторон оборудован ограждающими бортами 10. Над прутковым транспортером 6 и подрезающими лемехами 5 на шарнирной

раме 3 смонтирован цепочно-роликовый транспортер 11, зафиксированный осью 4. К планкам 12 цепочно-роликового транспортера 11 закреплены зубчатые ролики 12, установленные на подшипниках скольжения 14. Прутки 6 и зубья роликов 13 покрыты эластичным материалом. Цепочно-роликовый транспортер 11 и приводная цепь 15 цепочно-планчатый транспортер 6 имеют привод от редуктора 16 цепными передачами 17, 18. Приводные блоки цепочно-роликового транспортера 11 и пруткового транспортера зафиксированы во внутренней полости барабанного погрузочного транспортера 19, включающего кольцевые прутки 20 и плодозахватные планки 21. Зазор между кольцевыми прутками 20 принят из условия предотвращения прохода между ними корневых клубнеплодов.

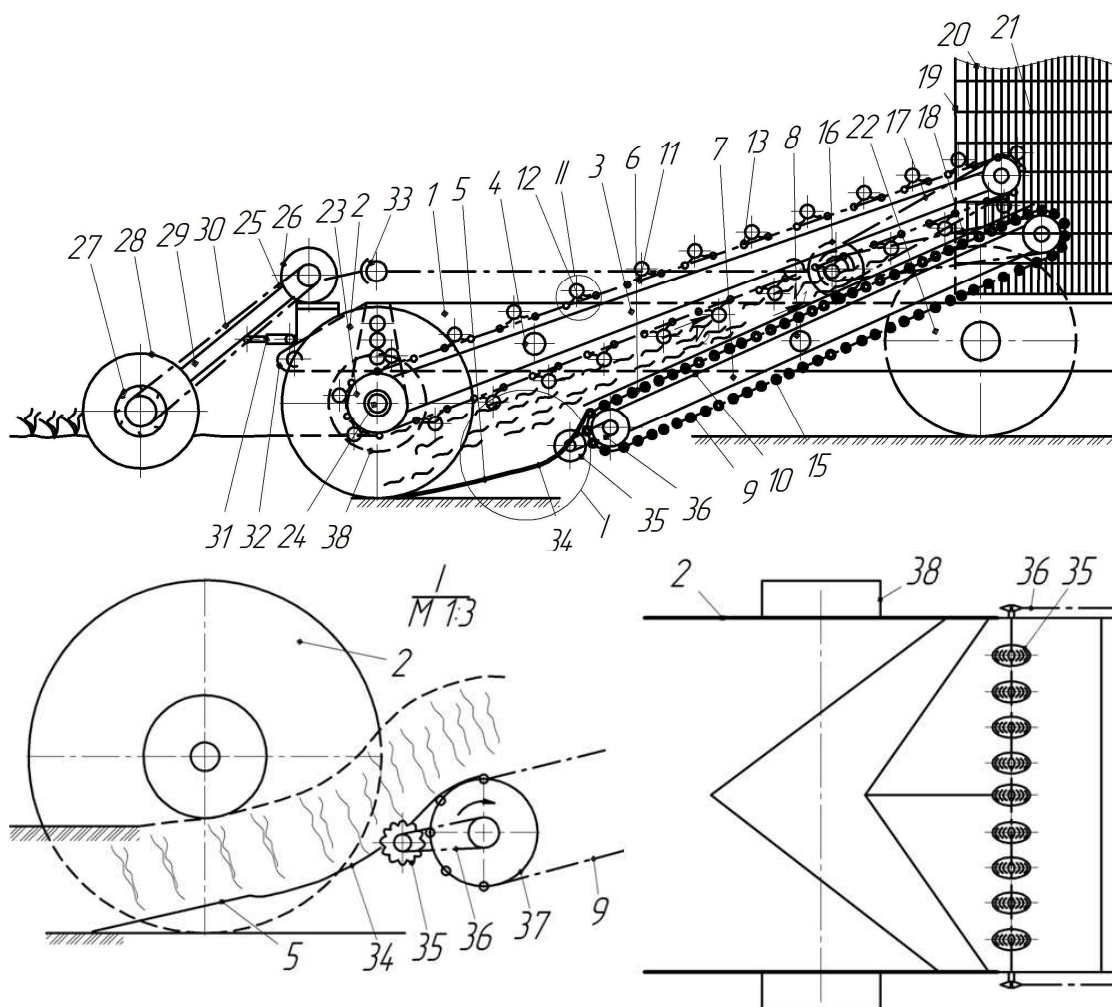


Рисунок 1 – Схема картофелеуборочного комбайна:

1 – рама; 2 – дисковый нож; 3 – шарнирная рама; 4 – ось; 5 - подрезающие лемеха; 6 – прутковый транспортер; 7 – шарнирная рама; 8 – ось; 9 – прутки; 10 – ограждающие борта; 11 – цепочно-роликовый транспортер; 12 – планки; 13 – зубчатые ролики; 14 – подшипники скольжения; 15 – приводная цепь; 16 – редуктор; 17, 18 – цепные передачи; 19 – барабанный погрузочный транспортер; 20 – кольцевые прутки; 21 – плодозахватные планки; 22 – пневматические шины; 23 – нижний блок; 24 – ось; 25 – кронштейн; 26 - редуктор; 27 – копирующие колеса; 28 – режущий аппарат; 29 – поводки; 30 – цепная передача; 31 – гидроцилиндр; 32 – проушины; 33 – карданная передача; 34 – почворазрушительный отвал; 35 – зубчатый барабан-крошитель; 36 – цепная передача; 37 – нижний барабан; 38 – опорные реборды

При работе рама 1 комбайна имеет опору на шины 22. В верхней части пруткового транспортера на уровне бортов отгрузочного транспортного средства установлен приемно-скатный лоток. Нижний блок 23 транспортера 11 смонтирован с помощью подшипников скольжения на оси 24. На кронштейне 25 передней части рамы предусмотрен редуктор 26 привода барабанного режущего аппарата 27, опирающегося на копирующие колеса 28, установленного на поводках 29 и имеющего цепной привод 30. Для управления режущим аппаратом 27 предусмотрен гидроцилиндр 31. Агрегатирование комбайна обеспечено через проушины 32. Для привода всех механизмов комбайна использована карданная передача 33 от вала отбора мощности трактора. В задней части лемехов 5 в сопряжении с прутковым транспортером 6 выполнен почворазрушительный отвал 37 с барабаном-крошителем 35, имеющим привод от нижнего барабана 37 через цепную передачу 36. Барабан-крошитель 35 выполнен из упруго-эластичного материала. Регулировка заглубления дисковых ножей 2 обеспечена опорными ребрами 38.

Комбайн работает следующим образом. Во время движения по картофельному полю режущий аппарат срезает и измельчает ботву, которая разбрасывается по его поверхности. Дисковые ножи 2 разрезают верхний пласт почвы в вертикальной плоскости в зоне междурядий на глубину ниже залегания клубней. Подрезающий лемех 5 отделяет пласт почвы в горизонтальной плоскости и отрывает его от дна борозды вместе с клубнями. При этом значительно снижается тяговое сопротивление и улучшается процесс крошения почвы, так как в вертикальной плоскости пласт уже отрезан дисковыми ножами. Отрезанный пласт поступает на почворазрушительный отвал 34, при взаимодействии с которым почва крошится, так как угол наклона почворазрушительного отвала создает необходимые условия для разрушения пласта. При этом на разрушающийся пласт действует барабан-крошитель 35, что обеспечивает отделение клубней из разрушенного пласта почвы. Зубчатый барабан-крошитель 35 способствует передаче массы почвы с клубнями на прутковый транспортер 6. В то же время цепочно-роликовый транспортер 11 воздействует на подрезанный лемехом 5 пласт почвы, обеспечивает его дальнейшее разрушение и отделение клубней из разрушенного пласта. При этом значительно снижается тяговое сопротивление комбайна, так как цепочно-роликовый транспортер 11 способствует перемещению пласта почвы по прутковому транспортеру 6. Взаимодействие пруткового 6 и цепочно-роликового 11 транспортеров способствует отделению клубней от почвы и подачи их во внутреннюю полость барабанного отгрузочного транспортера 19. Вращающийся транспортер 19 окончательно отделяет клубни от почвы и подает их планками в кузов транспортного средства или контейнеры.

При движении картофелеуборочного комбайна роторный режущий аппарат с барабаном, имеющим шарнирно закрепленные ножи и вращающимся со скоростью концов лезвий 40...60 м/с, производит срез и измельчение ботвы, которая разбрасывается по поверхности поля. Стебли срезаются благодаря большой скорости ножей, которая обеспечивает выполнение операций излома, растяжения и разрыва стебля, так как скорость распространения деформации вдоль стебля не успевает распространиться на большую величину.

Обсуждение. Допустив перемещение приведенной массы стебля и ножа прямолинейными на участке резания, уравнение движения стебля может быть записано так [2]:

$$m_{кр} \ddot{x} = P(\delta) + cx + kl, \quad (1)$$

где $m_{кр}$ – масса стебля, приведенная к точке удара; x – перемещение приведенной массы; cx – сила упругого сопротивления стебля изгибу; c – коэффициент упругости стебля; $P(\delta)$ – сила воздействия на стебель со стороны ножа, зависящая от величины δ проникновения ножа в стебель; kl – сила, необходимая на теребление стеблей ботвы картофеля [13].

Величину силы воздействия на стебель $P(\delta)$ можно определить из уравнения:

$$P(\delta) = P_{cp} = \frac{A}{d}, \quad (2)$$

где P_{cp} – средняя сила резания; A – работа на перерезание стебля; d – диаметр стебля.

В этом случае допустимое перемещение приведенной массы

$$m_{кр} \ddot{x} = P_{cp} + cx + kl. \quad (3)$$

После интегрирования при начальных условиях $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x} = 0$ получим

$$x = \frac{P_{cp}}{c + kl} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{c + kl}{m_{np}}} \cdot t \right) \quad (4)$$

Закон движения ножа находится решением дифференциального уравнения:

$$M_{np} \ddot{x}_H = -P_{cp} + \mu(v_n t - x_H), \quad (5)$$

где M_{np} – масса ножа, приведенная в точку удара; x_H – перемещение приведенной массы; $(v_n t - x_H)$ – величина отклонения; μ – коэффициент пропорциональности – сила, действующая на нож при отклонении его на единицу длины.

Усилие, возникающее при отклонении ножа от радиального положения при воздействии центробежной силы:

$$\mu = \frac{MRa}{b^2} \theta^2 = k \frac{V_n^2}{R_p^2}, \quad (6)$$

где M – масса ножа; R – расстояние от оси шарнира до центра тяжести ножа; b – расстояние от оси шарнира до лезвия ножа; θ – угловая скорость вращения ротора; R_p – радиус ротора.

Решение уравнение (5) при начальных условиях $t = 0$; $x = 0$; $\dot{x}_H = v_n$ дает нам уравнение величины перемещения приведенной массы:

$$x_H = v_n t - \frac{P_{cp}}{\mu} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{\mu}{M_{np}}} \cdot t \right). \quad (7)$$

Величина проникновения ножа в стебель

$$\delta = x_H - \chi = v_n t - \frac{P_{cp}}{\mu} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{\mu}{M_{np}}} \cdot t \right) - x, \quad (8)$$

где χ – перемещение приведенной массы (отгиб) стебля.

Условие перерезания стебля – проникновение ножа в стебель на величину его диаметра d прежде, чем отгиб стебля χ превысит некоторое значение $\chi_{кр}$. Для того чтобы перерезание произошло в процессе первого соударения, $\chi_{кр}$ должен быть сравним по величине с диаметром стебля.

Сила влечения дискового ножа, согласно уравнению Нерло Нерли [3]:

$$P = 2\rho R(0.586b + 0.693fh), \quad (9)$$

где ρ – давление на единицу площади; R – радиус диска; b – толщина диска; f – коэффициент трения; h – высота заостренной части диска.

Анализ уравнения показывает, что использование дискового ножа снижает на 35 % силу влечения подкапывающего устройства комбайна. Ринджельманом на основании опытов установлено, что для дискового ножа сила влечения приблизительно в 4 раза меньше, чем при резании вертикальным черенковым ножом [3].

Подрезающий лемех имеет форму клина, поэтому в основу теории подкапывающего лемеха положена теория клина [3, 12].

На основании анализа работы плугов В.П. Горячкиным обоснована рациональная формула для силы тяги P .

$$P = fG + Kab + \varepsilon abv^2, \quad (10)$$

где f – коэффициент трения почвы о поверхность подрезающего лемеха; G – вес картофелеуборочного комбайна; K – коэффициент сопротивления деформации почвы; ε – коэффициент изменения живой силы частиц почвы; v – скорость движения комбайна; a – глубина пласта почвы; b – ширина пласта почвы.

Первый член уравнения показывает постоянное сопротивление – трение о дно борозды.

Второй член является сопротивлением деформации почвы, третий член выражает изменение живой силы частиц почвы. Поскольку при подкапывании лемехом пласта почвы с клубнями не происходит процесса оборота, то можно заменить третий член данного выражения на уравнение производительности пруткового транспортера для определения тягового усилия картофелеуборочного комбайна.

Второй член K_{ab} можно рассматривать как процесс образования стружки сначала начального уплотнения и последующего скалывания под углом ψ . Анализ сил, действующих на сколотую часть пласта, позволяет определить угол α установки подрезающего пласта к горизонту. Возможность подъема пласта по поверхности подрезающего лемеха выполняется при условии [5]:

$$P_{\cos \alpha} \geq G \sin \alpha = F, \quad (11)$$

где P – предельная сила смятия пласта; G – вес сколотой части пласта; F – сила трения пласта о поверхность лемеха.

$$F = fN = f(P \sin \alpha + G \cos \alpha), \quad (12)$$

где f – коэффициент трения почвы о материал лемеха.

В этом случае условие подъема пласта по поверхности подрезающего лемеха:

$$P \cos \alpha \geq G \sin \alpha + fP \sin \alpha + fG \cos \alpha. \quad (13)$$

После деления этого выражения на $P \cos \alpha$ получим:

$$1 \geq \frac{G}{P} \operatorname{tg} \alpha + f \operatorname{tg} \alpha + f \frac{G}{P}. \quad (14)$$

Если обозначить $\frac{G}{P} = A$, то после соответствующих преобразований получим:

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{1 - Af}{A + f} \quad (15)$$

$$\text{или} \quad \alpha \leq \arctg \frac{1 - Af}{A + f}. \quad (16)$$

Коэффициент A определяется на основе экспериментальных исследований, поскольку зависит от типа почв, влажности и других параметров.

С подрезающего лемеха ворох, состоящий из частиц разрушенной почвы и клубней, поступает на прутковый транспортер.

Основными параметрами пруткового транспортера являются скорость полотна v_n , угол наклона ведущей ветви α к горизонтали, длина ведущей ветви L_e , ширина полотна B , величина зазора между прутками S .

Удельная производительность сепарирования – количество вороха, просеиваемое через 1 м^2 сепарирующей поверхности за 1 с, зависит от степени разрыхленности почвы, которая обеспечивается лемехом 5, почворазрушительным отвалом 34 и зубчатым барабаном-крошителем 35. Прутковый транспортер в результате фрезерующего воздействия прутков со стороны подрезающего лемеха 5 крошит и измельчает пласт. Разрушение пласта может быть значительно усилено путем увеличения скорости пруткового транспортера, которая должна превышать скорость комбайна в 2...3 раза. По результатам экспериментальных исследований, длина пруткового транспортера принимается 2 м при скорости полотна $1,5...2,0 \text{ м/с}$.

Угол наклона рабочей ветви пруткового транспортера должен предотвращать сползание массы с полотна, т.е. должно соблюдаться условие $\alpha < \varphi_n$, где φ_n – угол трения почвы о полотно транспортера.

Для нашего конкретного случая угол α может быть рекомендован в пределах $\alpha=20...22^\circ$. Сепарирующая способность пруткового транспортера зависит от величины зазора между прутками, диаметра прутков. Если прутковый транспортер имеет m звеньев шаг t , то рабочая длина транспортера mt . При этом части этой длины занимают прутки. Если длина звена l , то живое сечение полотна транспортера [5]:

$$\zeta = \frac{lmt - lmd}{lmt} 100 = \frac{t - d}{t} 100\%, \quad (17)$$

где d – диаметр прутка.

Заключение. Применение барабанного режущего аппарата для удаления ботвы обеспечивает необходимые условия для комплексной механизации уборки картофеля, а использование дисковых ножей значительно снижает тяговое сопротивление при подкапывании клубней. Применение цепочно-роликового транспортера повышает возможность отделения клубней от почвы и снижает тяговое сопротивление комбайна. Использование зубчатого барабана-крошителя в подкапывающем лемехе повышает степень крошения почвы и увеличивает возможность полного отделения клубней от почвы.

Библиографический список

1. Бекетов, П.В. Снижение потерь картофеля и овощей при уборке и хранении [Текст] / П.В. Бекетов. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 219 с. : ил.
2. Босой, Е.С. Режущие аппараты уборочных машин [Текст] / Е.С. Босой. – М.: «Машиностроение», 1967. – 167 с.
3. Горячкин, В.П. Собрание сочинений в трех томах [Текст] В.П. Горячкин. – М.: Издательство «Колос», 1965. – Том 2. – 450 с.
4. Гудзенко, И.П. Картофелеуборочные машины [Текст] / И.П. Гудзенко. – М.: Сельхозиздат, 1950. – 200 с. ил.
5. Долгов, И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины (конструкция, теория, расчет) [Текст] : учеб.-изд. / И.А. Долгов. – 2-е перераб и доп. – Красноярск: КрасноярскГАУ, 2005. – 724 с.
6. Исследования по механизации уборки картофеля (сборник статей) [Текст]. – М., 1958. – 118 с.
7. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины [Текст] / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 816 с. : ил.

8. Корнеклубнеуборочный комбайн : патент 2626758 РФ, МПК А01D 27/04 / Скрипкин Д.В., Абезин В.Г., Абезин Д.А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ). – № 2016124459; заявл. 12.10.2016; опубл. 31.07.2017 Бюл. № 229.

9. Машины для механизации технологических процессов в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] : учебное пособие / А.С. Овчинников, В.Г. Абезин, А.Н. Цепляев, М.Н. Шапоров. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2009. – 232 с.

10. Машинные технологии и техника для производства картофеля. [Текст] / С.С. Туболев, С.И. Шеломеицев, К.А. Пшечников, В.Н. Зейрук. – М.: Агропрас, 2010. – 316 с.

11. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. [Текст] / Г.Д. Петров. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с. : ил.

12. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. [Текст] / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Гонов и др.; Под общ. ред. Г.Е. Листопада, – М.: Агропромиздат. 1986 – 688с., ил.

13. Шапоров, М. Н. Исследование процессов механизированной укладки и раскладки плетей растений при обработке посевов бахчевых культур в условиях суходольного бахчеводства: дис. канд. техн. наук : 05.20.01 / Шапоров, Михаил Николаевич. - Волгоград, 1982. - 188 с.

14. Peters, R. Trends in der Kartoffeltechnik / R. Peters // Landtechnik, 2003. - Jg. 58. – H.8. - S. 367.

15. Potato production and innovation technologies. Edited by Anton J. Haverkort, Boris V. Anisimov. The Netherlands. Wageningen Academic Publishers. 2007. 422 p.

References

1. Beketov, P. V. Snizhenie poter' kartofelya i ovoschej pri uborke i hranenii [Tekst] /P. V. Beketov. - М.: Rossel'hozizdat, 1986. - 219 s. : il.

2. Bosoj, E. S. Rezhushchie apparaty uborochnyh mashin [Tekst] /E. S. Bosoj. - М.: “Mashinostroenie”, 1967. - 167 s.

3. Goryachkin, V. P. Sbranie sochinenij v treh tomah [Tekst] V. P. Goryachkin. - М.: Izdatel'stvo “Kolos”, 1965. - Tom 2. - 450 s.

4. Gudzenko, I. P. Kartofeleuborochnye mashiny [Tekst] / I. P. Gudzenko. - М.: Sel'hozizdat, 1950. - 200 s. il.

5. Dolgov, I. A. Uborochnye sel'skohozyajstvennye mashiny (konstrukciya, teoriya, raschet) [Tekst] : ucheb. -- izd. / I. A. Dolgov. - 2-e pererab i dop. - Krasnoyarsk: KrasnoyarskGAU, 2005. - 724 s.

6. Issledovaniya po mehanizacii uborki kartofelya (sbornik statej) [Tekst]. - М., 1958. - 118 s.

7. Klenin, N. I. Sel'skohozyajstvennye mashiny [Tekst] / N. I. Klenin, S. N. Kiselev, A. G. Levshin. - М.: KolosS, 2008. - 816 s. : il.

8. Korneklubneuborochnyj kombajn : patent 2626758 RF, МПК А01D 27/04 / Skripkin D. V., Abezin V. G., Abezin D. A.; zayavitel' i patentoobladatel' federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Vologradskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet» (FGBOU VO Volgogradskij GAU). - № 2016124459; zayavl. 12.10.2016; opubl. 31.07.2017 Byul. № 229.

9. Mashiny dlya mehanizacii tehnologicheskikh processov v ovoschevodstve i bahchevodstve [Tekst] : uchebnoe posobie / A. S. Ovchinnikov, V. G. Abezin, A. N. Ceplyaev, M. N. Shaprov. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2009. - 232 s.

10. Mashinnye tehnologii i tehnika dlya proizvodstva kartofelya. [Tekst] / S. S. Tubolev, S. I. Shelomeicev, K. A. Pshechnikov, V. N. Zejruk. - М.: Agropras, 2010. - 316 s.

11. Petrov G. D. Kartofeleuborochnye mashiny. [Tekst] /G. D. Petrov. - 2-e izd. pererab. i dop. - М.: Mashinostroenie, 1984. - 320 s. : il.

12. Sel'skohozyajstvennye i meliorativnye mashiny. [Tekst] / G. E. Listopad, G. K. Demidov, B. D. Gonov i dr.; Pod obsch. red. G. E. Listopada, - М.: Agropromizdat. 1986 - 688s., il.

13. Shaprov, M. N. Issledovanie processov mehanizirovannoj ukladki i raskladki pletej rastenij pri obrabotke posevov bahchevyh kul'tur v usloviyah suhodol'nogo bahchevodstva: dis. kand. tehn. nauk : 05.20.01 / Shaprov, Mihail Nikolaevich. - Volgograd, 1982. - 188 s.

14. Peters, R. Trends in der Kartoffeltechnik / R. Peters // Landtechnik, 2003. - Jg. 58. - H.8. - S. 367.

15. Potato production and innovation technologies. Edited by Anton J. Haverkort, Boris V. Anisimov. The Netherlands. Wageningen Academic Publishers. 2007. 422 p.

E-mail: can_volgau@mail.ru

УДК 636.085.67

ДОЗЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ БАКТЕРИЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

DOSES OF ULTRAVIOLET RADIATION FOR BACTERICIDE PROCESSING OF GRAIN

А. П. Евдокимов, кандидат технических наук

И. Ю. Подковыров, кандидат сельскохозяйственных наук.

Т. А. Кузнецова, аспирант

A. P. Evdokimov, I.U. Podkovyrov, T. A. Kuznetsova

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Ухудшение ветеринарно-санитарного состояния зерновых кормов происходит за счет интенсивного развития различных микроорганизмов, способных инфицировать животных либо вызвать у них токсикоз. Традиционные методы дезинфекции, основанные на применении химических дезинфицирующих реагентов, и радиационные методы стерилизации, использующие различные ионизирующие излучения, небезопасны в экологическом отношении, кроме того, могут приводить к существенному и нежелательному изменению физико-химических и биологических свойств зерна. Статья посвящена поиску доз ультрафиолетового излучения, достаточных для бактерицидной обработки зерна. Технология обработки зерна ультрафиолетовым излучением показана как наиболее эффективная и, в то же время, безопасная для человека и окружающей среды. Приведено описание лабораторной установки, на которой осуществлялось исследование воздействия бактерицидного ультрафиолетового излучения на зерно пшеницы и ячменя. Приведены результаты микробиологического анализа проб зерна, подтверждающие, что устойчивый эффект обеззараживания зерна наблюдается при достижении дозы ультрафиолетового облучения, равной 100 кДж/м². По результатам исследования построена зависимость микробиологической обсемененности зерна от дозы облучения. Выявлено инактивирующее воздействие на грибы родов *Fusarium* и *Alternaria* ультрафиолетовым облучением дозой от 20 кДж/м². Установлено отсутствие негативного воздействия ультрафиолетового излучения максимально достигнутой в эксперименте дозой 120 кДж/м² на биологические свойства зерна. Обработка зерна бактерицидным ультрафиолетовым излучением позволяет снизить микробиологическую обсемененность образцов в десятки раз относительно начального уровня.

The deterioration of veterinary and sanitary condition of the feed grain is due to the intensive development of different microorganisms capable of infecting animals or cause them Allergy. Traditional methods of disinfection based on the use of chemical disinfecting agents, and radiation sterilization methods, using various ionizing radiation, unsafe environmentally, and, in addition, can result in significant and undesirable changes in physico-chemical and biological properties of grain. The article is devoted to the search for doses of ultraviolet radiation, sufficient for bactericidal treatment of grain. Technology of grain processing ultraviolet radiation is shown as the most effective and, at the same time, safe for humans and the environment. Given the description of the laboratory installation, which was carried out a study on the effect of bactericidal UV radiation for wheat and barley. The results of

microbiological analysis of grain samples, confirming that lasting effect of disinfection of grain is observed when reaching the dose of UV radiation equal to 100 kJ/m². According to the study the dependence of microbiological contamination of grain from the exposure dose. Identified inactivating effect on the fungi genera *Fusarium* and *Alternaria* UV irradiation dose of 20 kJ/m². The absence of negative effects of ultraviolet radiation maximum in the experiment, a dose of 120 kJ/m² biological properties of the grain. Processing of grain germicidal ultraviolet radiation allows to reduce microbiological contamination of the samples ten times relative to the initial level.

Ключевые слова: бактерицидное ультрафиолетовое излучение, обеззараживание зерна, микрофлора, биологические свойства зерна.

Key words: germicidal ultraviolet radiation, disinfection of grain, microflora, biological properties of the grain.

Введение. Ветеринарно-санитарное качество кормов является решающим фактором для получения высокой продуктивности животных за счет нормального функционирования всех физиологических систем организма.

Микроорганизмы являются серьезной причиной снижения качества кормов и их порчи. В зависимости от вида поражения и степени развития микроорганизмов происходит разложение питательных веществ зерна, образование и накопление в нем вредных продуктов обмена, а также размножение патогенных микроорганизмов и образование токсинов.

Ухудшение ветеринарно-санитарного состояния зерновых кормов происходит за счет интенсивного развития различных микроорганизмов, способных инфицировать животных либо вызвать у них токсикоз.

Микроскопические грибы, развиваясь на пищевых продуктах и кормах, в процессе жизнедеятельности и роста образуют токсичные вторичные метаболиты (микотоксины), представляющие опасность для млекопитающих [9]. Микотоксины, присутствующие в зерне, делают его непригодным для использования в пищевых и кормовых целях.

Грибы рода *Fusarium* продуцируют различные микотоксины, в том числе, дезоксиниваленол и Т-2 токсин, на которые установлены предельные нормы содержания в зерне и продуктах его переработки, а также НТ-2, зеараленон, ниваленол и др. Грибы рода *Alternaria* способны загрязнять сельскохозяйственную продукцию своими метаболитами, продуцируя целый ряд веществ, токсичных для различных организмов. Фузариозная инфекция на Юге России встречается в 80-87 % отобранных проб, а грибы *Alternaria* – в 37-49 % [1, 4].

Нормативы, регламентирующие общую обсемененность зерна, пока не установлены. Однако, известно, что, например, к воде предъявляются достаточно жесткие требования: норматив на питьевую воду централизованного водоснабжения допускает не более 50 КОЕ/мл [6], нецентрализованного – до 100 КОЕ/мл [7].

Традиционные методы дезинфекции, основанные на применении химических дезинфицирующих реагентов, и радиационные методы стерилизации, использующие радиационные ионизирующие излучения, применительно к кормам не могут рассматриваться как удовлетворительные, поскольку небезопасны в экологическом отношении и, кроме того, могут приводить к существенному и нежелательному изменению физико-химических и биологических свойств обрабатываемых объектов. Термические методы дезинфекции в их различных модификациях весьма энергоемки, требуют дорогостоящего оборудования и имеют ограниченную область применения. Кроме того, при высокотемпературной обработке неизбежно происходит частичная термодеструкция белковых и других биологически активных структур исходного продукта.

Бактерицидное действие ультрафиолетового излучения (УФ-излучения) в практике сельского хозяйства используют для обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях, стерилизации посуды и тары, обеззараживания сточных вод. Метод дезинфекции с использованием УФ-излучения доказал свою эффективность при дезактивации переносимых водой болезнетворных микроорганизмов и вирусов без ухудшения вкуса и запаха воды и без внесения в нее нежелательных побочных продуктов [10, 5, 11, 12, 13].

Появившиеся в последние годы ультрафиолетовые лампы низкого давления с узким спектром излучения позволяют более эффективно использовать бактерицидные свойства УФ-излучения. УФ-облучение зерна может явиться перспективным способом обеззараживания, обеспечивающим хорошее качество зерна и экологическую безопасность.

Разные виды бактерий и их споры имеют неодинаковую чувствительность к УФ-излучению, и для их инактивации требуются различные дозы облучения. Кроме того, для оценки рисков воздействия у УФ-излучения на зерно необходимо знать, возможна ли передозировка, т.е. негативное влияние облучения на кормовую эффективность конечного продукта.

Материалы и методы. При проектировании установки для бактерицидной обработки зерна УФ-излучением необходимо определить мощность лампы, обеспечивающую требуемый эффект обеззараживания. Доза облучения dH , в общем случае, может быть определена как произведение энергетической освещенности $E(t)$ на продолжительность экспозиции dt :

$$dH = E(t) \cdot dt. \quad (1)$$

Тогда за время t доза облучения составит:

$$H(t) = \int_0^t E(\tau) \cdot d\tau. \quad (2)$$

В свою очередь, энергетическая освещенность E определяется через поверхностную плотность потока энергии Φ :

$$E = \frac{d\Phi}{dS}, \quad (3)$$

а поток энергии Φ есть не что иное, как энергия W источника излучения, выделяемая им в единицу времени:

$$\Phi = \frac{dW}{dt}. \quad (4)$$

Для нахождения доз воздействия УФ-излучения на зерно, обеспечивающих достаточный эффект обеззараживания, были проведены эксперименты на установке, показанной на рисунке 1. Одним из главных показателей обеззараживания сырья и комбикормов является снижение общей бактериальной обсемененности. В качестве объекта исследования было взято зерно пшеницы и ячменя.

Источником УФ-излучения служили 3 ртутные газоразрядные лампы низкого давления Philips TUV мощностью 75 Вт каждая. Экспериментальная установка позволяла получить дозу облучения до 120 кДж/м² и обрабатывать одновременно 300 г зерна. Зерно помещалось в стеклянную кассету со съемными крышками, облучалось со снятой верхней крышкой в течение заданного времени с одной стороны, далее кассета накрывалась крышкой и переворачивалась. Затем крышка, оказавшаяся сверху, снималась, и зерно обрабатывалось с противоположной стороны. Для измерения энергетической освещенности, которую создавал источник на рабочей поверхности, был использован прибор «УФ-радиометр ТКА-ПКМ (13)». Прибор предназначен для измерения энергетической освещенности в области спектра: (200 ... 280) нм – УФ-С; (280 ... 315) нм – УФ-В; (315 ... 400) нм – УФ-А. Диапазон измерений энергетической освещенности в бактерицидном спектре – 10 ... 200

000 мВт/м². После облучения оценивалась микробиологическая обсемененность образцов зерна. Количественный состав микрофлоры зерна определялся методом посева на плотные питательные среды в соответствии с ГОСТ 26972-86 [2].

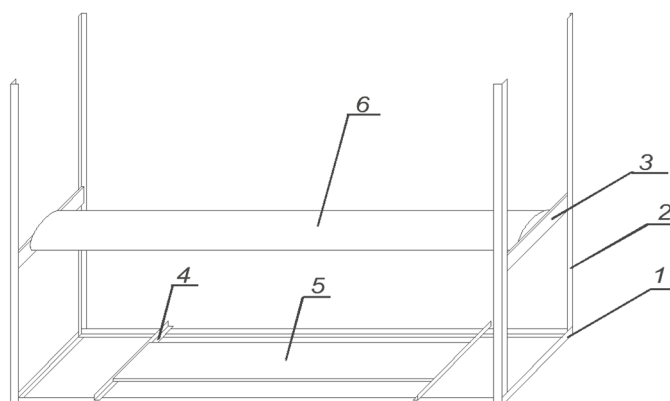


Рисунок 1 – Внешний вид экспериментальной установки: 1 – основание; 2 – направляющие; 3 – крепления для источника излучения; 4 – подставка для кассеты; 5 – кассета для зерна; 6 – источник ультрафиолетового излучения с отражателем

Для определения эффективности воздействия различных доз УФ-облучения бралась порция зерна пшеницы, которая разделялась на 7 частей, или образцов с выделением контрольной части. После этого каждую часть, кроме контрольной, подвергали воздействию УФ-излучения разными дозами, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Дозы ультрафиолетового облучения

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7
H , кДж/м ²	0	20	40	60	80	100	120

Забор образцов микроорганизмов с поверхности зерна осуществлялся смывом равным количеством стерильной дистиллированной воды с каждой пробы отдельно. Посев микроорганизмов проводился на питательную среду в чашки Петри.

Определение общего числа бактерий производилось путем подсчета колоний на питательном агаре после выращивания в течение 48 ч при температуре 27-30 °С.

Спустя 5 суток после посева смывов с проб необлученного зерна пшеницы были выявлены проросшие грибы, которые при дальнейшем детальном изучении под микроскопом были идентифицированы.

Требуемое время облучения t для получения заданной дозы H может быть найдено из следующего выражения:

$$t = \frac{H}{E}, \quad (5)$$

где t – время облучения, с; H – доза облучения, мДж/м², E – энергетическая освещенность, мВт/м².

Результаты. Результаты подсчета общего числа бактерий, или микробиологической обсемененности, образцов зерна ячменя и пшеницы при различных дозах УФ-облучения приведены в таблице 2 и на рисунках 2 и 3.

Для оценки возможных негативных последствий воздействия ультрафиолетового излучения на биологические свойства зерна пшеницы были проведены исследования облученного максимально достигнутой в эксперименте дозой 120 кДж/м², а также необлученного зерна на соответствие требованиям ГОСТ Р 52554-2006 [3]. Полученные данные приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Показатели эффективности УФ-облучения ячменя и пшеницы

Доза облучения, кДж/м ²	Общее микробное число, КОЕ/мл	
	Ячмень	Пшеница
0	1170	1265
20	759	1097
40	717	1013
60	421	675
80	42	253
100	0	84
120	0	0

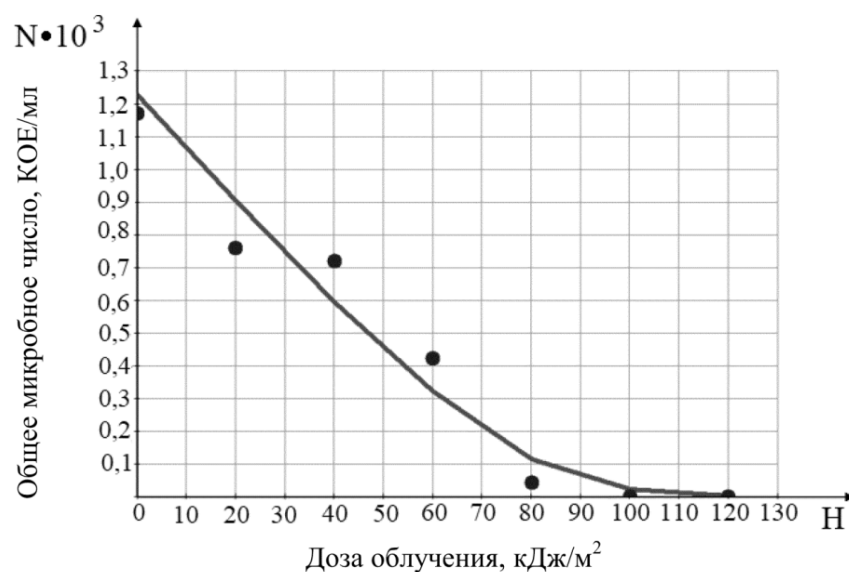


Рисунок 2 – Зависимость микробиологической обсемененности зерна ячменя от дозы УФ-облучения

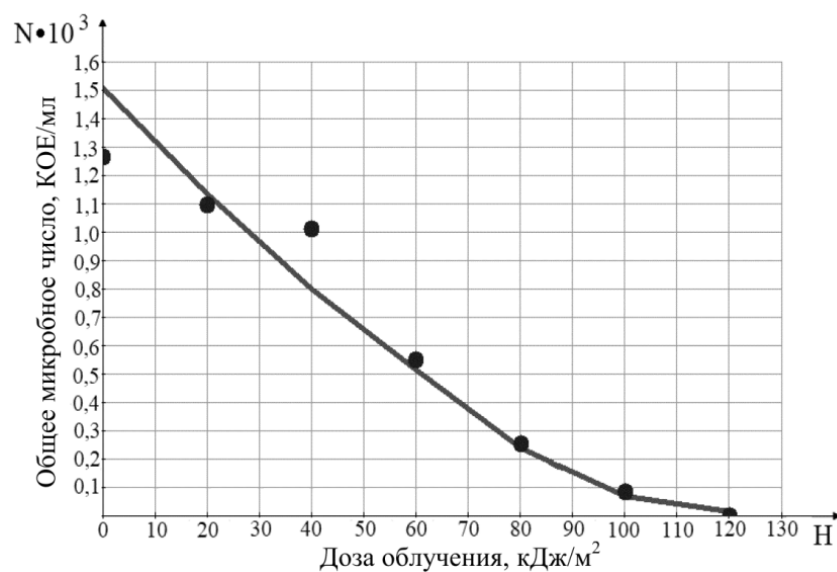


Рисунок 3 – Зависимость микробиологической обсемененности зерна пшеницы от дозы УФ-облучения

В результате фитопатологического анализа по методике [8] двух независимых образцов зерна пшеницы на необлученных смывах были выявлены грибы родов *Fusarium* и *Alternaria*. На образцах, облученных дозой 20 кДж/м², грибы обнаружены не были. Отметим, что ультрафиолетовое излучение ранее было описано [14] как эффективное средство для инактивации спор грибов *Аспергилл Нигер* в кукурузной муке.

Таблица 3 – Биологические свойства облученного и необлученного зерна пшеницы

Наименование образца	Наименование показателя	Единицы измерения	Методика испытаний	Тип зерна	Результаты испытаний
Зерно пшеницы	Массовая доля влаги	%	ГОСТ 13586.5-93	необлученное	8,93
				облученное	7,34
	Число падений	с	ГОСТ 27676-88	необлученное	81
				облученное	68
	Стекловидность	%	ГОСТ 10987-76	необлученное	32
				облученное	34
	Массовая доля белка на сухое вещество	%	ГОСТ 10846-91	необлученное	11,52
				облученное	10,97
	Углеводы (сахар)	%	ГОСТ 26176-91	необлученное	2,42
				облученное	2,37
	Углеводы (крахмал)	%	ГОСТ 26176-91	необлученное	49,01
				облученное	44,89
	Сырой жир	%	ГОСТ 13496.15-97	необлученное	2,42
				облученное	2,50

Обсуждение. Анализ экспериментальных кривых позволяет утверждать, что устойчивый эффект обеззараживания зерна ячменя (рисунок 2) наблюдается при достижении дозы УФ-облучения, равной 100кДж/м². Для зерна пшеницы (рисунок 3), начиная с 100 кДж/м², также происходит угнетение микрофлоры.

Доза УФ-облучения, равная 100кДж/м², помимо бактерицидного воздействия, приводит и к инактивации грибной микрофлоры (грибы родов *Fusarium* и *Alternaria*), поскольку для угнетения ее роста достаточно дозы УФ-облучения от 20 кДж/м².

О незначительности воздействия на биологические свойства зерна ультрафиолетового излучения дозой до 120 кДж/м² говорит ряд показателей, приведенный в таблице 3. Изменение величины стекловидности зерна, массы белка и углеводов незначительны и соизмеримы с погрешностью измерений приборов.

Заключение. Согласно результатам эксперимента, обработка зерна позволяет снизить микробиологическую обсемененность образцов в десятки раз относительно начального уровня. Различий в эффективности обеззараживания зерна ячменя и пшеницы ультрафиолетовым излучением не выявлено.

Доза УФ-излучения для обеззараживания зерна должна быть не менее 100 кДж/м². Инактивация грибной микрофлоры ультрафиолетовым излучением происходит при дозах облучения от 20 кДж/м².

Технология обработки зерна УФ-излучением является наиболее эффективной и, в то же время, безопасной для человека и окружающей среды. Обработка зерна УФ-излучением не требует применения токсичных химических протравителей и стимуляторов. УФ-излучение, по сравнению с излучением других видов, оказывает поверхностное воздействие, не затрагивает внутренние части зерна, благодаря чему не изменяет его пищевую

ценность. Такой характер УФ-воздействия приобретает важное технологическое преимущество как по эффективности обеззараживания, поскольку основная часть микрофлоры расположена на поверхности зерна, так и по сохранению кормовой ценности зерна.

Библиографический список

1. Гагкаева, Т.Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году [Текст] / Т.Ю. Гагкаева, Ф. Б. Ганнибал, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2012. – №1. – С. 37-41.
2. ГОСТ 26972-86. Зерно, крупа, мука, толокно для продуктов детского питания. Методы микробиологического анализа. Межгосударственный стандарт [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 16 с.
3. ГОСТ Р 52554-2006 Пшеница. Технические условия [Текст]. – М.: Изд-во стандартиформ, 2006. – 15 с.
4. Евдокимов, А.П. Воздействие бактерицидного ультрафиолетового излучения на микрофлору зерна пшеницы [Текст] / А.П. Евдокимов, И.Ю. Подковыров, Т.А. Кузнецова // Стратегические ориентиры инновационного развития: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2016. – Т. 2. – С. 320-326.
5. Обеззараживание сточных вод ультрафиолетовым излучением [Текст] / А.П. Грудинкин, С.В. Волков, А.Г. Комаров, Д.А. Левченко, А.Д. Смирнов // Водоочистка. – 2013. – № 6. – С. 22-30.
6. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Текст]. – М.: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 96 с.
7. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников [Текст]. – М.: Минздрав России, 2003. – 14 с.
8. Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов [Текст] / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди. – М.: Мир, 2001. – 486 с.
9. Смирнов, В.В. Микотоксины: Фундаментальные и прикладные аспекты [Текст] / В.В. Смирнов, Ф.М. Зайченко, И.Г. Рубежнйк // Современные проблемы токсикологии. – 2000. – №1. – С. 5-12.
10. Liu L. Effects of water quality on inactivation and repair of *Microcystis viridis* and *Tetraselmis suecica* following medium-pressure UV irradiation [Текст] / L. Liu, X.N. Chu, P.Y. Chen, Y. Xiao, J.Y. Hu, / EMOSPHERE. – 2016. – Т.163. – С. 209-216.
11. Roy P.K. Disinfection of water by various techniques - comparison based on experimental investigations [Текст] / P. K. Roy, D. Kumar., M. Ghosh, A. Majumder // Desalination and water treatment. – 2016. – Т.57. №58 – С. 28141-28150.
12. Islam MS Effect of UV Irradiation on the Nutritional Quality and Cytotoxicity of Apple Juice. / MS Islam, A Patras, B Pokharel, MJ Vergne, M. Sasges, A Begum, K Rakariyatham, C Pan, H Xiao. // JOURNAL OF Agricultural and food chemistry, – 2016. – №.41. – С 7812-7822.
13. Romero-Martinez L. Evaluation of ultraviolet disinfection of microalgae by growth modeling: application to ballast water treatment [Текст] / L. Romero-Martinez, J. Moreno-Andres, A. Acevedo-Merino, E. Nebot, / Journal of applied phycology. – 2016. – Т 28. № 5. – С. 2831-2842.
14. Jun S. Pulsed UV-light treatment of corn meal for inactivation of *Aspergillus niger* spores [Текст] / S. Jun, (Jun, S) J. Irudayaraj, (Irudayaraj, J); A .Demirci, D. Geiser / International journal of food science and technology. – 2003. – Т38. № 8. – С. 883-888.

References

1. Gagkaeva, T. Yu. Zarazhennost' zerna pshenicy gribami *Fusarium* i *Alternaria* na yuge Ros-sii v 2010 godu [Tekst] / T. Yu. Gagkaeva, F. B. Gannibal, O. P. Gavrilova // Zashchita i karantin ras-tenij. - 2012. - №1. -- S. 37-41.
2. GOST 26972-86. Zerno, krupa, muka, tolokno dlya produktov detskogo pitaniya. Metody mikrobiologicheskogo analiza. Mezhgosudarstvennyj standart [Tekst]. - M.: Izd-vo standartov, 2003. - 16 s.

3. GOST R 52554-2006 Pshenica. Tehnicheskie usloviya [Tekst]. - M.: Izd-vo standartinform, 2006. - 15 s.
4. Evdokimov, A. P. Vozdejstvie baktericidnogo ul'trafioljetovogo izlucheniya na mikrofloru zerna pshenicy [Tekst] / A. P. Evdokimov, I. Yu. Podkovyrov, T. A. Kuznecova // Strategicheskoe orientiry innovacionnogo razvitiya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskij GAU, 2016. - T. 2. - S. 320-326.
5. Obezrazhivanie stochnyh vod ul'trafioljetovym izlucheniem [Tekst] / A. P. Grudinkin, S. V. Volkov, A. G. Komarov, D. A. Levchenko, A. D. Smirnov // Vodoochistka. - 2013. - № 6. - S. 22-30.
6. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva: sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy [Tekst]. - M.: FC gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2008. - 96 s.
7. SanPiN 2.1.4.1175-02. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody necentralizovannogo vodosnabzheniya. Sanitarnaya ohrana istochnikov [Tekst]. - M.: Minzdrav Rossii, 2003. - 14 s.
8. Satton, D. Opredelitel' patogennyh i uslovno patogennyh gribov [Tekst] / D. Satton, A. Fotergill, M. Rinal'di. - M.: Mir, 2001. - 486 s.
9. Smirnov, V. V. Mikotoksiny: Fundamental'nye i prikladnye aspekty [Tekst] / V. V. Smirnov, F. M. Zajchenko, I. G. Rubezhnyak // Sovremennye problemy toksikologii. - 2000. - №1. - S. 5-12.
10. Liu L. Effects of water quality on inactivation and repair of *Microcystis viridis* and *Tetraselmis suecica* following medium-pressure UV irradiation [Tekst] / L. Liu, X.N. Chu, P.Y. Chen, Y. Xiao, J.Y. Hu, / EMOSPHERE. - 2016. - T.163. - S. 209-216.
11. Roy P.K. Disinfection of water by various techniques - comparison based on experimental investigations [Tekst] / P. K. Roy, D. Kumar., M. Ghosh, A. Majumder // Desalination and water treatment. - 2016. - T.57. №58 - S. 28141-28150.
12. Islam MS Effect of UV Irradiation on the Nutritional Quality and Cytotoxicity of Apple Juice. / MS Islam, A Patras, B Pokharel, MJ Vergne, M. Sasges, A Begum, K Rakariyatham, C Pan, H Xiao. // JOURNAL OF Agricultural and food chemistry, - 2016. - №41. - S 7812-7822.
13. Romero-Martinez L. Evaluation of ultraviolet disinfection of microalgae by growth modeling: application to ballast water treatment [Tekst] / L. Romero-Martinez, J. Moreno-Andres, A. Acevedo-Merino, E. Nebot, / Journal of applied phycology. - 2016. - T 28. № 5. - S. 2831-2842.
14. Jun S. Pulsed UV-light treatment of corn meal for inactivation of *Aspergillus niger* spores [Tekst] / S. Jun, (Jun, S) J. Irudayaraj, (Irudayaraj, J); A .Demirci, D. Geiser / International journal of food science and technology. - 2003. - T38. № 8. -S. 883-888.

E-mail: takuznetsova@list.ru

УДК 631.158: 331.45 (470.45)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В АПК

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR ON THE SAFETY OF LABOR IN THE AİK

Г.Г. Попов, кандидат технических наук, доцент

Д.А. Абезин, кандидат технических наук, доцент

G.G. Popov, D.A. Abezin

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Представлены анализ и оценку влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК. В процессе исследования предложено собственное определение понятия «человеческий фактор» в области безопасности и охраны труда. Влияние человеческого фактора на безопасность труда в АПК проанализировано на примере сельского хозяйства Волгоградской области, практические расчеты проводились на примере производства продукции животноводства. Расчет ранговых коэффициентов корреляции Спирмена и Кендалла позволил установить тесную

связь между количеством выявленных недостатков функционирования системы управления охраной труда в аспекте человеческого фактора и несчастными случаями на производстве. По результатам исследования предложены меры по уменьшению негативного влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК.

The article is devoted to the analysis and evaluation of the influence of the human factor on labor safety in the agro-industrial complex. In the process of research, we propose our own definition of the concept of the "human factor" in the field of safety and labor protection. The influence of the human factor on labor safety in the agro-industrial complex is analyzed on the example of agriculture in the Volgograd region, practical calculations were carried out using the example of livestock production. The calculation of the rank correlation coefficients of Spearman and Kendall made it possible to establish a close relationship between the number of identified deficiencies in the functioning of the OSH management system in the human factor aspect and industrial accidents. Based on the results of the study, measures were proposed to reduce the negative impact of the human factor on occupational safety in the agro-industrial complex.

Ключевые слова: АПК, безопасность труда, человеческий фактор, травма.

Key words: agro-industrial complex (AIC), labor safety, human factor, trauma.

Введение. Современные экономические отношения, развитие новых форм собственности, интенсивность наращивания объемов производства – все это требует принципиально нового подхода к промышленной безопасности и охране труда на предприятии, а также изменений в идеологии собственника об ответственности за жизнь и здоровье наемных работников.

Предотвращение несчастных случаев – это объемный систематический процесс, он занимает достаточно длительный период, а его положительный результат проявляется только с течением времени. По количеству случаев, а также количеству погибших производственный травматизм и профессиональные заболевания более, чем на порядок превышают практически все вместе глобальные опасности. Так, ежегодно в мире фиксируется около 430 млн случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также техногенных аварий и катастроф, в результате которых погибает более 2,3 млн чел. Для сравнения – среднегодовое количество зафиксированных природных и социальных катастроф составляет около 6 тыс., а погибших от их последствий – около 82 тыс. чел. [10].

Специалисты Международной организации труда определили, что АПК входит в тройку самых опасных отраслей промышленности с точки зрения производственного травматизма и находится в одном ряду с угольной и машиностроительной промышленностью [11].

Состояние охраны труда, уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости работников АПК являются серьезными социально-экономическими проблемами отрасли, которые непосредственно влияют на эффективность труда. Почти 60 % несчастных случаев приходится на время напряженных сезонных работ – весенне-полевых и сбора урожая [7]. Наиболее травмоопасными являются профессии механизаторов, водителей и охранников.

Современные исследования показывают, что проблема производственного травматизма лежит прежде всего в области «человеческого фактора». Нарушение требований безопасности труда, которые проявляются в ходе расследований на предприятиях, свидетельствуют, что основными причинами несчастных случаев на производстве, в первую очередь, являются:

- нарушение трудовой и производственной дисциплины;
- несоблюдение требований инструкций по охране труда, допуск к работе без обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда;
- отсутствие или несовершенство системы управления охраной труда [5, 6].

Итак, с учетом вышеизложенного, оценка влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК приобретает особую актуальность, теоретическую и практическую значимость.

Материалы и методы. Проблематике разработки мероприятий и средств по охране труда и промышленной безопасности посвящены работы таких ученых, как Кружилка А.Е., Левченко О., Чумаченко С. М. и др. Вопрос взаимосвязей между человеком и причинами возникновения профессиональных рисков исследовались в трудах таких ученых, как Г. Салвенди, Роик В., Либерман А. и др.

Однако, несмотря на достаточно глубокий анализ, до сих пор вне поля зрения авторов остается определение четкого понятийного, структурного и причинного аспекта такого явления, как «человеческий фактор», без которого невозможно создать методику его идентификации в профессиональных рисках. Также недостаточно уделено внимания разработке действенных мер по минимизации влияния человеческого фактора на безопасность производства.

Для оценки влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК будут использоваться материалы Волгоградоблстата, систематизированные с учетом Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях [4]. Формирование базы данных и параметрическая ее обработка будет проводиться с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Сегодня основные требования к деятельности по формированию и обеспечению безопасности на рабочем месте изложены в международных стандартах. Так, согласно Рамочной директиве 89/391 / ЕЭС, к общим обязанностям работодателя относится учет человеческого фактора, особенно при обустройстве рабочих мест, выборе средств труда, налаживании рабочих и технологических процессов и т.д. [9].

Вместе с тем следует отметить, что единого определения термина «человеческий фактор» на сегодня не существует. В области промышленной безопасности и охраны труда наиболее распространены следующие формулировки этой дефиниции:

- характеристики человека (или группы людей) и машин (или технических систем), проявляющихся в конкретных условиях их взаимодействия в системе «человек – машина», функционирование которой определяется достижением поставленной цели;
- интегральные характеристики связи человека и технического устройства, обнаруживающиеся в конкретных условиях их взаимодействия при функционировании эргатической системы;
- психологические, физиологические, антропометрические и другие характеристики человека, его возможности и ограничения, которые определяются в конкретных условиях их взаимодействия с объектом управления [2, 3, 5].

С учетом приведенной информации, по нашему мнению, «человеческий фактор» в области безопасности и охраны труда можно интерпретировать как сознательные или бессознательные действия или бездействие человека (группы людей), содержащие в себе риск возникновения (приведшие к возникновению) опасного события.

Таким образом, с учетом формализованного определения термина «человеческий фактор», а также используя статистические данные, приведенные в отчетах Волгоградоблстата по несчастным случаям на производстве, проанализируем влияние человеческого фактора на безопасность труда в АПК.

Как свидетельствует таблица 1, начиная с 2012 года, доля психофизиологических причин наступления несчастных случаев в сельскохозяйственном производстве имеет стабильную тенденцию к увеличению.

Таблица 1 – Распределение количества пострадавших
от производственных травм в АПК из-за различных причин (%)

Причины	2012	2013	2014	2015	2016
Технические	17,17	16,01	15,68	17,71	20,17
Организационные	59,84	63,56	61,59	72,21	67,05
Психофизиологические	4,25	5,07	7,05	11,17	12,78
Другие	18,74	15,36	15,68	-	-

Основными психофизиологическими причинами наступления несчастных случаев в АПК являются: невыполнение требований должностных инструкций и других нормативных актов по охране труда – 21,3 %; нарушение трудовой и производственной дисциплины – 19 %; нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, оборудования машин и механизмов – 9 %. В результате можно выделить следующие наиболее распространенные виды событий, обусловленные «человеческим фактором», в результате которых произошел несчастный случай: падение пострадавшего; дорожно-транспортные происшествия; воздействие подвижных деталей оборудования, машин и механизмов; обрушение предметов; повреждения в результате контакта с животными и др.

Для более детального исследования влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК для примера возьмем такое направление, как производство и переработка животноводческой продукции в Волгоградской области.

Несчастные случаи производственного травматизма в данном направлении производства рассмотрим на уровне индивидуума (ошибка потерпевшего – «человеческий фактор») в разрезе двух групп признаков: режимных и психофизиологических.

В первую группу вошли несчастные случаи вследствие необоснованного нарушения работником режима труда и отдыха, технологического процесса, требований безопасности при эксплуатации оборудования, машин, механизмов и транспортных средств, несоблюдения правил безопасности движения, из-за неприменения средств индивидуальной и коллективной защиты.

Вторую группу составляют несчастные случаи с работниками по причине алкогольного, наркотического, токсикологического отравления или опьянения, низкой нервно-психической устойчивости, неудовлетворительных физических данных или состояния здоровья, неблагоприятного психологического климата в коллективе, индивидуальной неосторожности.

Результаты исследования свидетельствуют об уменьшении количества травмированных сотрудников из-за режимных ошибок. Вместе с тем травматизм в результате ошибок, связанных с психофизиологическим состоянием пострадавшего, увеличился на 5,8 % (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение количества пострадавших при производстве продукции животноводства в Волгоградской области по причинам несчастного случая

	2012	2013	2014	2015	2016	Среднее, %
Группа 1	85,4	86,6	83,2	81,5	79,6	83,3
Группа 2	14,6	13,4	16,8	18,5	20,4	16,7

На предприятиях по производству и переработке продукции животноводства Волгоградской области реализация мероприятий, направленных на недопущение травматизма вследствие человеческого фактора в процессе трудовой деятельности, обеспечивается функционированием системы управления охраной труда (далее – СУОТ) [8].

Учитывая этот факт, установим зависимость между качеством СУОТ и причинами, способствующими ошибочным действиям работников. Для оценки тесноты связи представляется целесообразным использовать ранговые коэффициенты корреляции Спирмена (ρ) и Кендалла (τ) [1]:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

где d – разница рангов; n – количество пар сравнительных значений; S – сумма баллов.

Эмпирическими данными являются: количество выявленных недостатков по функционированию СУОТ (факторный признак, x) и количество причин, которые привели к несчастным случаям (результативный признак, y). Количество наблюдений равно полугодовым периодам 2012...2016 гг. ($n=10$).

Для расчета коэффициента корреляции Спирмена следует определить ранги и рассчитать сумму квадратов отклонений рангов. Если при ранжировании выявляются равнозначные объекты относительно определенного признака, то каждому объекту присваивается средний ранг.

Таким образом, $\sum d_i^2 = 31$. Полученное значение подставляем в формулу:

$$\rho = 1 - \frac{6 \times 31}{10(100 - 1)} = 0,812.$$

Критическое значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена (для уровня значимости $p = 0,005$; $n = 10$; $\rho = 0,794$).

Для расчета τ -коэффициента значение факторного признака проранжируем в порядке возрастания. Значения результативного признака расположим в порядке, соответствующем значению x . Для каждого ранга y определяем число следующих за ним значений рангов, превышающих его величину. Таким образом, путем сложения чисел получим величину P_i , которая фиксируется со знаком плюс. Далее для каждого ранга определяем число следующих за ним значений рангов, меньших его величины. Суммарная величина обозначается через Q_i и фиксируется со знаком минус, тогда получаем:

$$\tau = \frac{2(38 - 6)}{10(10 - 1)} = 0,711.$$

Рассчитанные величины рангового коэффициента корреляции Спирмена и Кендалла свидетельствуют о тесной связи между недостатками в работе СУОТ и количеством причин, которые привели к несчастным случаям.

Отношение τ к ρ отличается от теоретического значения ($\tau = 2/3\rho$) по причине небольшого количества пар сравнительных значений n . Таким образом, недостатки СУОТ влияют на травматизм, связанный с человеческим фактором персонала.

Кроме того, в процессе исследования было проанализировано влияние различных факторов (общий стаж работы, стаж по специальности, профессия, возраст пострадавших и время суток) на величину коэффициента частоты травматизма. В результате установлено следующее:

1. Наиболее травматичная профессия на предприятиях мясного хозяйства – забойщик скота, доля травмирования составляет 30 %, а с летальным исходом – 60 %. Работа забойщика скота отличается значительной тяжестью и напряженностью работы, особенно при неблагоприятных метеорологических условиях и в зимнее время года.

2. Чаще всего получают травмы работники, возраст которых составляет 40-50 лет. Это лица, большинство из которых успели поменять несколько профессий на разных предприятиях. Им свойственна чрезмерная самоуверенность и переоценка собственных возможностей, которые снижают внимание человека и приводят к пренебрежению правилами безопасности, что в итоге создает нештатные ситуации.

3. Что касается стажа работы, то чаще всего получают производственные травмы работники с общим стажем работы 25-30 лет и стажем по профессии 1-5 лет. Для обеих категорий присущ негативный фактор привыкания к опасности с гиперболизацией собственного опыта решения нестандартных ситуаций.

4. Анализ суточных факторов показывает, что наиболее опасными являются первые часы работы (9.00-12.00), что объясняется изменением обстановки, вхождением в состояние «вработывания», повышенным ритмом работы, когда во главу угла ставятся производственные показатели, а потом уже безопасность труда.

Сельское хозяйство – одна из главных составляющих народно-хозяйственного комплекса любой страны. Успех аграрных преобразований очевиден и неоспорим, но интенсивное наращивание объемов производства требует новых подходов к вопросам промышленной безопасности в отрасли. Важным принципом охраны труда в сельском хозяйстве является учет личностных качеств работника. Это выдвигает на первый план роль человеческого фактора в обеспечении высокого уровня охраны труда.

В процессе исследования установлена терминологическая неопределенность понятия «человеческий фактор». Учитывая существующие наработки и теории, авторы предлагают собственное определение указанной дефиниции в области промышленной безопасности и охраны труда.

Влияние человеческого фактора на безопасность труда в АПК проанализировано на примере сельского хозяйства Волгоградской области с использованием статистических данных и с учетом Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, утвержденного Постановлением Минтруда России от 24.10.2002 № 73. Формирование базы данных и параметрическая ее обработка осуществлялись с помощью программы Microsoft Excel. Практические расчеты проводились на примере мясного производства.

Заключение. Полученные результаты позволили сделать вывод об уменьшении количества травмированных работников в связи организационными ошибками в Агропромышленном комплексе Волгоградской области. Вместе с тем, травматизм по причинам, связанным с психофизиологическим состоянием пострадавшего, увеличился на 5,8 % в течение 2012 – 2016 гг. Расчет ранговых коэффициентов корреляции Спирмена и Кендалла позволил установить тесную связь между количеством выявленных недостатков функционирования СУОТ и несчастными случаями на производстве.

В этой связи для уменьшения негативного влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК отдельным направлением деятельности предприятий должно стать внедрение специальной технологии психологической подготовки персонала, базирующейся на основном принципе культуры безопасности - персональном осознании приоритета и важности безопасности. Реализация такого подхода предполагает тесное сотрудничество со специалистами в области психологии безопасности и медицины труда.

Библиографический список

1. Брагина, А.А. Ряды [Текст] / А.А. Брагина, А.А. Гришкевич. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 48 с.
2. Ворошилов, А.С. Константа травматизма: оценка количества травматизма, оценка риска травматизма [Текст] / А.С. Ворошилов, Н.Н. Новиков // Безопасность и охрана труда. – 2016. – №1(66). – С. 4-8.
3. Лечиев, А.С. Роль «человеческого фактора» в обеспечении безопасности жизнедеятельности [Текст] / А.С. Лечиев // Социально-гуманитарные знания. – 2016. – Т. 6. – С. 352-359.
4. Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда России от 24.10.2002 № 73. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39925/

5. Профессиональный стресс как фактор, влияющий на производительность труда работников АПК Волгоградской области [Текст] / И.С. Мартынов, Е.Ю. Гузенко, В.Ю. Мисюрязев, В.И. Новченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №3(43). – С. 226-231.

6. Смыслова, В. Анализ причин несчастных случаев с тяжелыми последствиями на производстве [Текст] / В. Смыслова // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. – 2016. – №2. – С. 90-92.

7. Чаплин Р.И. Оценка профессиональных рисков: идентификация опасностей на предприятиях АПК [Текст] / Р.И. Чаплин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2016. – №31. – С. 71-76.

8. Фаринюк, Ю.Т. Социально-экономические аспекты охраны труда в сельском хозяйстве [Текст] / Ю.Т. Фаринюк, С.Н. Гамаюнов // Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. – 2015. – №7-9. – С. 14-16.

9. Barry Cushway The employer's handbook 2017-2018. [Текст] London: KoganPage, 2017. – 213с

10. Clendenin, Brianna Rebecca; Conlon, Helen Acree; Burns, Candace Overuse of Diagnostic Imaging for Work-Related Injuries [Текст] // Workplace health & safety. – 2017. – №2. – P. 54-56.

11. Fagan, Kathleen M.; Hodgson, Michael J. Under-recording of work-related injuries and illnesses [Текст] // Journal of safety research. – 2017. – Vol. 60. – P. 79-83.

Reference

1. Bragina, A. A. Ryady [Tekst] / A. A. Bragina, A. A. Grishkevich. - Chelyabinsk: Izdatel'skij centr YuUrGU, 2012. - 48 s.

2. Voroshilov, A. S. Konstanta travmatizma: ocenka kolichestva travmatizma, ocenka riska travmatizma [Tekst] / A. S. Voroshilov, N. N. Novikov // Bezopasnost' i ohrana truda. - 2016. - №1(66). - S. 4-8.

3. Lechiev, A. S. Rol' «chelovecheskogo faktora» v obespechenii bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [Tekst] / A. S. Lechiev // Social'no-gumanitarnye znaniya. - 2016. - T. 6. - S. 352-359.

4. Ob utverzhdenii form dokumentov, neobhodimyh dlya rassledovaniya i ucheta neschastnyh sluchaev na proizvodstve, i polozheniya ob osobennostyah rassledovaniya neschastnyh sluchaev na proizvodstve v otdel'nyh otraslyah i organizatsiyah [Elektronnyj resurs] : Postanovlenie Mintruda Rossii ot 24.10.2002 № 73. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39925/

5. Professional'nyj stress kak faktor, vliyayuschij na proizvoditel'nost' truda rabotnikov APK Volgogradskoj oblasti [Tekst] / I. S. Martynov, E. Yu. Guzenko, V. Yu. Misyuryaev, V. I. Novchenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №3(43). - S. 226-231.

6. Smyslova, V. Analiz prichin neschastnyh sluchaev s tyazhelymi posledstviyami na proizvodstve [Tekst] / V. Smyslova // Jekspertiza promyshlennoj bezopasnosti i diag-nostika opasnyh proizvodstvennyh ob'ektov. - 2016. - №2. - S. 90-92.

7. Chaplin R. I. Ocenka professional'nyh riskov: identifikaciya opasnostej na predpriyatiyah APK [Tekst] / R. I. Chaplin // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. - 2016. - №31. - S. 71-76.

8. Farinyuk, Yu. T. Social'no-jekonomicheskie aspekty ohrany truda v sel'skom hozyajstve [Tekst] / Yu. T. Farinyuk, S. N. Gamayunov // Vestnik kadrovoj politiki, agrarnogo obrazovaniya i innovacij. - 2015. - №7-9. - S. 14-16.

9. Barry Cushway The employer's handbook 2017-2018. [Tekst] London: KoganPage, 2017. - 213s.

10. Clendenin, Brianna Rebecca; Conlon, Helen Acree; Burns, Candace Overuse of Diagnostic Imaging for Work-Related Injuries [Tekst] // Workplace health & safety. - 2017. - №2. - R. 54-56.

11. Fagan, Kathleen M.; Hodgson, Michael J. Under-recording of work-related injuries and illnesses [Tekst] // Journal of safety research. - 2017. - Vol. 60. - R. 79-83.

УДК 631.354.2

**АНАЛИЗ ПАРКА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ****ANALYSIS OF PARK OF COMBINE HARVESTERS
THE VOLGOGRAD REGION****О.А. Федорова**, кандидат технических наук, доцент**О.И. Поддубный**, аспирант**O.A. Fedorova, O.I. Poddubniy***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

Цель настоящей работы – на основе анализа статистических данных Волгоградской области изучить состояние парка зерноуборочных комбайнов. Сельское хозяйство является одной из основных определяющих сфер экономики, значение которой формируется наличием значительных земельных, трудовых и производственных фондов. Организация условий для постоянного развития агропромышленного комплекса является приоритетным направлением развития Волгоградской области. В связи с кризисными событиями в экономике России, произошло ухудшение финансового положения сельского хозяйства, в т.ч. его технической оснащенности. Первостепенное значение приобретают проблемы модернизации АПК, а также эффективного использования имеющейся в наличии материально-технической базы хозяйств. Изучение характеристик материально-технического обеспечения Волгоградской области позволило выявить столкновение интересов между необходимостью обновления парка зерноуборочных машин и эффективным использованием уже имеющейся техники. Дефицит сельскохозяйственной техники сдерживает технический потенциал аграриев и увеличивает трудоемкость работ, а качественное использование техники уменьшает срок ее окупаемости и позволяет ускорить производственный процесс с применением современных способов уборки.

The purpose of this work is to study the state of the grain harvester Park on the basis of statistical data analysis of the Volgograd region. Agriculture is one of the main defining spheres of the economy, the importance of which is formed by the presence of significant land, labor and production funds. The organization of conditions for the continuous development of the agro-industrial complex is a priority for the development of the Volgograd region. In connection with the crisis events in the Russian economy there was a deterioration in the financial situation of agriculture, including its technical equipment. Of paramount importance are the problems of modernization of agriculture, as well as the effective use of the existing material and technical base of farms. The study of the characteristics of the material and technical support of the Volgograd region revealed a collision of interests between the need to update the Park of grain harvesting machines and the effective use of existing equipment. The shortage of agricultural machinery holding back the technical capacity of farmers and increases the complexity of works and the quality of the use of the technique reduces the period of its recoupment and allows you to speed up the production process using modern cleaning methods.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, машинно-тракторный парк, использование зерноуборочных комбайнов, Волгоградская область.

Key words: combine harvester, machine and tractor fleet, the use of combine harvesters, Volgograd region.

Введение. Рациональный состав парка зерноуборочных комбайнов способствует увеличению валовой продукции за счет сокращения сроков уборки и снижения потерь зерна, что, следовательно, повысит конкурентное преимущество производителей сельскохозяйственной продукции.

Волгоградская область по размеру посевных площадей входит в первую десятку регионов России. Только площадь под зерновые культуры составила 2089,5 тыс. га.

Хозяйства Волгоградской области в 2017 году собрали 5,6 млн тонн зерна. Это лучший показатель за последние 39 лет. Урожайность составила 26,8 ц/га.

На первом месте в составе площадей, занятых под посевы, в регионе находится пшеница (35,9 % от всех площадей), на втором – подсолнечник (19,5 %), на третьем – ячмень (13,7 %), на четвертом – зернобобовые культуры (3,8 %) и на пятом – просо (2,8 %) [10].

Кроме того, при производстве тритикале Волгоградская область в 2015 году заняла второе место в общероссийских сборах, что составило 38,9 тыс. тонн или 6,9 %. По посевным площадям этой культуры область также на втором месте – 22,4 тыс. га или 8,9 % от всех площадей тритикале по России.

Степень оснащенности отрасли парком зерноуборочных комбайнов непосредственно влияет на расширение размеров посевных площадей.

Материалы и методы. В настоящей статье использованы материалы информационной базы [6, 7], данные научных работ, посвященных исследованиям обеспеченности зерноуборочными комбайнами [2] и другие.

Результаты и обсуждение. Исследование оснащенности парка зерноуборочных комбайнов Волгоградской области [1] определяет среднюю сезонную нагрузку на 1 комбайн в 450 га. При данной обеспеченности (рисунок 1) аграрных подразделений Волгоградской области время проведения уборки увеличивается в 1,5–2,0 раза, по сравнению с агротехнически допустимыми.

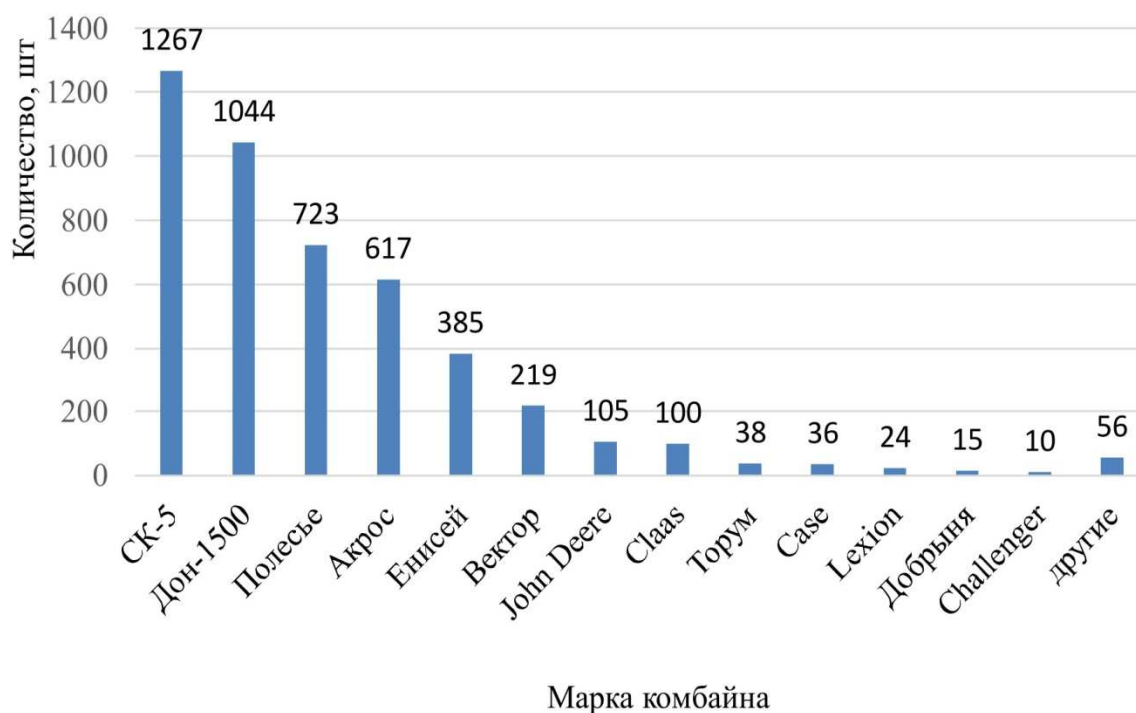


Рисунок 1 – Оснащенность парка Волгоградской области по маркам зерноуборочных комбайнов

В сельскохозяйственных предприятиях используются комбайны как отечественного, так и импортного производства [10], причем доля отечественных зерноуборочных комбайнов значительно выше (рисунок 2).

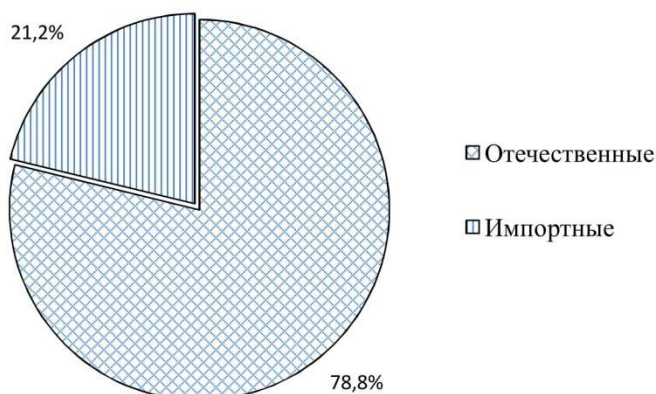


Рисунок 2 – Соотношение количества комбайнов отечественного и импортного производства

Наиболее распространёнными марками комбайнов отечественного производства в условиях Волгоградской области являются СК-5 (35,34 %), Дон-1500 (29,12 %), Акрос (17,21 %) и их модификации (рисунок 3) [5, 8].

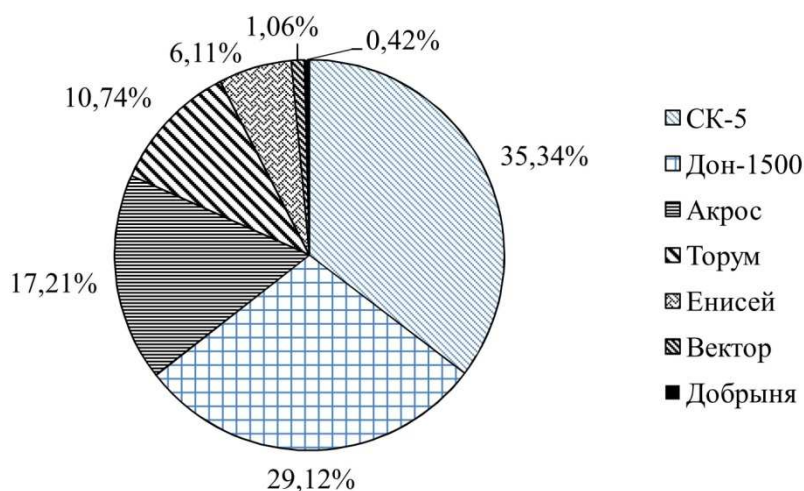


Рисунок 3 – Распределение комбайнов отечественного производства по маркам

Из импортных зерноуборочных комбайнов наибольшее распространение получили Полесье (68,6 %), JohnDeere (9,96 %) и Claas (9,49 %) [5, 8].

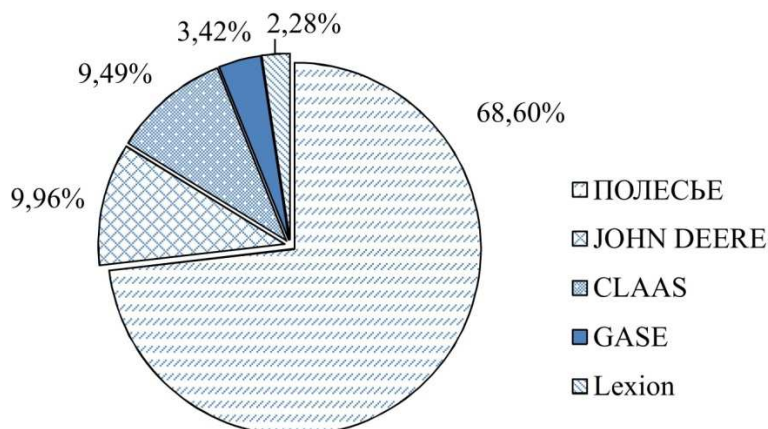


Рисунок 4 – Распределение комбайнов зарубежного производства по маркам

Вследствие увеличения доли фермерских хозяйств, возникли существенные преобразования в системе аграрных организаций и их оснащении техническими средствами. Рассмотрение состава зерноуборочных машин по годам эксплуатации показывает, что около 56 % машин Волгоградской области находятся со сроком эксплуатации более 10 лет (рисунок 5), который предполагает возрастание потребности в ремонтно-обслуживающих работах [6, 7].

Положение осложняет низкая надежность технических средств из-за повышенного срока эксплуатации. Так, например, у СК-5 «Нива» средний срок службы находится в пределах 18-20 лет. Срок службы комбайнов зарубежного производства и современные модификации комбайнов компании «Ростсельмаш» имеют средний период восемь лет.

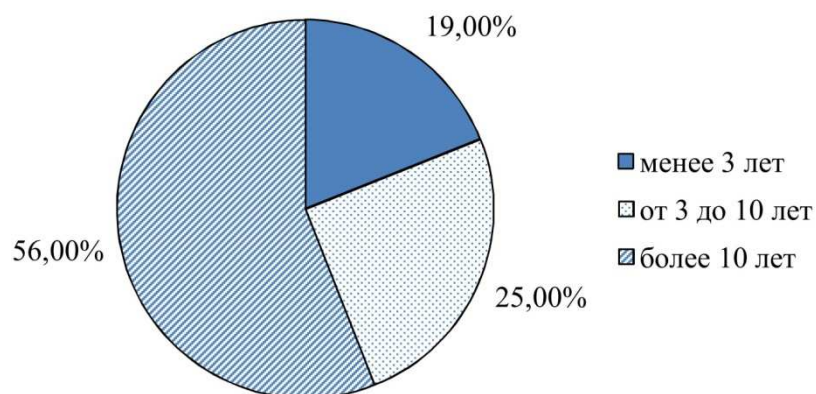


Рисунок 5 – Возрастной состав комбайнов Волгоградской области

В то же время использование новых высокопроизводительных комбайнов для снижения сроков проведения уборочных работ, а, следовательно, и потерь зерна, зачастую экономически не оправдано из-за значительного роста капитальных затрат на приобретение и последующее обслуживание такой техники.

Значительные резервы роста производительности заключаются в эффективном использовании имеющегося разновозрастного парка машин. Поэтому требуется нахождение границ эффективного применения зерноуборочных комбайнов с различным сроком эксплуатации при разных объемах выполнения работ, а также разработка методов, обеспечивающих повышение уровня реализации потенциала комбайнов. Кроме того, необходимо дифференцированно распределять зерноуборочные комбайны с различной наработкой по сельскохозяйственным (фермерским) хозяйствам с различной площадью уборки зерновых культур.

В трудах [4, 8] доказана годовая нагрузка на зерноуборочную машину для достаточно больших аграрных предприятий, без учета того, что площадь, подлежащая уборке в различных компаниях, может быть неодинаковой. Однако для повышения эффективности использования технических средств, находящихся за сроками амортизации, необходимо экономическое обоснование целесообразности и длительности их эксплуатации при различной площади уборки зерновых культур при разных формах хозяйствования.

Несмотря на непродолжительное использование (до двух месяцев в году) зерноуборочных комбайнов, с целью улучшения качества уборки, в процедуру уборки инвестируются существенные материальные ресурсы.

При этом увеличение сроков уборки приводят к обострению проблемы потерь урожая, а, следовательно, и к повышению издержек производства сельскохозяйственной продукции.

На увеличение себестоимости продукции значительно оказывает воздействие такие показатели как производительность и стоимость зерноуборочных машин [9].

Статистические данные последних лет свидетельствуют о недостаточном темпе переоснащения парка зерноуборочных комбайнов. Аналогичная ситуация наблюдается по всей территории России. В работе [3] показано, что в настоящий момент средний возраст зерноуборочной техники составляет более 20 лет, а скорость пополнения парка зерноуборочных комбайнов значительно ниже темпов списания.

Износ имеющейся на предприятиях зерноуборочной техники достигает 70...80 %. В данной ситуации без технического перевооружения отрасли очень трудно достигнуть требуемого оснащения и необходимого уровня развития отечественного парка зерноуборочных машин.

На сегодняшний день обновление парка аграрных предприятий является перво-степенной задачей. Нехватка зерноуборочной техники (всего по 2,2 ед. комбайнов на 1000 га), ее амортизация, высокие эксплуатационные капиталовложения на ежегодное техническое обслуживание и ремонт, влияние на результат сельхозпроизводства климатических факторов обуславливают увеличение агротехнических сроков уборки выше нормативных значений, что влечет за собой ежегодные потери урожая.

Заключение. В экономике Волгоградской области развитие сельского хозяйства является главной задачей, что подчеркивает его ведущее значение в развитии региона. Эффективность применения зерноуборочной техники обуславливается необходимостью достаточного количества зерноуборочных машин как в отдельно взятом хозяйстве области, так и в целом по России.

Библиографический список

1. Комитет сельского хозяйства Волгоградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ksh.volgograd.ru/current-activity/reports/>
2. Кормаков, Л.Ф. Техническая модернизация аграрного производства – проблемы, их причины и подходы к решению [Текст] / Л.Ф. Кормаков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 4. – С. 28–32.
3. Осипов, А. Современные тенденции развития российского рынка зерна [Текст] / А. Осипов, А. Давлетшин, Д. Федюшин // Экономика сельского хозяйства России. – 2015. – № 3. – С. 15–22.
4. Окунев, Г.А. Обоснование параметров процесса уборки зерновых культур [Текст] / Г. А. Окунев, С. Д. Шепелёв, В. Д. Шепелёв // Аграрная наука. – 2004. – № 2. – С. 11–12.
5. Сельское хозяйство, охота и лесоводство Волгоградской области [Текст] : стат. обозрение / Терр. орган Фед. службы государственной статистики по Волгоград. обл. – Волгоград: Волгоградстат, 2015. – 195 с.
6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://volgastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/volgastat.ru/statistics/macroeconomics/
7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>
8. Шепелёв, С.Д. Повышение эффективности уборки на основе циклического созревания зерновых культур [Текст] / С. Д. Шепелёв, И. Н. Кравченко // Техника и оборудование для села. – 2011. – Т. 169. – № 7. – С. 26–27.
9. Шепелёв, С.Д. Обоснование согласованности взаимодействия зерноуборочных комбайнов и транспортных средств [Текст] / С. Д. Шепелёв, Г. А. Окунев // Вестник ЧГАУ. – 2005. – Т. 45. – С. 190–196.
10. Экспертно-аналитический центр агробизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyajstvo-volgogradskoy-oblasti>
11. Cherkasov, Yu. Differentiation of the seasonal loading of combine harvester depending on its technical readiness [Текст] / Yu. Cherkasov, S. Shepelev, V. Shepelev // Procedia Engineering. – 2015. – Вып. 129. – С. 161–165. (Scopus).

References

1. Komitet sel'skogo hozyajstva Volgogradskoj oblasti [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://ksh.volgograd.ru/current-activity/reports/>

2. Kormakov, L. F. Tehnicheskaya modernizaciya agrarnogo proizvodstva - problemy, ichi prichiny i podhody k resheniyu [Tekst] / L. F. Kormakov // Jekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayuschih predpriyatij. - 2017. - № 4. - S. 28-32.

3. Osipov, A. Sovremennye tendencii razvitiya rossijskogo rynka zerna [Tekst] / A. Osipov, A. Davletshin, D. Fedyushin // Jekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii. - 2015. -- № 3.

4. Okunev, G. A. Obosnovanie parametrov processa uborki zernovyh kul'tur [Tekst] / G. A. Okunev, S. D. Shepel'jov, V. D. Shepel'jov // Agrarnaya nauka. - 2004. - № 2. - S. 11-12.

5. Sel'skoe hozyajstvo, ohoty i lesovodstvo Volgogradskoj oblasti [Tekst] : stat. obozrenie / Terr. organ Fed. sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Volgograd. obl. - Volgograd: Volgogradstat, 2015. - 195 s.

6. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Volgogradskoj oblasti [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://volgastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/ts/volgastat/ru/statistics/macroeconomics/>

7. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru>

8. Shepel'jov, S. D. Povyshenie jeffektivnosti uborki na osnove ciklicheskogo sozrevaniya zernovyh kul'tur [Tekst] / S. D. Shepel'jov, I. N. Kravchenko // Tehnika i oborudovanie dlya sela. - 2011. - T. 169. - № 7. - S. 26-27.

9. Shepel'jov, S. D. Obosnovanie soglasovannosti vzaimodejstviya zernouborochnyh kombajnov i transportnyh sredstv [Tekst] / S. D. Shepel'jov, G. A. Okunev // Vestnik ChGAU. - 2005. - T. 45. - S.

10. Jekspertno-analiticheskij centr agrobiznesa [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyajstvo-volgogradskoy-oblasti>

11. Cherkasov, Yu. Differentiation of the seasonal loading of combine harvester depending on its technical readiness [Tekst] / Yu. Cherkasov, S. Shepelev, V. Shepelev // Procedia Engineering. - 2015. - Vyp. 129. - S. 161-165. (Scopus).

E-mail: foa_77@mail.ru

УДК 631.333.6

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

THEORETICAL ANALYSIS OF THE WORK OF THE ADVANCED MIXER-SOLVENT SHREDDER OF SOLID ORGANIC FERTILIZERS

И.Б. Сычев¹, аспирант

А.Н. Цепляев¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В.Г. Абезин^{1,2,3}, доктор технических наук, профессор

В.А. Моторин¹, кандидат технических наук

I.B. Sychev¹, A.N. Tseplyaev¹, V.G. Abezin^{1,2,3}, V.A. Motorin¹

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Филиал Поволжского научно-исследовательского института эколого-мелиоративных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

³Астраханский государственный университет

¹Volgograd State Agrarian University

²The branch of the Povolzhsky Research Institute of Ecological and Meliorative Technologies of the Federal State Biological University "Federal Scientific Center of Agro-ecology, Complex Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences"

³Astrakhan State University

Повышение плодородия почвы требует внесения органических удобрений. Большинство технологий внесения включает распределение удобрений по поверхности поля с последующей их заделкой в пахотный горизонт с помощью плугов или других почвообрабатывающих орудий. Из-

вестные машины для внесения твердых органических удобрений не отвечает агротехническим требованиям по качеству внесения: недостаточное измельчение, неравномерное распределение по поверхности поля. Цель настоящего исследования заключается в совершенствовании конструкции измельчителя-разбрасывателя, который обеспечивал бы измельчение твердых органических удобрений до однородной мелкокомковатой структуры, а также равномерно распределял измельченные удобрения по поверхности поля. Известные разбрасыватели включают цепочно-планчатые конвейеры-питатели, недостатком которых являются повышенные энергетические затраты и неравномерность подачи удобрений к измельчающему устройству, а соответственно и на поле. По результатам теоретического анализа следует отметить: найденные зависимости позволяют определить сопротивление резанию органических удобрений, длину разрезанных частиц. Кроме того, получено значение массы удобрений, сброшенной барабаном за один оборот, которое может быть качественной оценкой работы разбрасывателя. По ней можно судить о фактической норме внесения удобрений, отклонении от этой нормы, а также производить настройку разбрасывателя непосредственно в полевых условиях. Разработанная конструкция обеспечивает выполнение всех агротехнических требований, повышает надежность работы измельчителя-разбрасывателя и производительность.

Increasing the fertility of the soil requires the application of organic fertilizers. Most application technologies include the distribution of fertilizers over the surface of the field and their subsequent incorporation into arable horizon with the help of plows or other tillage tools. Known machines for applying solid organic fertilizers do not meet the agro-technical requirements for the quality of application - insufficient grinding, uneven distribution over the surface of the field. The purpose of this study is to improve the design of the spreader chopper, which would provide grinding of solid organic fertilizers to a homogeneous fine-lumpy structure, and evenly distribute the ground fertilizer over the field surface. Known spreaders include chain-slat conveyor feeders, the disadvantage of which are increased energy costs and uneven feeding of fertilizers to the grinding device, and accordingly on the field. According to the results of the theoretical analysis, it should be noted that the dependences found allowing one to determine the resistance to cutting of organic fertilizers, the length of the cut particles, and also the value of the weight of fertilizers discarded by the drum in one revolution, which can be a qualitative estimate of the spreader's work. It can be used to judge the actual rate of application of fertilizers, deviation from this norm, and also to adjust the spreader directly in the field. The developed design ensures the fulfillment of all agro-technical requirements, improves the reliability of the grinder-spreader and the productivity.

Ключевые слова: *транспортёр-питатель, подбарабанье, противорежущие дуги, измельчающий барабан, ножи.*

Key words: *transporter-feeder, concave, opposing arcs, grinding drum, knives.*

Введение. Высококачественное приготовление и равномерное распределение твердых органических удобрений по поверхности поля обеспечивает значительное повышение плодородия почвы и урожайность сельскохозяйственных культур [5].

Совершенствование конструкции измельчителя-разбрасывателя твердых органических удобрений позволяет значительно снизить трудоемкость внесения и уменьшить стоимость конструкции. При этом качество внесения обеспечивает соблюдение всех агротехнических требований.

Анализ известных исследований и патентных материалов показал, что существующие технологии и технические средства не отвечают агротехническим требованиям и требуют совершенствования [6,10].

В.П. Горячкин в своей теории резания лезвием утверждал, что процесс перерезания слоя удобрений состоит из двух этапов: предварительного уплотнения и непосредственного взаимодействия.

Силу воздействия ножа, обеспечивающего процесс резания, определяют из уравнения:

$$P_{кр} = P_{рез} + T_1 + T_2 \cos \beta.$$

При скользящем резании, когда угол скольжения больше угла трения $\tau \geq \gamma$, резание обеспечивается нормальным давлением, с участием боковой силы, которая создает скользящее движение частиц удобрений, обеспечивающее эффект перепиливания.

Материалы и методы. Разработана конструкция измельчителя-разбрасывателя твердых органических удобрений (рисунок 1), которая содержит бункер 1, установленный с помощью рамы на колесный ход 2.

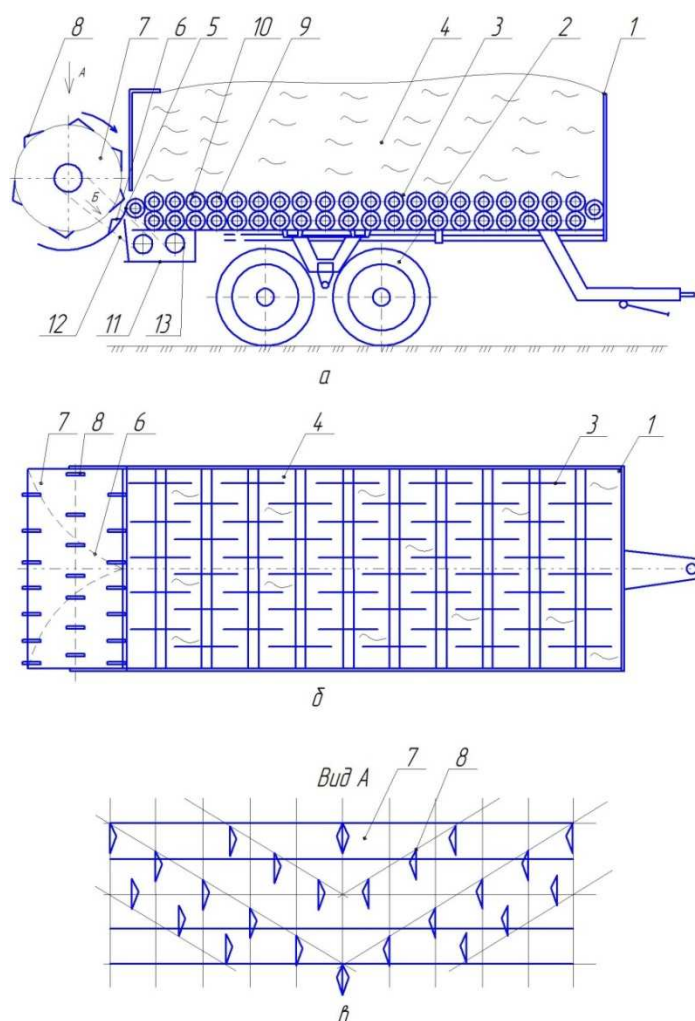


Рисунок 1 - Конструкция измельчителя-разбрасывателя ТОУ:

а – вид сбоку, б – вид сверху, в – схема расстановки ножей

В бункере (рисунок 1а, 1б) смонтирован подающий горизонтальный транспортер-питатель 3, над которым размещены удобрения. В конце транспортера-питателя 3, за задним бортом бункера 1 установлено подбарабанье 5 с противорежущими дугами 6. Над подбарабаньем 5 смонтирован измельчающий барабан 7 с ножами 8, размещенными на барабане по винтовым линиям левосторонней и правосторонней направленности (рис. 1в).

Измельчитель-разбрасыватель твердых органических удобрений работает следующим образом. Перед началом работы бункер 1 заполняется удобрениями. При движении измельчителя-разбрасывателя по полю подающий горизонтальный транспортер-питатель 3 перемещает удобрения 4 к измельчающему барабану 7. При этом дисковые ножи 10 разрезают нижний слой удобрений, а планки 9 захватывают измельченные удобрения 4 и транспортируют их на подбарабанье 5.

Измельчающий барабан 7 при взаимодействии с противорежущими дугами 6 производит крошение ТООУ. При этом резание удобрений производится со скольжением за счет постоянного изменения точки резания, в связи с тем, что ножи 8 расположены на барабане 7, а противорежущие дуги 6 по параболическим кривым, что значительно снижает затраты мощности на измельчение. Размещение ножей 8 по винтовым линиям левосторонней и правосторонней направленности позволяет сдвигать измельченную массу удобрений от центра к периферии, увеличивает ширину захвата измельчителя-разбрасывателя, этому способствуют противорежущие дуги 6. Применение дисковых ножей 10 на подающем горизонтальном транспортере-питателе 3 значительно снижает затраты мощности на его привод и обеспечивает предварительное измельчение твердых органических удобрений.

Технологический процесс измельчения твердых органических удобрений начинается выполняться при перемещении горизонтального транспортера-питателя 3 под твердыми органическими удобрениями. Резание органических волокнистых материалов следует рассматривать для данного конкретного случая как резание лезвием. При этом лезвие при внедрении ножа в материал под действием силы P от всех твердых органических удобрений производит их измельчение главным образом режущей кромкой-вершиной двугранного угла, образованного боковыми гранями лезвия. Резание лезвием происходит в толще материала без образования стружки. Измельчению материала твердых органических удобрений под воздействием лезвия предшествует сжатие материала до образования разрушающего контактного напряжения σ_p [4].

Углубление кромки лезвия в слой удобрений (рисунок 2) до возникновения разрушающего контактного напряжения σ_p вызывает процесс резания.

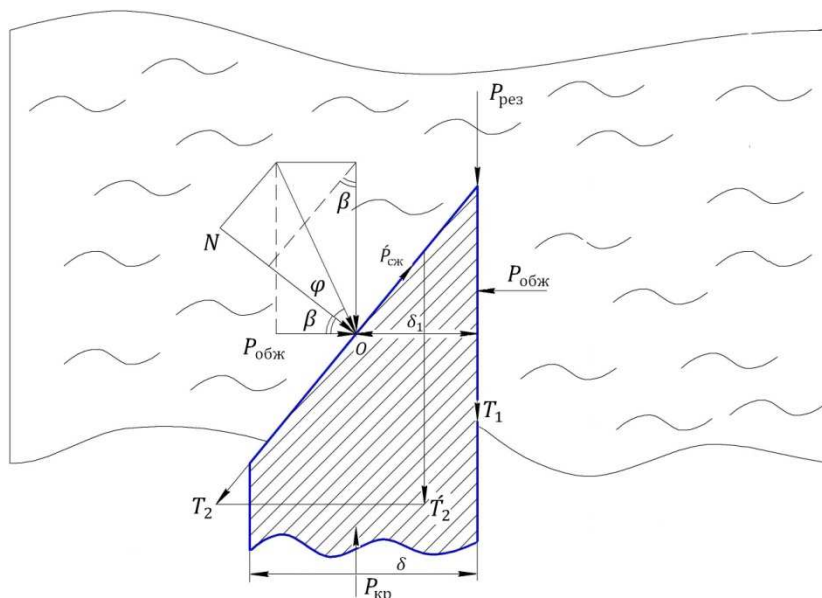


Рисунок 2 – Схема взаимодействия лезвия с удобрениями

При этом на нож действуют силы [7], $P_{рез}$ – сопротивление резанию;

$P_{ск}$ – силы сопротивления сжатию фаской лезвия;

$P_{обж}$ – силы обжатия твердыми органическими удобрениями;

N – нормальная сила, равная:

$$N = P_{ск} \cdot \sin \beta + P_{обж} \cdot \cos \beta. \quad (1)$$

Сила трения:

$$T_2 = Nf, \quad (2)$$

где $f = \operatorname{tg} \varphi$ - коэффициент трения твердых органических удобрений о лезвие; φ - угол трения.

$$N = \sqrt{P_{\text{обж}}^2 + P_{\text{сж}}^2} \cdot \cos \varphi. \quad (3)$$

От силы $P_{\text{обж}}$ возникнет сила трения T_1 на другой грани лезвия

$$T_1 = P_{\text{обж}} \cdot f. \quad (4)$$

Сила трения T_2 направлена вдоль лезвия, а вертикальная проекция этой силы равна:

$$T_2' = T_2 \cdot \cos \beta. \quad (5)$$

После подстановки значения N получим:

$$T_2' = f \left(P_{\text{сж}} \frac{1}{2} \cdot \sin 2\beta + P_{\text{обж}} \cdot \cos^2 \beta \right). \quad (6)$$

При резании критическая сила $P_{\text{кр}}$ преодолевает сумму всех сил в вертикальном направлении [1, 2, 3].

$$P_{\text{кр}} \geq P_{\text{рез}} + P_{\text{сж}} + T_1 + T_2'. \quad (7)$$

Сила $P_{\text{рез}}$ определяется как произведение площади кромки лезвия на разрушающее контактное напряжение σ_p :

$$P_{\text{рез}} = F_{\text{кр}} \sigma_p = \delta \Delta l \sigma_p, \quad (8)$$

где δ – толщина лезвия; Δl – длина лезвия.

Разрушающее контактное напряжение σ_p определяется экспериментально, для соломистого навоза его величина $\sigma_p = (2,3 \dots 3,5) 10^{-6}$ Н/м² [7].

Относительное сжатие $E_{\text{сж}}$ вертикального столбика в пределах фаски лезвия будет:

$$E_{\text{сж}} = \frac{\sigma}{E}, \quad (9)$$

где σ – контактное напряжение, кгс/мм²; E – модуль деформации, Н/мм² (27...31 Н/мм²);

Сила сжатия:

$$P_{\text{сж}} = \frac{E}{2h} h^2 \text{сж} \operatorname{tg} \beta. \quad (10)$$

Сила обжатия фаски лезвия ножа:

$$P_{\text{обж}} = \mu \frac{E}{h} \int_0^\delta \delta_i d\delta = \mu \frac{E}{2} \frac{\delta_i^2}{\delta}, \quad (11)$$

где μ – коэффициент Пуассона (0,004...0,061) [8].

После подстановки всех значений сил, противодействующих $P_{\text{кр}}$, получим:

$$P_{\text{кр}} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{\delta_i^2}{\delta} + \frac{f \mu E}{2} \frac{h^2 \text{сж}^2}{\delta} + f \left(\frac{E \delta_i^2}{4\delta} \operatorname{tg} \beta \sin 2\beta + \frac{\mu E}{2} + \frac{\delta_i^2}{\delta} \cos \beta \right). \quad (12)$$

После преобразования получим:

$$P_{\text{кр}} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{\delta_i^2}{h} [\operatorname{tg} \beta + f \sin^2 \beta + \mu(f + \cos^2 \beta)]. \quad (13)$$

Измельчающий барабан 8 имеет ножи 6, у которых угол наклона ножа α относительно противорежущих дуг 6 и угол защемления равны друг другу.

Основными параметрами измельчающего барабана являются толщина h разрезаемого слоя, расстояние a от вала измельчающего барабана до противорежущей дуги, диаметр барабана D_6 , V_{cl} – скорость подачи слоя твердых органических удобрений, а также скорость V_6 вращения барабана.

При вращении барабана со скоростью ω траектория движения частиц твердых органических удобрений представляет собой трахоиду, которая описывается уравнениями в неподвижных осях координат Ox и Oy :

$$x = V_{cl} t + \frac{D_6}{2} \cdot \cos \omega t, \quad (14)$$

$$y = \frac{D_6}{2} \cdot (1 - \sin \omega t), \quad (15)$$

где t – время поворота барабана на угол φ .

Расчетная длина резки $l_{расч}$ определяется из уравнения:

$$l_{расч} = V_{cl} \left(t + \frac{\theta}{\omega} \right) + R \sqrt{1 - \left(\frac{R-y}{R} \right)^2} - V_{cl} t - R \sqrt{1 - \left(\frac{R-y}{R} \right)^2}, \quad (16)$$

где θ – угол поворота барабана за время Δt или $\Delta t = \theta/\omega$; R – радиус барабана.

Из уравнения (16) расчетная длина резки:

$$l_{расч} = V_{cl} \frac{\theta}{\omega}. \quad (17)$$

После подстановки значений θ и ω .

$$l_{расч} = V_{cl} \frac{2\pi}{2\pi n z} = \frac{V_{cl}}{30 n z}, \quad (18)$$

где n – частота вращения барабана, s^{-1} z – число ножей на барабане.

Расстояние a от вала измельчающего барабана до противорежущей дуги из опытных данных [7].

$$a = 1,25 D_6. \quad (19)$$

Основным оценочным технологическим показателем работы любого разбрасывателя является равномерность внесения удобрений. Этот показатель зависит от многих факторов, но основными из них являются величины, влияющие на траекторию движения частицы. К ним можно отнести: скорость отрыва частицы от ножа ротора, сопротивление воздуха, направление и величина воздушного потока, высота падения частицы и др. В представленном материале рассмотрим траекторию движения в зависимости от скорости движения частицы как некоторого геометрического тела, летящего под некоторым углом α к горизонту [9].

На схеме (рисунок 3) V_r – скорость движения частицы под углом α горизонту, V_x – проекция скорости V_r на ось Ox , V_y – соответственно на ось Oy , gt_1 – скорость частицы, направленная вниз; φ_1 – угол поворота барабана, равный в момент отрыва частицы от ножа; $\varphi_1 = \omega t_1 = \alpha$; R – радиус барабана.

Угол:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \omega \cdot t_1, \quad (20)$$

$$V_x = V_z \cdot \cos \alpha, \quad V_y = V_z \cdot \sin \alpha - gt_1, \quad (21)$$

$$V_z = \frac{V_x}{\cos \beta}, \quad V_y = \frac{V_x \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} - gt_1. \quad (22)$$

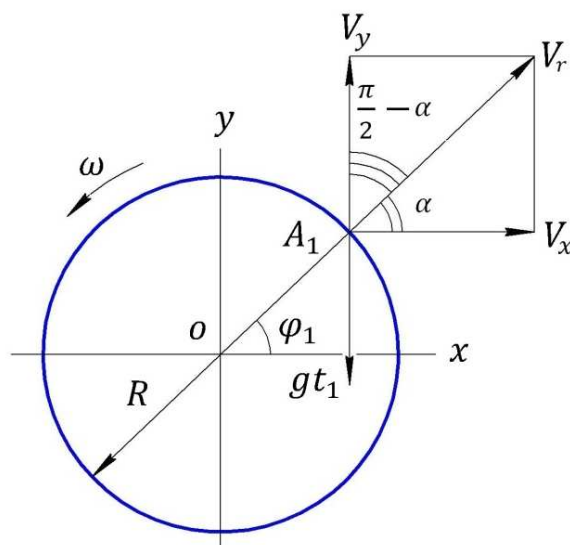


Рисунок 3 – Схема скоростей при отрыве частицы от ножа

Для определения траектории движения (21) частицы возьмем интеграл выражения (22).

$$y = V_x \cdot tg\alpha \cdot t_1 - \frac{(gt_1)^2}{2}. \quad (23)$$

Полученное уравнение представляет собой параболу. Если в указанное выражение подставить значение времени t_1 , то можно получить траекторию движения частицы при остановленной машине.

Однако, фактически машина перемещается, и тогда нож и все его точки движутся по циклоиде. Для соблюдения агротребований при разбрасывании частиц по поверхности поля необходимо, чтобы циклоида была удлиненной. Ее схема представлена на рисунке 4.

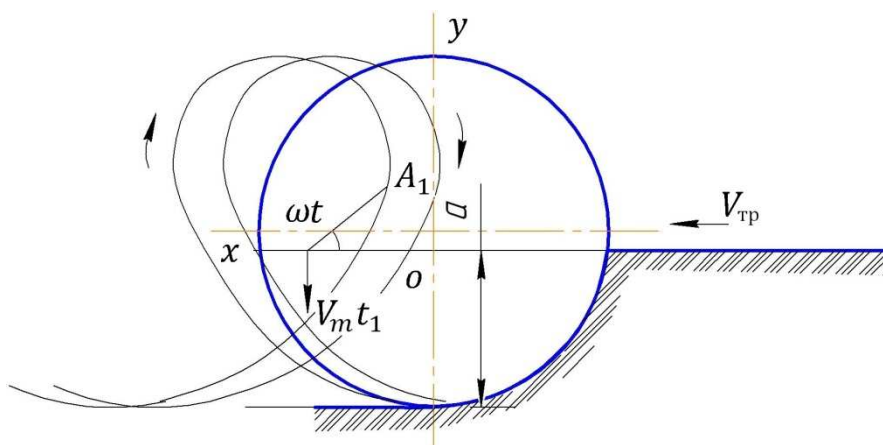


Рисунок 4 – Схема траектории движения точки лопатки барабана разбрасывателя относительно измельченной массы

Уравнение траектории движения будет представлено в параметрическом виде по осям OX и OY.

$$x = V_m \cdot t_1 - R \cos \omega t_1 \quad (24)$$

$$y = R \sin \omega t_1. \quad (25)$$

Оценкой, характеризующей циклоиду, является кинематический параметр $\langle \lambda \rangle$. Для его определения возьмем первую производную x , т.е.

$$V_x = \dot{x} = V_M - R \cos \omega t. \quad (26)$$

Для рассматриваемого процесса частица должна оторваться от ножа в точке A_1 и перемещаться в сторону, противоположную движению машины. Тогда предельное значение скоростей движения машины и проекции окружной скорости от вращения барабана будут равны нулю, а абсолютная скорость будет направлена вертикально вверх:

$$V_M = R\omega \sin \omega t_1. \quad (27)$$

Отсюда " λ " будет равен:

$$\lambda = \frac{R\omega}{V_M} \geq 1. \quad (28)$$

Тогда $\sin \omega t_1 = \frac{1}{\lambda}$, а угол поворота барабана для отрыва частицы от ножа $\varphi_1 = \omega t_1$ определится из выражения:

$$\varphi_1 = \arcsin \frac{1}{\lambda} = \beta. \quad (29)$$

Число оборотов барабана в секунду определится исходя из зависимости:

$$n_6 = V_M \cdot \frac{b_p \cdot Q}{q_p}, \quad (30)$$

где V_M – скорость разбрасывателя, м/с; b_p – ширина захвата разбрасывателя, м; Q – норма внесения удобрений, кг/м²; q_p – масса удобрений, сброшенная барабаном за один оборот, кг/об.

Однако скорость разбрасывателя V_M напрямую связана с нормой внесения удобрений Q и скоростью транспортера « $V_{тр}$ »:

$$V_M = V_{тр} \cdot i,$$

где i – передаточное отношение, тогда:

$$n_6 = V_{тр} \cdot i \cdot \frac{b_p \cdot Q}{q_p}.$$

Учитывая, что угловая скорость барабана равна:

$$\omega = \frac{\pi n_6}{30}, \quad (31)$$

подставим в уравнение (31), n_6 .

$$\omega = \frac{\pi \cdot V_{тр} \cdot i \cdot b_p \cdot Q}{30 q_p} (\text{с}^{-1}). \quad (32)$$

Отсюда q_p будет равна:

$$q_p = \frac{\pi \cdot V_{тр} \cdot i \cdot b_p \cdot Q}{30 \omega}. \quad (33)$$

Полученное выражение (33) умножим и разделим на R (радиус барабана). Тогда:

$$q_p = \frac{\pi R b_p \cdot Q}{30 \lambda}. \quad (34)$$

Заключение. По результатам теоретического анализа следует отметить: найденные зависимости позволяют определить сопротивление резанию органических удобрений, длину разрезанных частиц. Кроме того, получено значение q_p , которое может быть качественной оценкой работы разбрасывателя. По ней можно судить о фактической норме внесения удобрений, отклонении от этой нормы, а также производить настройку разбрасывателя непосредственно в полевых условиях.

Библиографический список

1. Босой, Е.С. Режущие аппараты уборочных машин [Текст]: теория и расчет / Е.С. Босой. – М.: «Машиностроение», 1967. – 167 с.
2. Горячкин, В.П. Собрание сочинений [Текст] / В.П. Горячкин. – М.: «Колос», 1965. – Т. 3. – 720 с.
3. Желиговский В.А. Экспериментальная теория резания лезвием [Текст] / В.А. Желиговский // Труды МИМЭСХ. – М., 1940. – Выпуск 9.11. – 27 с.
4. Завражнов, А.И. Механизация приготовления и хранения кормов [Текст] / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.: ил.
5. Марченко, Н.М. Механизация внесения органических удобрений [Текст] / Н.М. Марченко, Г.И. Лигман, А.Е. Мебалкин. – М.: Форум, 2007. – 176 с.: ил.
6. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм [Текст] / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
7. Резник, Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов [Текст] / Н.Е. Резник. – М.: «Машиностроение», 1975. – 311 с.
8. Сыроватка, В.И. Машинные технологии приготовления комбикормов в хозяйствах [Текст] / В.И. Сыроватка. – М.: ГНУ ВНИИМЖ, 2010. – 248 с.
9. Стрелков, С.П. Механика [Текст] / С.П. Стрелков. – М., 1975. – 560 с.
10. Hvirvelker E. Undersqgelese veadtende gondtnq-stese arbeidsmode. Kobemhawn, 1962, 72 s.

References

1. Bosoj, E. S. Rezhushchie apparaty uborochnyh mashin [Tekst]: teoriya i raschet / E. S. Bosoj. - M.: «Mashinostroenie», 1967. - 167 s.
2. Goryachkin, V. P. Sbranie sochinenij [Tekst] / V. P. Goryachkin. - M.: "Kolos", 1965. - T. 3. - 720 s.
3. Zheligovskij V. A. Jeksperimental'naya teoriya rezaniya lezviem [Tekst] /V. A. Zheligovskij // Trudy MIMJeSX. - M., 1940. - Vypusk 9.11. - 27 s.
4. Zavrazhnov, A. I. Mehanizaciya prigotovleniya i hraneniya kormov [Tekst] / A. I. Zavrazhnov, D. I. Nikolaev. - M.: Agropromizdat, 1990. - 336 s.: il.
5. Marchenko, N. M. Mehanizaciya vneseniya organicheskikh udobrenij [Tekst] / N. M. Marchenko, G. I. Ligman, A. E. Mebalkin. -- M.: Forum, 2007. - 176 s.: il.
6. Mel'nikov, S. V. Mehanizaciya i avtomatizaciya zhivotnovodcheskih ferm [Tekst] / S. V. Mel'nikov. - L.: Kolos, 1978. - 560 s.
7. Reznik, N. E. Teoriya rezaniya lezviem i osnovy rascheta rezhushchih apparatov [Tekst] / N. E. Reznik. - M.: «Mashinostroenie», 1975. - 311 s.
8. Syrovatka, V. I. Mashinnye tehnologii prigotovleniya kombikormov v hozyaj-stvah [Tekst] / V. I. Syrovatka. - M.: GNU VNIIMZh, 2010. - 248 s.
9. Strelkov, S. P. Mehanika [Tekst] / S. P. Strelkov. - M., 1975. - 560 s.
10. Hvirvelker E. Undersqgelese veadtende gondtnq-stese arbeidsmode. Kobemhawn, 1962, 72 s.

E-mail: vmotorin001@yandex.ru

УДК 629.3.014.2:621.3

**ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МТА
С УПРУГО ЗАКРЕПЛЕННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ****PROBLEMATIC ISSUES OF IMPROVING ENERGY EFFICIENCY
OF MTA WITH ELASTIC FIXED WORKING BODIES****Д.С. Гапич¹**, доктор технических наук, доцент**В.А. Эвиев²**, доктор технических наук, профессор**Р.А. Косульников¹**, кандидат технических наук, доцент**С.А. Чумаков¹**, магистрант**D.S. Gapich¹, V.A. Eviev², R.A. Kosulnikov¹, S.A.Chumakov¹**¹Волгоградский государственный аграрный университет²Калмыцкий Государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста¹Volgograd State Agrarian University, Volgograd²Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista

Большинство почвообрабатывающих машин имеют в своей конструкции упругий элемент в креплении рабочего органа. Функциональное назначение такой конструкции, создание при определенных условиях «вибрирующего» относительно движения рабочего органа, что обеспечивает снижение его тягового сопротивления. Анализ таких условий, их математическое описание и разработка рекомендаций по настройке системы «упруго-закрепленный рабочий орган – почва» является на сегодняшний день важной и актуальной задачей. Вибрирующий эффект рабочего органа возникает за счет динамических особенностей процесса взаимодействия рабочего органа с почвой. Определяется он не только конструкторскими параметрами крепления рабочего органа, но и физико-механическими характеристиками самой среды. Интегральное действие физико-механических характеристик почвы на рабочий орган в работе предложено определять по реализациям тягового сопротивления рабочего органа. Анализ их амплитудно-частотных характеристик позволил определить не только величину генерируемого виброускорения рабочего органа, но и установить влияние агрегатного состава почвы на возможность возникновения устойчивых его колебаний. В работе показано, что при содержании глины в почве от 44 % возможна генерация виброускорений рабочего органа до значений, способствующих снижению прочностных характеристик почвы, а следовательно, и тягового сопротивления всего орудия; при содержании в почве песка более 63 % генерация виброускорений рабочего органа – невозможна.

Most tillers have in their design an elastic element in the fastening of the working element. The functional purpose of this design, the creation under certain conditions of "vibrating" relative to the movement of the working element, which provides a reduction in its traction resistance. Analysis of such conditions, their mathematical description and development of recommendations for setting up the system "resiliently fixed working body - soil" is today an important and urgent task. The vibrating effect of the working organ arises from the dynamic features of the process of interaction of the working organ with the soil. It is determined not only by the design parameters of fastening the working element, but also by the physico-mechanical characteristics of the medium itself. The integral effect of the physical and mechanical characteristics of the soil on the working body in the work is proposed to be determined by the implementation of traction resistance of the working organ. An analysis of their amplitude-frequency characteristics made it possible to determine not only the magnitude of the vibrational acceleration of the working organ generated, but also to determine the effect of the aggregate composition of the soil on the possibility of the appearance of stable oscillations of it. It is shown that if the clay content in the soil is from 44%, it is possible to generate vibrations of the working organ to values that contribute to a decrease in the strength characteristics of the soil, and, consequently, the traction resistance of the entire implement; if the content of sand in the soil is more than 63%, the generation of vibrations of the working member is impossible.

Ключевые слова: культиватор, рабочий орган, лапа культиватора, почвообработка, упругий элемент, почвенный пласт, тяговое сопротивление, виброускорение.

Key words: cultivator, working element, cultivator's paw, soil cultivation, elastic element, soil layer, traction resistance, vibration acceleration.

Введение. Большинство почвообрабатывающих машин, поступающих на вооружение производителей сельскохозяйственной продукции, имеют в своей конструкции упругий элемент в креплении рабочего органа. Функциональное назначение такой конструкции, как следует из технической документации, создание при определённых условиях «вибрирующего» относительно движения рабочего органа, что должно обеспечивать снижение тягового сопротивления рабочего органа и почвообрабатывающей машины в целом [3, 9, 11, 7, 8].

Большинство ученых, работающих в данной области, действительно отмечают возможность возникновения устойчивых, незатухающих колебаний рабочего органа в достаточно широком диапазоне частот, однако все они сходятся в одном мнении: виброэффект рабочего органа может возникать строго при определённых условиях [5, 10].

Анализ таких условий, их математическое описание, разработка рекомендаций по настройке системы «упруго-закреплённый рабочий орган – почва» является на сегодняшний день важной и актуальной задачей.

Материалы и методы. Свойства почвы, являющейся трехфазной дисперсной средой, можно разделить на две категории: физические и механические. Физические свойства почвы определяются её структурным состоянием, а механические – её поведением при создании напряжённого состояния в результате штамповых и сдвиговых испытаний [1].

Методика определения физических свойств почвы базируется на теории разрушения материалов Кулона-Мора. В соответствии с ней, разрушение материала в точке происходит в результате сдвига при определённом соотношении касательных τ_k и нормальных σ напряжений, выражаемом уравнением:

$$\tau_k = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi_0, \quad (1)$$

где τ_k – допустимое тангенциальное напряжение в почве; c – коэффициент сцепления почвы; σ – нормальное давление на поверхность среза; $\operatorname{tg} \varphi_0$ – угол внутреннего трения почвы.

Графическая интерпретация данного выражения показана на рисунке 1.

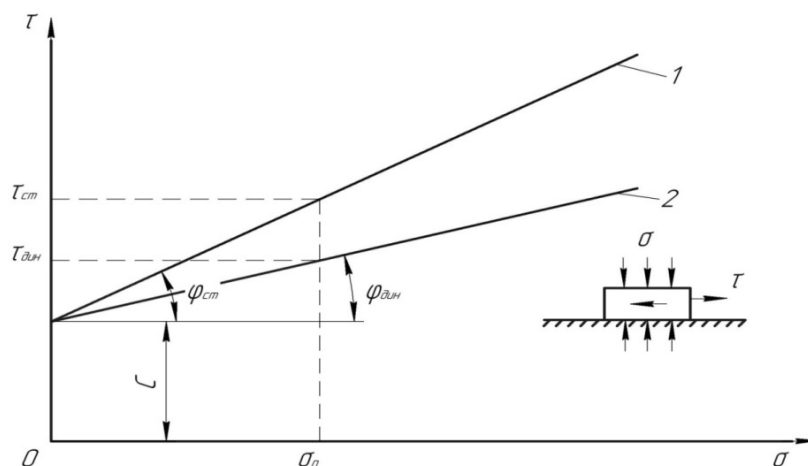


Рисунок 1 – Зависимость между касательным напряжением и нормальным давлением по поверхности среза почвенного образца: 1 – при статическом деформаторе; 2 – при вибрирующем деформаторе

Анализ экспериментальных данных показывает, что снижение касательного напряжения при разрушении почвы может быть достигнуто за счет уменьшения угла внутреннего трения $\operatorname{tg} \varphi$ почвы, который снижается при воздействии на почвенный пласт вибрирующим деформатором (рисунок 1). Более наглядно снижение угла внутреннего трения почвы представлено графической зависимостью на рисунке 2.

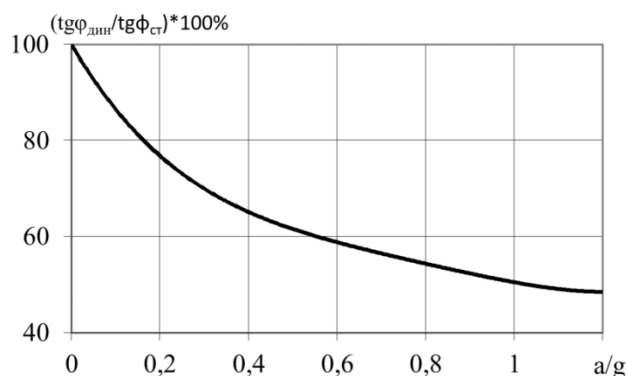


Рисунок 2 – Экспериментальная зависимость коэффициента внутреннего трения почвы от виброускорения деформатора

Данную зависимость, построенную в относительных единицах, можно считать общим свойством снижения тангенциальной несущей способности почв при изменении режимов нагружения. Снижение сопротивления почвы разрушению, вызывает снижение сопротивления рабочих органов, а, следовательно, и всего крюкового усилия трактора [2]. Следовательно, возникает задача: обеспечить устойчивое колебание рабочего органа. Достигается это двумя способами: первый способ основан на принудительной вибрации рабочего органа, за счет подведения источника вибрации из вне; второй способ основан на генерации виброускорений рабочего органа за счет динамических особенностей процесса разрушения почвенного пласта [5, 4].

Результаты. Рассмотрим возможность использования второго способа. Для этого необходимо оценить генерирующие способности процесса разрушения почвенного пласта, обусловленного взаимодействием рабочего органа с почвой. Интегральное действие физических и механических свойств почвы проявляется в формируемом при её обработке рабочим органом тяговым сопротивлением. В этом смысле тяговое сопротивление является не только источником нагружения двигателя трактора, но и обобщённой характеристикой свойств почвы.

Тогда можно утверждать, что оценку генерирующих свойств почвы можно определять только по одному показателю – горизонтальной составляющей тягового сопротивления. В общем случае, тяговое сопротивление рабочего органа можно представить как суммарное действие постоянных и динамической составляющих [1] рисунок 3.

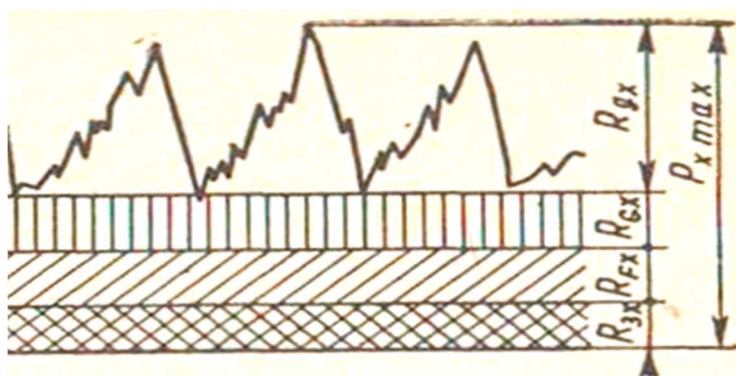


Рисунок 3 – Составляющие тягового сопротивления двухгранного клина: R_{3x} – сопротивление проникновению лезвия клина в почву; R_{Fx} – давление пласта почвы на клин; R_{Gx} – сопротивление, обусловленное передвиганием пласта; R_{dx} – сопротивление почвы деформации под действием рабочей поверхностью клина; $P_{x \max}$ – максимальная сила сопротивления в горизонтальном направлении действующая на двугранный клин

В работе [6] показано, что ускорение рабочего органа, генерируемое процессом разрушения почвы, можно оценить выражением:

$$a = \frac{A_{P_{кр}}}{c} \cdot \lambda^2, \quad (2)$$

где $A_{P_{кр}}$ – амплитуда колебаний тягового сопротивления рабочего органа, Н; c – жесткость упругого элемента в креплении рабочего органа, Н/м; λ – частота возмущающей силы со стороны почвы на рабочий орган, c^{-1} .

Амплитудно-частотные характеристики процесса оцениваются по спектральной плотности тягового сопротивления рабочего органа, получаемой в результате обработки экспериментальных осциллограмм.

Численные значения этих характеристик полностью определяются именно физическими свойствами почвы, наиболее значимым из которых является структурное состояние почвы. Остальные характеристики, такие как липкость, влажность и т.д. рассматривались как постоянные в заданных условиях нагружения почвенного пласта.

Можно предположить, что амплитуда и частота динамической составляющей тягового сопротивления будет определяться соответствующим видом почв. Чем больше в почве процентного содержания глины, тем больший удельный вес занимает динамическая составляющая в общем тяговом сопротивлении рабочего органа. На песчаных почвах она может и не наблюдаться.

Обсуждение. Для проверки этого утверждения и оценки генерирующих возможностей различных почвенных фонов были проведены экспериментальные исследования. Экспериментальная часть выполнялась в Волгоградской области, почвы которой разделяются на две зоны, внутри которых выделяют пять почвенных подзон.

Каждая зона, в зависимости от процентного содержания физической глины и физического песка, почвы подразделяется на следующие типы (рисунок 4).

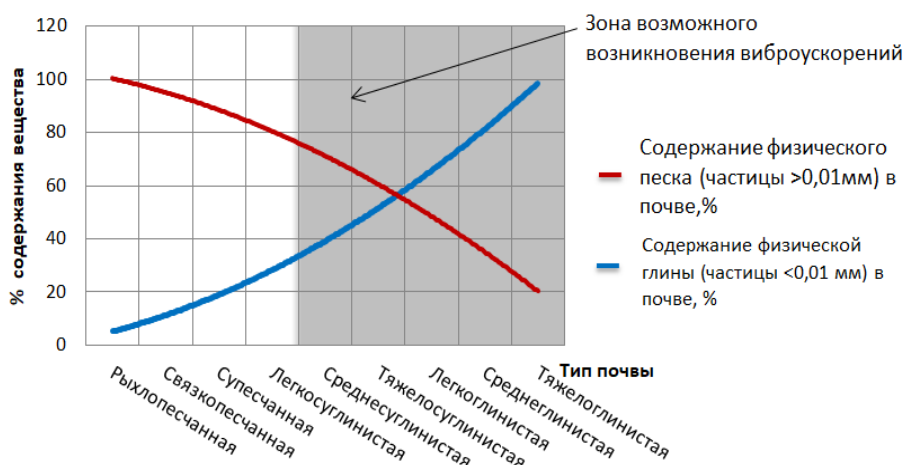


Рисунок 4 – Классификация почв по структурному составу (классификатор Н.А. Качинского)

На рисунках 5 и 6 показаны экспериментальные спектральные плотности тяговых сопротивлений рабочего органа, полученные на четырёх различных типах почв: тяжелосуглинистая, среднесуглинистая, легкосуглинистая и супесчаная.

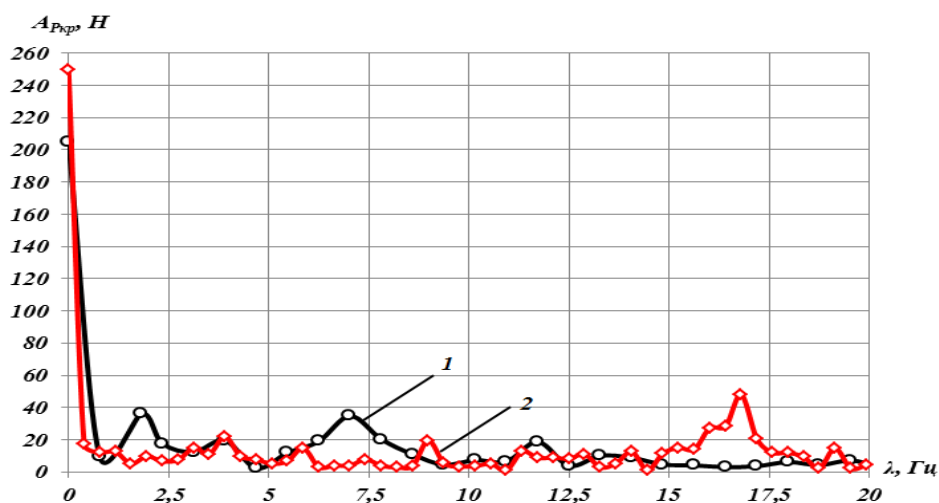


Рисунок 5 – Спектральные плотности тягового сопротивления
1 – среднесуглинистая; 2 – тяжелосуглинистая

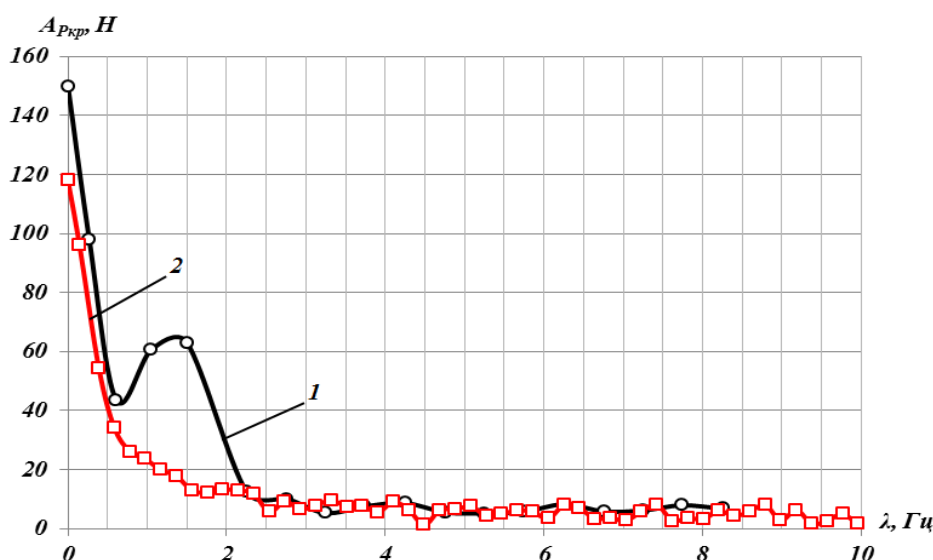


Рисунок 6 – Спектральные плотности:
1 – легкосуглинистая; 2 – супесчаная

Используя эти экспериментальные данные, были получены численные значения амплитуд и частот наиболее энергетических частей спектра, что позволило оценить значения виброускорения рабочего органа генерируемое процессом разрушения почвенного пласта:

$$\begin{aligned} \frac{a_{мсг}}{g} &= \frac{A_{P_{кр}}^{мсг}}{c} \cdot \frac{\lambda_{мсг}^2}{g} = \frac{500 \cdot 16^2}{167 \cdot 9,8} = 3,02, & \frac{a_{срсг}}{g} &= \frac{A_{P_{кр}}^{срсг}}{c} \cdot \frac{\lambda_{срсг}^2}{g} = \frac{350 \cdot 7,5^2}{211 \cdot 9,8} = 3,6, \\ \frac{a_{лсг}}{g} &= \frac{A_{P_{кр}}^{лсг}}{c} \cdot \frac{\lambda_{лсг}^2}{g} = \frac{250 \cdot 1^2}{85 \cdot 9,8} = 0,05, & \frac{a_{сн}}{g} &= \frac{A_{P_{кр}}^{сн}}{c} \cdot \frac{\lambda_{сн}^2}{g} = \frac{650 \cdot 1,3^2}{85 \cdot 9,8} = 0,01 \end{aligned}$$

Значение величины жесткости упругого элемента в креплении рабочего органа определено из условия возникновения резонанса в системе, как это представлено в работе [5].

Заключение. Анализ полученных значений ускорений рабочего органа позволяет утверждать: чем выше процентное содержание глины в почве, тем выше её генерирующие возможности; генерация рабочего органа до значений виброускорений, соответствующих началу снижения tg угла внутреннего трения почвы, возможно при содержании глины в почве от 44 %, что соответствует среднесуглинистому типу почвы; на почвах с содержанием песка свыше 63 %, генерация виброускорений рабочего органа за счет динамических особенностей процесса разрушения почвенного пласта до значений, соответствующих снижению угла внутреннего трения почвы – невозможна.

Для таких почв генерация рабочего органа должна осуществляться принудительно, за счет дополнительного генератора вибраций. Оценка эффективности такого способа необходимо проводить с учетом детального анализа мощностного баланса сил, затрачиваемых на принудительную вибрацию и сил сопротивления движению рабочего органа в почве.

Библиографический список

1. Гапич, Д.С. Фурье-анализ экспериментальных осциллограмм тягового сопротивления рабочего органа культиваторного МТА [Текст] / Д.С. Гапич, Е.В. Ширяева, О.А. Денисова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3 (39). – С. 151-154.
2. Гапич, Д.С. Энергетические и качественные показатели работы культиваторного МТА в режиме автоколебаний рабочих органов [Текст] / Д.С. Гапич, С.Д. Фомин, О.А. Денисова // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2015. – № 4 (26), Т. 1. – С. 17-20.
3. Денисова, О.А. Качественные показатели работы культиваторного МТА с упругим креплением рабочих органов [Текст] / О.А. Денисова // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию образования ВолГАУ. – Волгоград, 2014. – С. 23-28.
4. Денисова, О.А. Проблемы использования режима автоколебаний рабочих органов культиваторного МТА [Текст] / О.А. Денисова // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Победы в Сталинградской битве. – Волгоград, 2013. – С. 93-97.
5. Кузнецов, Н.Г. Оптимизация жесткости упругого элемента в креплении рабочего органа культиватора BOURGAULT 8810 [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.А. Назаров // Научное обозрение. – 2010. – №6. – С. 89-93.
6. Кузнецов, Н.Г. О проблемах использования сельскохозяйственных машин с упругим креплением рабочих органов [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.А. Назаров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №1(17). – С. 132-135.
7. Основы повышения энергоэффективности технологических процессов и технических средств обработки почвы [Текст] / В.А. Эвиев, Н.И. Джаббаров, А.В. Добринов, Д.С. Федькин. – Элиста, 2016.
8. Подпружиненный лемех картофелеуборочной машины [Текст] / М.Б. Угланов, О.П. Иванкина, Н.М. Воронкин, А.А. Чхетиани // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сборник научных трудов. – Рязань : Изд-во ГНУ ВНИМС Россельхозакадемии, 2013. – С. 159-163.
9. Уртаев, Т.А. Исследование влияния вынужденных колебаний рабочего органа секции культиватора с автоматическим устройством поддержания заданной глубины обработки на качество работы [Текст] / Т.А. Уртаев, А.Б. Кудзаев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50. № 3. – С. 202-208.

10. Уртаев, Т.А. К расчету жесткости многофункциональной культиваторной секции при атмосферном давлении в пневмокамере [Текст]/ Т.А. Уртаев, А.Б. Кудзаев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50. № 1. – С. 193-198.

11. Уртаев, Т.А. К вопросу энергетической оценки образца пропашного культиватора с самонастраивающимися секциями в сравнении с базовым вариантом [Текст]/ Т.А. Уртаев, Э.К. Качмазова // Достижения науки – сельскому хозяйству: материалы региональной научно-практической конференции. – 2016. – С. 185-189.

Reference

1. Gapich, D. S. Fur'e-analiz jeksperimental'nyh oscillogramm tyagovogo soprotivleniya rabocheho organa kul'tivatornogo MTA [Tekst] / D. S. Gapich, E. V. Shiryayeva, O. A. Denisova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 3 (39). - S. 151-154.

2. Gapich, D. S. Jenergeticheskie i kachestvennye pokazateli raboty kul'tiva-tornogo MTA v rezhime avtokolebanij raboчих organov [Tekst] / D. S. Gapich, S. D. Fomin, O. A. Denisova // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta MAMI. - 2015. - № 4 (26), T. 1. - S. 17-20.

3. Denisova, O. A. Kachestvennye pokazateli raboty kul'tivatornogo MTA s uprugim krepleniem raboчих organov [Tekst] / O. A. Denisova // Nauchnye osnovy strategii razvitiya APK i sel'skih territorij v usloviyah VTO: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii, posvyaschjonnoj 70-letiyu obrazovaniya VolGAU. - Volgograd, 2014. - S. 23-28.

4. Denisova, O. A. Problemy ispol'zovaniya rezhima avtokolebanij raboчих organov kul'tivatornogo MTA [Tekst]/ O. A. Denisova // Integraciya nauki i proizvodstva - strategiya ustojchivogo razvitiya APK Rossii v VTO: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii, posvyaschjonnoj 70-letiyu Pobedy v Stalingradskoj bitve. - Volgograd, 2013. - S. 93-97.

5. Kuznecov, N. G. Optimizaciya zhestkosti uprugogo jelementa v kreplenii rabocheho organa kul'tivatora BOURGAULT 8810 [Tekst] / N. G. Kuznecov, D. S. Gapich, E. A. Nazarov // Nauchnoe obozrenie. - 2010. - №6. - S. 89-93.

6. Kuznecov, N. G. O problemah ispol'zovaniya sel'skohozyajstvennyh mashin s uprugim krepleniem raboчих organov [Tekst]/ N. G. Kuznecov, D. S. Gapich, E. A. Nazarov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2010. - №1(17). - S. 132-135.

7. Osnovy povysheniya jenergo]ffektivnosti tehničeskikh processov i tehničeskikh sredstv obrabotki pochvy [Tekst]/ V. A. Jeviev, N. I. Dzhabborov, A. V. Dobrinov, D. S. Fed'kin. - }lista, 2016. - S.

8. Podpruzhinennyy lemeћ kartofeleuborochnoj mashiny [Tekst]/ M. B. Uglanov, O. P. Ivankina, N. M. Voronkin, A. A. Chhetiani // Problemy mehanizacii agrohimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo hozyajstva: sbornik nauchnyh trudov. - Ryazan' : Izd-vo GNU VNIMS Rossel'hozakademii, 2013. - S. 159-163.

9. Urtaev, T. A. Issledovanie vliyaniya vynuzhdennyh kolebanij rabocheho organa sekcii kul'tivatora s avtomaticheskim ustrojstvom podderzhaniya zadannoj glu-biny obrabotki na kachestvo raboty [Tekst]/ T. A. Urtaev, A. B. Kudzaev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - T. 50. № 3. - S. 202-208.

10. Urtaev, T. A. K raschetu zhestkosti mnogofunkcional'noj kul'tivatornoj sekcii pri atmosfernom davlenii v pnevmokamere [Tekst]/ T. A. Urtaev, A. B. Kudzaev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - T. 50. № 1. - S. 193-198.

11. Urtaev, T. A. K voprosu jnergetičeskoj ocenki obrazca propashnogo kul'tivatora s samonastraivayuschimisya sekcijami v sravnenii s bazovym variantom [Tekst]/ T. A. Urtaev, }. K. Kachmazova // Dostizheniya nauki - sel'skomu hozyajstvu: materialy regional'noj nauchno-praktičeskoj konferencii. - GOROD, 2016. - S. 185-189.

E-mail: gds-08@mail.ru

УДК 621. 436

**ФОРМИРОВАНИЕ ЗАКОНА ПОДАЧИ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЕ
ПУТЁМ УПРАВЛЕНИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНЫМ КЛАПАНОМ****FORMATION OF THE LAW OF FUEL SUPPLY IN DIESEL
BY THE CONTROL OF THE PERFORMANCE VALVE****В.М. Славутский, доктор технических наук, профессор****Е.А. Салыкин, кандидат технических наук, доцент****А.А. Карпов, магистрант****А.С. Аксёнов, магистрант****V.M. Slavutskii, E.A. Salykin, A.A. Karpov, A.S. Aksyonov***Волгоградский государственный технический университет**Volgograd State Technical University*

При совершенствовании транспортных дизелей особая роль отводится организации процесса впрыскивания топлива. Совершенствование системы топливоподачи напрямую отражается на эффективных, экологических и экономических показателях современного дизельного двигателя. Требования, предъявляемые к системам топливоподачи, в основном связаны с интенсификацией процесса впрыскивания, гибким регулированием подачи топлива цикловой, характеристик, опережения впрыскивания на всех эксплуатационных режимах двигателя. Современные аккумуляторные системы, подающие топливо, полностью отвечают приведенным требованиям. Однако, в силу присущих аккумуляторным системам недостатков, и, в большей степени, благодаря имеющемуся огромному научному, конструкторскому и технологическому опыту, актуальной является модернизация традиционных разделенных систем топливоподачи непосредственного действия. В статье описан метод формирования закона подачи топлива на режимах перегрузки дизеля (корректорная ветвь внешней скоростной характеристики). В традиционной системе разделённого типа закон движения нагнетательного клапана, в том числе, в момент разобщения нагнетательной магистральной и надплунжерной полости, определяется соотношением сил давления топлива в надплунжерной полости и упругости пружины клапана. Предлагается оснастить нагнетательный клапан управляемым электромагнитным исполнительным механизмом. Управление движением нагнетательного клапана осуществляется в фазе его закрытия, после начала отсечки, когда давление в надплунжерной полости снижается [1-11].

With the improvement of transport diesel engines, a special role is assigned to the organization of the fuel injection process. Improving the fuel supply system directly affects the efficient, environmental and economic performance of a modern diesel engine. The requirements for fuel delivery systems are mainly related to the intensification of the injection process, flexible regulation of the cyclic fuel supply, characteristics, advance of injection in all operational modes of the engine. Modern battery systems supplying fuel, fully meet the requirements. However, due to the drawbacks inherent in battery systems, and, to a large extent, due to the huge scientific, engineering and technological experience available, actual modernization of traditional split fuel delivery systems of direct action is actual. The article describes the method of forming the fuel supply law for the diesel overload regimes (corrector branch of the external high-speed characteristic). In the traditional system of the separated type, the law of motion of the discharge valve, including at the moment of separation of the discharge line and the over-plunger cavity, is determined by the ratio of the fuel pressure forces in the over-plunger cavity and the elasticity of the valve spring. It is proposed to equip the pressure valve with a controlled electromagnetic executive mechanism. The control of the delivery valve movement is carried out in the phase of its closing, after the cutoff starts, when the pressure in the plunger dankness decreases [1-11].

Ключевые слова: нагнетательный клапан, формирование закона подачи топлива, корректорная ветвь, скоростное форсирование, цикловая подача, скоростная характеристика, отсечка подачи топлива, надплунжерная полость, нагнетательная магистраль.

Key words: discharge valve, formation of the fuel supply law, correction branch, high-speed boost, cyclic feed, high-speed characteristic, fuel cutoff, plunger cavity, discharge line.

Введение. Для улучшения тяговых свойств дизеля реализуют режим постоянной мощности. На корректорной ветви скоростной характеристики (режим перегрузки) для поддержания мощности постоянной, при каждом уменьшении угловой скорости вращения коленвала, связанным с повышением нагрузки, требуется подать в цилиндры дополнительно строго определенное количество топлива. Это далеко непростая задача. Штатный корректор топливной системы на это не рассчитан.

Исследование механизма топливоподачи при форсировании насоса топливного по скорости (удвоение скорости вращения вала) и предлагаемое управление нагнетательным клапаном позволят разработать методику формирования закона подачи топлива в двигателе постоянной мощности.

Материалы и методы. Математическое описание закона движения клапана – наиболее существенный момент математической модели топливоподающей системы с управляемым нагнетательным клапаном. В исходной модели движение клапана происходит под действием действующих на клапан результирующих сил. В случае управляемого движения клапана, его движение происходит по необходимому закону вне зависимости от значений результирующих сил.

При исследованиях использован произвольный закон подъема клапана (как в штатной системе) и линейный закон его опускания. Линейный закон посадки клапана должен обеспечить закрытие клапана (вход разгрузочного пояса в канал корпуса клапана) в заданный момент времени (угол поворота вала насоса φ_3).

Причем опускание клапана, в соответствии с принятой методикой, должно начинаться при его положении, соответствующем максимальному подъему. Такой закон движения клапана нагнетательного связан с рядом причин. Во-первых, в соответствии с методикой, был выбран вариант, когда закон движения клапана при подъеме и высота подъема – серийные. Это обеспечивает выделение только фактора, связанного с закрытием клапана. Во-вторых, при принудительном опускании клапана из положения максимального подъема значительно облегчается управление клапаном с помощью микропроцессора. Время срабатывания исполнительного механизма в данном случае соответствует максимальному сигналу датчика, регистрирующего подъем клапана. Линейный закон опускания клапана принят по той же причине. Данную закономерность движения, на наш взгляд, легче реализовать с помощью микропроцессора. Следовательно, другая причина связана с возможностями электронного блока управления.

Приняты следующие обозначения (рисунок 1):

1) угол начала опускания нагнетательного клапана φ_0 ; 2) положение клапана (подъем клапана h_k) в момент начала опускания; 3) угол закрытия клапана φ_3 ;
4) угол посадки клапана $\varphi_{пк}$; 5) скорость посадки клапана c_k .

В соответствии с принятой методикой, широко использовано задание положения начала опускания клапана h_k^{max} и угол его закрытия $\varphi_в$.

На рисунке 2 показан ход разгрузки нагнетательного клапана B – это расстояние, пройденное клапаном от момента входа разгружающего пояса в корпус до момента посадки клапана в гнездо. Угол закрытия φ_3 отсчитывается по оси $\varphi_в$ в точке пересечения кривой перемещения клапана с горизонталью, соответствующей ходу разгрузки.

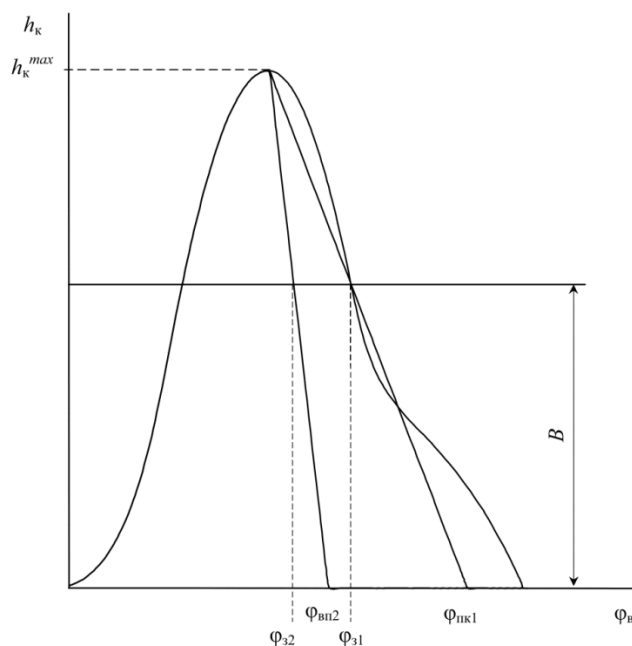


Рисунок 1 – К расчету движения нагнетательного клапана

Результаты и обсуждение. На рисунках 2–4 приведен результат расчетов перемещений клапана нагнетательного h_k в функции угла поворота вала насоса φ_v . Следует заметить, что клапан с определенной скоростью принудительно опускается только достигнув максимальную высоту подъема. Угол закрытия клапана φ_3 изменяется в сторону уменьшения и увеличения от базового его значения.

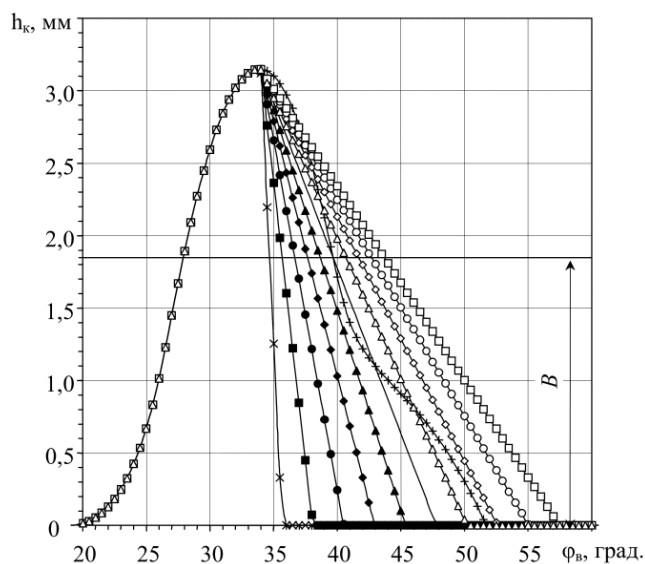


Рисунок 2 – Зависимость перемещения нагнетательного клапана h_k от угла поворота вала насоса φ_v при различных углах закрытия нагнетательного клапана φ_3 :
 —×— 34,69 град.; —■— 35,69 град.; —■— 36,69 град.; —◆— 37,69 град.;
 —▲— 38,69 град.; ——— 39,69 град. (базовый угол); —△— 40,69 град.;
 —○— 41,69 град.; —○— 42,69 град.; —□— 43,69 град.; частота вращения вала насоса $n_v = 2000 \text{ мин}^{-1}$. Ход разгрузки нагнетательного клапана $B = 1,85 \text{ мм}$

Например, при $n_b = 2000 \text{ мин}^{-1}$ (рисунок 3) базовым является $\varphi_3 = 39,69$ град. Диапазон изменения: от 34,69 до 43,69 град. При $n_b = 3000 \text{ мин}^{-1}$ и 4000 мин^{-1} пределы изменения угла закрытия клапана принимались $\varphi_3 = 39,96 \dots 47,96$ и $\varphi_3 = 36,32 \dots 50,32$ соответственно (рисунки 3, 4). Такие широкие пределы φ_3 позволили максимально выявить возможности предлагаемого метода изменения цикловой подачи топлива путем принудительного закрытия клапана.

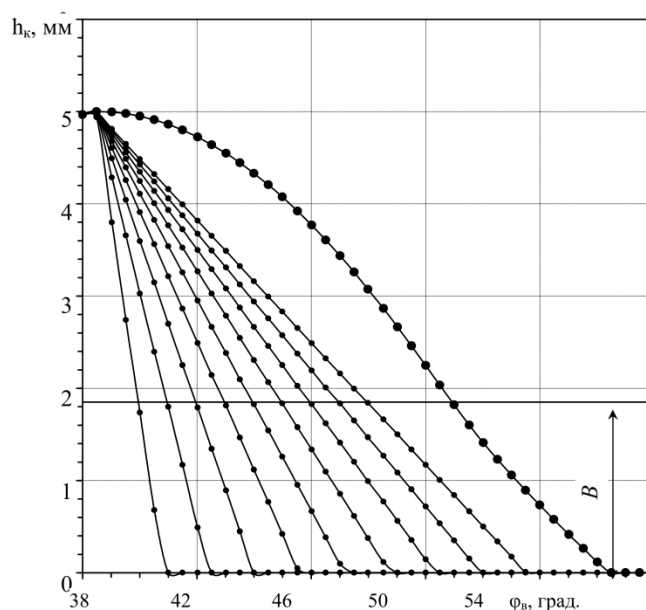


Рисунок 3 – Зависимость перемещения нагнетательного клапана h_k от угла поворота вала насоса φ_b : пределы изменения угла закрытия клапана $\varphi_3 = 39,96 \dots 47,96$ град; ход разгрузки $B = 1,85 \text{ мм}$. Частота вращения вала насоса $n_b = 3000 \text{ мин}^{-1}$

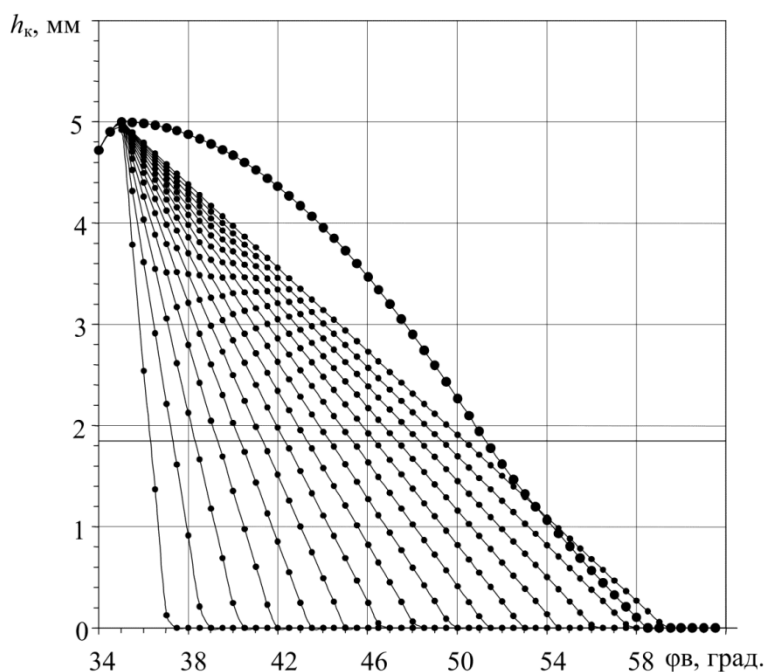


Рисунок 4 – Зависимость перемещения нагнетательного клапана h_k от угла поворота вала насоса φ_b : пределы изменения угла закрытия клапана $\varphi_3 = 36,32 \dots 50,32$ град; ход разгрузки $B = 1,85 \text{ мм}$. Частота вращения вала насоса $n_b = 4000 \text{ мин}^{-1}$

Важным показателем является скорость нагнетательного клапана при его посадке. На рисунке 5 приведено изменение скорости в функции угла закрытия клапана для трех значений частоты вращения вала насоса n_b . Используя эти результаты расчета, можно оценить нагруженность сопряжения нагнетательный клапан – корпус клапана, и выбрать диапазон изменения угла закрытия φ_3 , в котором скорость движения клапана мало отличается от скорости при базовом значении φ_3 . Так, при $n_b = 2000 \text{ мин}^{-1}$ скорость движения клапана C_k не превышает 9 м/с, если угол закрытия клапана φ_3 несколько больше 36 град (рисунок 5). Если $n_b = 4000 \text{ мин}^{-1}$, то скорость клапана C_k , не превышает 10 м/с в диапазоне изменения φ_3 от 44 до 55 град.

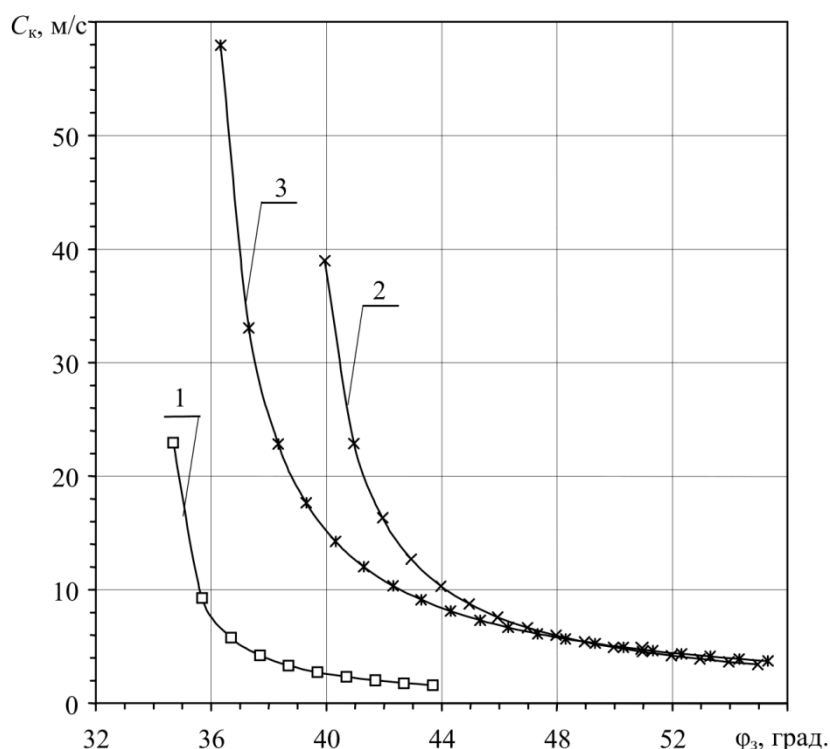


Рисунок 5 – Зависимость скорости посадки нагнетательного клапана от угла его закрытия φ_3 при различных частотах вращения вала насоса n_b :
1 – $n_b = 2000 \text{ мин}^{-1}$; 2 – $n_b = 3000 \text{ мин}^{-1}$; 3 – $n_b = 4000 \text{ мин}^{-1}$

В результате расчетов установлено, что каждой частоте вращения вала насоса n_b соответствует определенный диапазон изменения угла закрытия нагнетательного клапана, в котором заметно изменяется цикловая подача топлива. Этот диапазон расширяется и смещается в сторону увеличения угла закрытия клапана с повышением скорости вращения вала насоса.

Так, при $n_b = 1600 \text{ мин}^{-1}$ изменение угла закрытия клапана φ_3 от 32,4 до 36,4 град приводит к увеличению цикловой подачи топлива $Q_{ц}$ от 32,8 до 68 мм³ (рисунок 6). Изменению φ_3 от 34,8 до 38 град, соответствует увеличение цикловой подачи $Q_{ц}$ от 46,2 до 64,3 мм³, если частота вращения вала насоса $n_b = 2000 \text{ мин}^{-1}$. При $n_b = 3000 \text{ мин}^{-1}$ цикловая подача $Q_{ц}$ увеличивается от 52 до 61,8 мм³, что соответствует изменению угла закрытия клапана φ_3 от 40 до 47 град. При частотах вращения вала насоса 3600 и 4000 мин⁻¹ цикловая подача топлива увеличивается от 34 до 55 мм³. При этом угол закрытия клапана изменяется от 36,5 до 48 град.

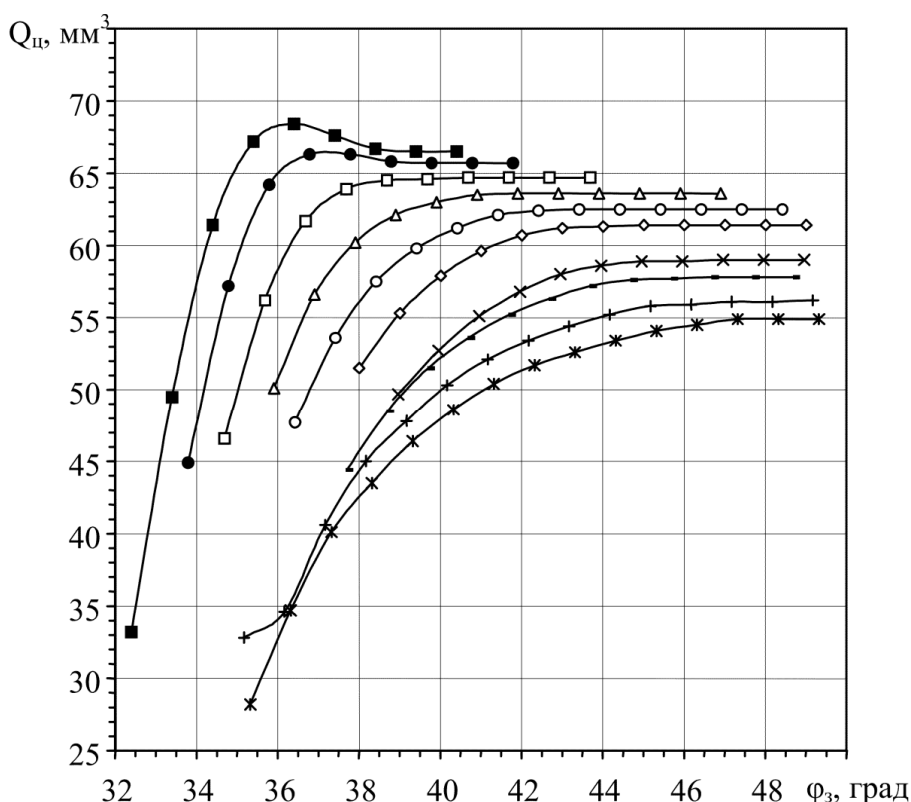
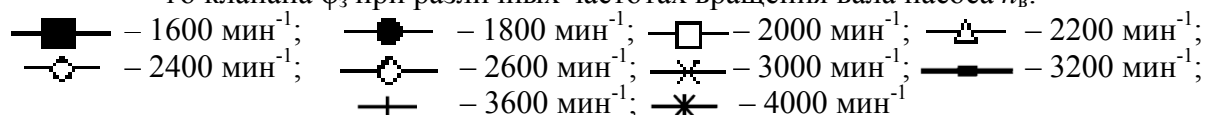


Рисунок 6 – Зависимость цикловой подачи топлива $Q_{ц}$ от угла закрытия нагнетательно-го клапана φ_3 при различных частотах вращения вала насоса n_b :



Заключение. Анализ результатов проведенных исследований позволил разработать методику формирования закона подачи топлива при работе двигателя постоянной мощности на корректорной ветви скоростной характеристики.

Библиографический список

1. Возможности совершенствования топливоподающей системы автотракторных дизелей за счет оптимизации профиля кулачкового вала [Текст]/ А.М. Ларцев [и др.] // Справочник. Инженерный журнал. – 1999. – №12. – С. 28-29.
2. Двигатели внутреннего сгорания [Текст]/ Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. школа, 1995. – 368 с.
3. Интенсификация процесса подачи топлива в дизеле с использованием изменения закона движения плунжера [Текст]/ В.М. Славущий [и др.] // Справочник. Инженерный журнал. – 2001. – №12. – С. 16-18.
4. Ковальчук Л.Н. Формирование инвариантных обобщенных показателей качества функционирования топливной аппаратуры дизелей [Текст]/ Л.Н. Ковальчук, А.В. Толмачев // Двигателестроение. – 2000. – №2. – С. 19-21.
5. Кузнецов, Н.Г. Повышение эксплуатационных показателей МТА за счет применения двигателя постоянной мощности [Текст]/ Н.Г. Кузнецов [и др.] // Проблемы научного обеспечения и экономической эффективности орошаемого земледелия в рыночных условиях: материалы Междунардн. науч.-практич. конф. / Волгогр. гос. с.-х. акад. - Волгоград, 2001.

6. Кузнецов, Н.Г. Влияние регулятора топливного насоса на работу дизеля постоянной мощности в составе машинно-тракторного агрегата [Текст]/ Н.Г Кузнецов [и др.] // Повышение надежности и эффективности использования сельскохозяйственной техники: сб. науч. тр. – Волгоград: ВГСХА, 1992.

7. Способ подачи топлива в цилиндры дизеля [Текст] : пат. 2187688 РФ, МПК F 02 M, 63/04 / Славуцкий В.М., Славуцкий В.В., Салыкин Е.А. и др. – №2000128585/06; Заявлено 15.11.2000; Опубл. 20.08.2002, Бюл. №23.

8. Способ регулирования подачи топлива в цилиндры дизеля [Текст] : пат. 2330176 Российская Федерация, МПК7 F02M 63/04/ Славуцкий В.М., Белозубов Ю.В., Каныгин З.В., Харсов З.Х. ; заявитель и патентообладатель ВолгГТУ. - №2007101097/06 ; заявл. 09.01.07 ; опубл. 27.07.08. Бюл. № 21. – 8 с. : ил.

9.. Топливная система дизеля [Текст] : пат. 2330174 Российская Федерация, МПК7 F02M 47/00/ Славуцкий В.М., Черныш А.Г., Каныгин З.В., Белозубов Ю.В.; заявитель и патентообладатель ВолгГТУ. - №2007101103/06 ; заявл. 09.01.07 ; опубл. 27.07.08. Бюл. № 21. – 12 с.

10. Устройство управления топливоподачей дизеля [Текст] : пат. 2260145 Российская Федерация, МПК7 F02M 59/36. / Славуцкий В.М., Ларцев А.М., Салыкин Е.А. и др.; заявитель и патентообладатель ВолгГТУ. – №2004100643/06; заявл. 08.01.04; опубл. 10.09.05. Бюл. № 25.

11. Форсирование топливного насоса по скоростному режиму [Текст]/ В.М. Славуцкий [и др.] // Прогресс транспортных средств и систем – 2002: матер. Междунар. науч.-практич. конф., Волгоград, 8 – 11 октября 2002 г. / ВолгГТУ и др. – Волгоград, 2002. – Часть 2. – С. 204- 205.

Reference

1. Vozmozhnosti sovershenstvovaniya toplivopodayuschej sistemy avtotraktorных dizelej za schet optimizacii profilya kulachkovogo vala [Tekst]/ A. M. Larcev [i dr.] // Spravochnik. Inzhenernyj zhurnal. - 1999. - №12. - S. 28-29.

2. Dvigateli vnutrennego sgoraniya [Tekst]/ Pod red. V. N. Lukanina. - M.: Vyssh. shkola, 1995. - 368 s.

3. Intensifikaciya processa podachi topliva v dizele s ispol'zovaniem izmeneniya zakona dvizheniya plunzhera [Tekst]/ V. M. Slavuckij [i dr.] // Spravochnik. Inzhenernyj zhurnal. - 2001. - №12. - S. 16-18.

4. Koval'chuk L. N. Formirovanie invariantnyh obobshchennyh pokazatelej kachestva funkcionirovaniya toplivnoj apparatury dizelej [Tekst]/ L. N. Koval'chuk, A. V. Tolmachev // Dvigatel'stroenie. - 2000. - №2. - S. 19-21.

5. Kuznecov, N. G. Povyshenie jekspluatacionnyh pokazatelej MTA za schet primeneniya dvigatelya postoyannoj moschnosti [Tekst]/ N. G. Kuznecov [i dr.] // Problemy nauchnogo obespecheniya i jekonomicheskoy jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya v rynochnyh usloviyah: materialy Mezhdunarodn. nauch. -- praktich. konf. / Volgogr. gos. s. -- h. akad. Volgograd, 2001. HH s.

6. Kuznecov, N. G. Vliyanie regul'yatora toplivnogo nasosa na rabotu dizelya postoyannoj moschnosti v sostave mashinno-traktornogo agregata [Tekst]/ N. G Kuznecov [i dr.] // Povyshenie nadezhnosti i jeffektivnosti ispol'zovaniya sel'skohozyajstvennoj tehniky: sb. nauch. tr. - Volgograd: VGSXA, 1992. - S.

7. Sposob podachi topliva v cilindry dizelya [Tekst] : pat. 2187688 RF, MPK F 02 M, 63/04 / Slavuckij V. M., Slavuckij V. V., Salykin E. A. i dr. - №2000128585/06; Zayavleno 15.11.2000; Opubl. 20.08.2002, Byul. №23.

8. Sposob regulirovaniya podachi topliva v cilindry dizelya [Tekst] : pat. 2330176 Rossijskaya Federaciya, MPK7 F02M 63/04/ Slavuckij V. M., Belozubov Yu. V., Kanygin Z. V., Harsov Z. H. ; zayavitel' i patentoobladatel' VolgGTU. - №2007101097/06 ; zayavl. 09.01.07 ; opubl. 27.07.08. Byul. № 21. - 8 s. : il.

9.. Toplivnaya sistema dizelya [Tekst] : pat. 2330174 Rossijskaya Federaciya, MPK7 F02M 47/00/ Slavuckij V. M., Chernysh A. G., Kanygin Z. V., Belozubov Yu. V.; zayavitel' i patentoobladatel' VolgGTU. - №2007101103/06 ; zayavl. 09.01.07 ; opubl. 27.07.08. Byul. № 21. - 12 s.

10. Ustrojstvo upravleniya toplivopodachej dizelya [Tekst] : pat. 2260145 Rossijskaya Federaciya, MPK7 F02M 59/36. / Slavuckij V. M., Larcev A. M., Salykin E. A. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' VolgGTU. - №2004100643/06; zayavl. 08.01.04; opubl. 10.09.05. Byul. № 25.

11. Forsirovanie toplivnogo nasosa po skorostnomu rezhimu [Tekst]/ V. M. Slavuckij [i dr.] // Progress transportnyh sredstv i sistem - 2002: mater. Mezhdunar. nauch. -- praktich. konf., Volgograd, 8 - 11 oktyabrya 2002 g. / VolgGTU i dr. - Volgograd, 2002. - Chast' 2. - S. 204- 205.

E-mail: viktorslav39@gmail.com

УДК 629.114.2

**МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЯГОВОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ В НАВЕСНОМ УСТРОЙСТВЕ ТРАКТОРА**
**METHOD OF INCREASING THE ACCURACY OF MEASUREMENT
OF THE DRIVE RESISTANCE IN THE OUTBOARD ACCESSORIES
OF THE TRACTOR**

Р.А. Косульников, кандидат технических наук, доцент

А.А. Карсаков, кандидат технических наук, доцент

С.Д. Фомин, кандидат технических наук, доцент

Е.А. Назаров, кандидат технических наук, доцент

R.A. Kosul'nikov, A.A. Karsakov, S.D. Fomin, E.A. Nazarov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Для оценки достоверности разрабатываемых моделей процесса взаимодействия с почвой рабочих органов с.-х. машин, движителей различного рода транспортных средств необходимы точные значения экспериментальных данных по тяговым испытаниям, полученным в поле или почвенном канале. Тензометрирование широко используется в мире для оценки усилий и напряжений в силовых конструкциях. При проведении полевых тяговых испытаний важнейшим показателем является определение горизонтальной составляющей тягового усилия со стороны сельскохозяйственного орудия, однако на точность измерения этого показателя влияет множество факторов, один из которых угловые колебания остова трактора в продольно-вертикальной плоскости (галомирование). Для определения горизонтальной составляющей тягового усилия при использовании трехточечного крепления агрегата к трактору применяются, так называемые, тензопальцы, установленные в местах соединения МТА. Так как сумма напряжений не зависит от точки приложения силы по длине тензопальца, то тензодатчики должны лежать в одной горизонтальной плоскости. Разработанный метод с использованием предлагаемого варианта схемно-конструктивного решения позволит существенно повысить точность измерения горизонтальной составляющей тягового усилия. Устройство обеспечивает поворот тензопальцев в зависимости от галомирования трактора, которое происходит из-за деформации шин и почвы, упругих элементов мостов, вследствие неровностей поверхности качения. Это позволяет тензодатчикам находиться в неизменном горизонтальном положении, вследствие этого повышается точность измерений. Результаты такого рода исследований необходимы для проектирования, моделирования, прогнозирования, оценки эффективности и оптимизации различных видов с.-х. машин, внедорожных транспортных средств, землеройных машин, тракторов и с.-х. оборудования для обработки почвы, тяговых элементов, колесных мобильных роботов и автономных тяговых транспортных средств и др.

To assess the reliability of the developed models of the process of interaction with the soil of agricultural workers. machines, propulsors of various types of vehicles, exact values of the experimental data on traction tests obtained in the field or soil channel are needed. Strain gauging is widely used in the world to assess the forces and stresses in power structures. In the field of traction testing, the most important indicator is the determination of the horizontal component of the tractive effort on the part of the agricultural implement, but the accuracy of measuring this index is influenced by many

factors, one of which is the angular oscillations of the tractor's skeleton in the longitudinal-vertical plane (galloping). To determine the horizontal component of the traction force when using the three-point attachment of the unit to the tractor, the so-called tensile fingers installed in the joints of the MTA are used. Since the sum of the stresses does not depend on the point of application of force along the length of the tensile finger, the strain gauges should lie in one horizontal plane. The developed method with the use of the proposed variant of the circuit-design solution will significantly increase the accuracy of measuring the horizontal component of the tractive effort. The device ensures the rotation of the tensors according to the galloping of the tractor, which occurs due to deformation of the tires and soil, elastic elements of the bridges, due to uneven rolling surface. This allows the strain gauges to be in an unchanged horizontal position, thereby increasing the accuracy of the measurements. The results of this kind of research are necessary for designing, modeling, forecasting, evaluating the efficiency and optimization of various types of agricultural products. machines, off-road vehicles, earth-moving machines, tractors and agricultural machinery. equipment for soil cultivation, traction elements, wheeled mobile robots and autonomous traction vehicles, etc.

Ключевые слова: тензодатчик, тензопалец, горизонтальная составляющая тягового усилия, навеска, измерение тягового сопротивления

Key words: strain gauge, tensor, horizontal component of pulling force, hitch, measurement of traction resistance.

Введение. В последнее время многие исследователи в мире изучают процессы взаимодействия с почвой рабочих органов с.-х. машин, движителей различного рода транспортных средств с помощью моделирования, в том числе, с применением метода конечных и дискретных элементов [2-4, 6, 7, 12]. Для оценки достоверности разрабатываемых моделей необходимы точные значения экспериментальных данных по тяговым испытаниям, полученным в поле или почвенном канале. Результаты такого рода исследований необходимы для проектирования, моделирования, прогнозирования, оценки эффективности и оптимизации различных видов с.-х. машин, внедорожных транспортных средств, землеройных машин, тракторов и с.-х. оборудования для обработки почвы, тяговых элементов, колесных мобильных роботов и автономных тяговых транспортных средств и др. [7].

Одной из составляющих тягового баланса трактора является горизонтальная составляющая тягового сопротивления сельскохозяйственного орудия и, если оно навесное и присоединяется с помощью трёхточечного крепления навески, то его величина будет равна сумме горизонтальных составляющих со стороны тяг на остов трактора. Обычно для определения горизонтальных составляющих применяют тензопальцы, которые по концам прикрепляют к треугольнику автосцепки, а к середине пальцев присоединяются тяги навески трактора. Вместе с тем точка приложения силы P от тяги на палец в процессе работы может перемещаться по длине пальца (размер f , рисунок 2а).

Материалы и методы. Тензометрирование является одним из основных экспериментальных методов исследования напряженного и деформированного состояния конструкций при изучении поведения натуральных объектов в период пусконаладочных и эксплуатационных работ, а также исследования в лабораторных условиях напряженного состояния конструкций на моделях на стадии проектирования. Тензометрирование широко используется в мире для оценки усилий и напряжений в силовых конструкциях [8, 10, 11]. Адекватность численного анализа подтверждается экспериментами с тензометрическими датчиками [9].

Горизонтальные составляющие тягового сопротивления равны величинам усилий, действующих вдоль них и умноженным на косинус угла между горизонталью и продольной осью тяги. Однако в процессе работы агрегата величины углов α и β (рисунок 1б) ме-

няются из-за деформаций шин, упругих элементов мостов, неровностей. Так, если в первоначальный момент времени угол между верхней тягой и горизонталью будет α_0 , а нижняя тяга горизонтальна $\beta=0$ (рисунок 1а), то при увеличении нагрузки происходит поворот остова трактора, а вместе с ним и треугольника автосцепки на угол β (рисунок 1б).

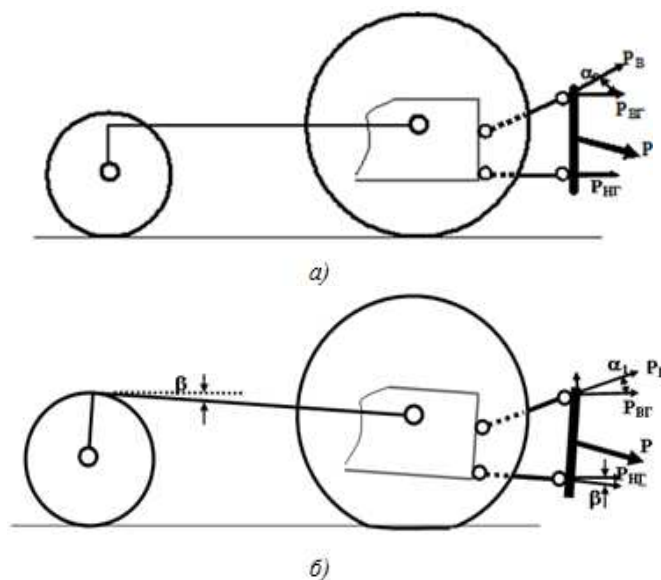


Рисунок 1 – Силы, действующие на рычаги навески трактора:
а) – при горизонтальном положении остова; б) – при отклонении остова на угол β

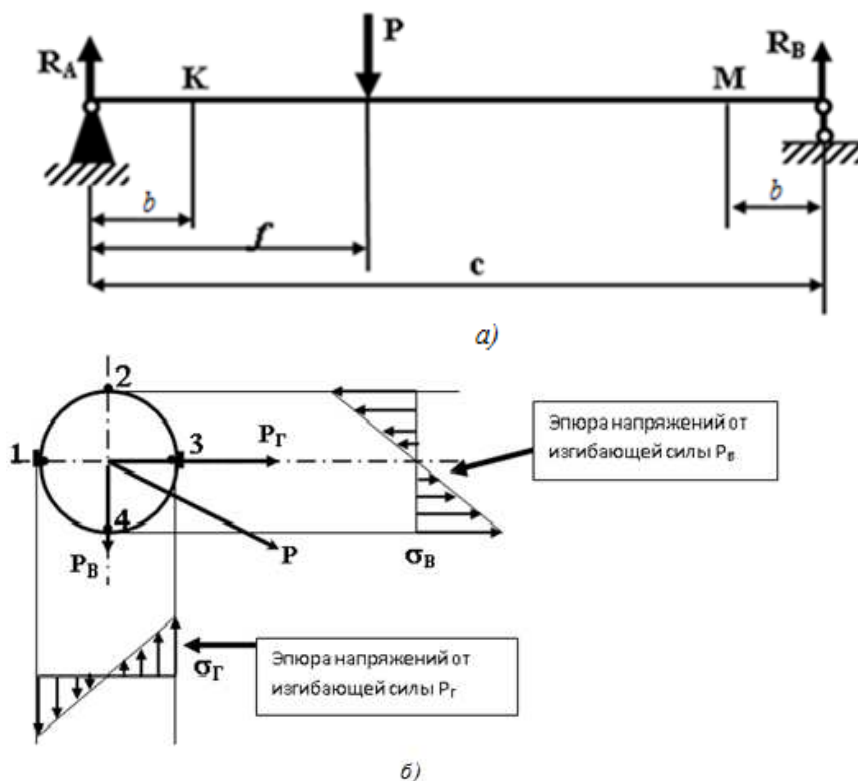


Рисунок 2 – Эпюры напряжений от изгибающей силы P :
а) – точка приложения силы P ; б) – эпюра напряжений от изгибающей силы P

Величины углов поменяются (угол α_0 станет равным α_1 и угол β не будет равен нулю). В этом случае тензодатчики, установленные жёстко в местах крепления тяг, не будут давать точные значения горизонтального усилия. Таким образом, для определения горизонтальной составляющей тягового усилия сельскохозяйственного орудия необходимо, чтобы тензопальцы находились относительно горизонтальной плоскости в неизменном положении и показания не изменялись от смещения точки приложения силы P (рисунок 2а).

Из уравнения статики, согласно рисунку 2а:

$$R_a \cdot c - P \cdot (c - f) = 0, \quad (1)$$

отсюда имеем:

$$R_a = P - P \cdot \frac{f}{c} \quad \text{и} \quad R_B = P \cdot \frac{f}{c}, \quad (2)$$

Максимальные напряжения изгиба в точке К балки (рисунок 2а) будут:

$$\sigma_K = \frac{P \cdot b - P \cdot b \cdot \frac{f}{c}}{W_Z}, \quad (3)$$

где $W_Z = \frac{\pi R^3}{4}$ осевой момент сопротивления поперечного сечения пальца [5], R – радиус поперечного сечения пальца.

Максимальные напряжения изгиба в точке М балки (рисунок 3а) будут:

$$\sigma_M = \frac{P \cdot b \cdot \frac{f}{c}}{W_Z}, \quad (4)$$

Сумма напряжений в точках К и М будут:

$$\sigma = \frac{P \cdot b}{W_Z}. \quad (5)$$

Как видно из формулы (5), сумма напряжений не зависит от точки приложения силы P по длине балки.

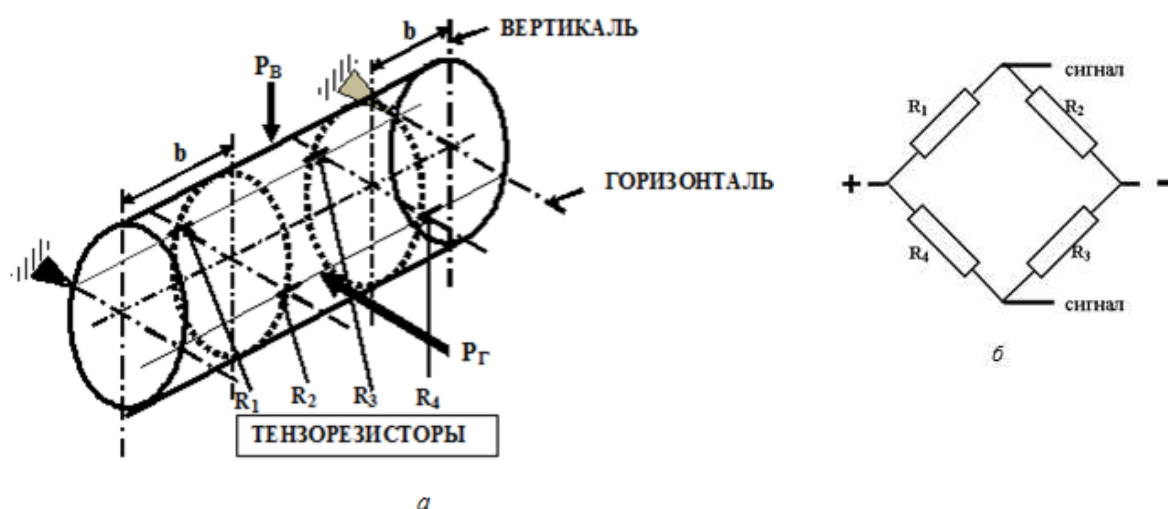


Рисунок 3 – Расположение тензодатчиков на пальце круглого поперечного сечения:

а) – схема наклейки тензодатчиков на пальце круглого поперечного сечения;

б) – схема соединения тензодатчиков в цепь

Исходя из этого, ниже приведена схема наклейки тензодатчиков на пальце круглого поперечного сечения для определения горизонтального усилия на него (рисунок 3а) [1]. Для замера горизонтального усилия тензодатчики должны лежать в одной горизонтальной плоскости (в точках 1 и 3, в которых будут действовать максимальные напряжения от горизонтальной силы P_H , а напряжения от сил P_B равны нулю (рисунок 2б)) на одинаковом расстоянии от опор по разные стороны от точки приложения силы.

Тензопалец представляет собой цилиндр на двух опорах. На одинаковом расстоянии b от опор наклеены тензодатчики, согласно рисунку 3а, и соединены, согласно рисунку 3б. Все датчики должны лежать в одной плоскости (горизонтальной) в этой же плоскости должна лежать сила P_H .

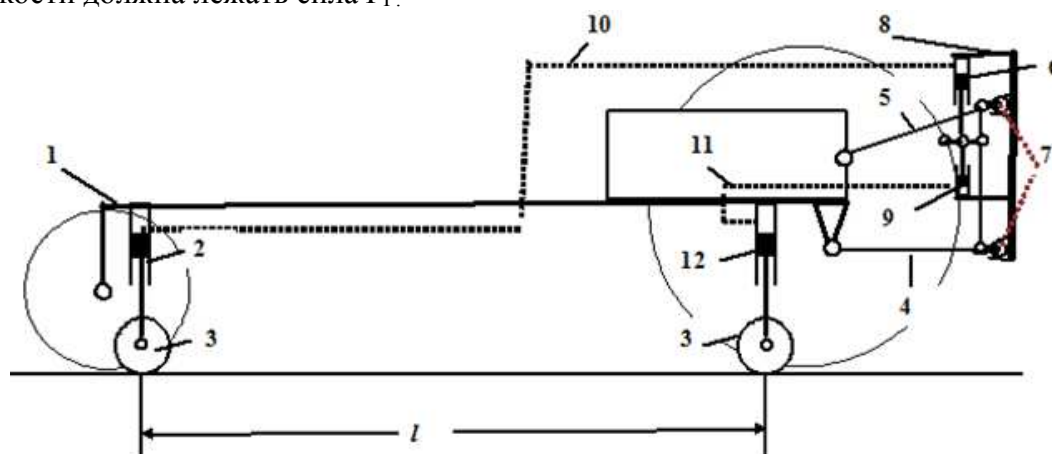


Рисунок 4 – Схема устройства, позволяющего удерживать тензопальцы в горизонтальном положении

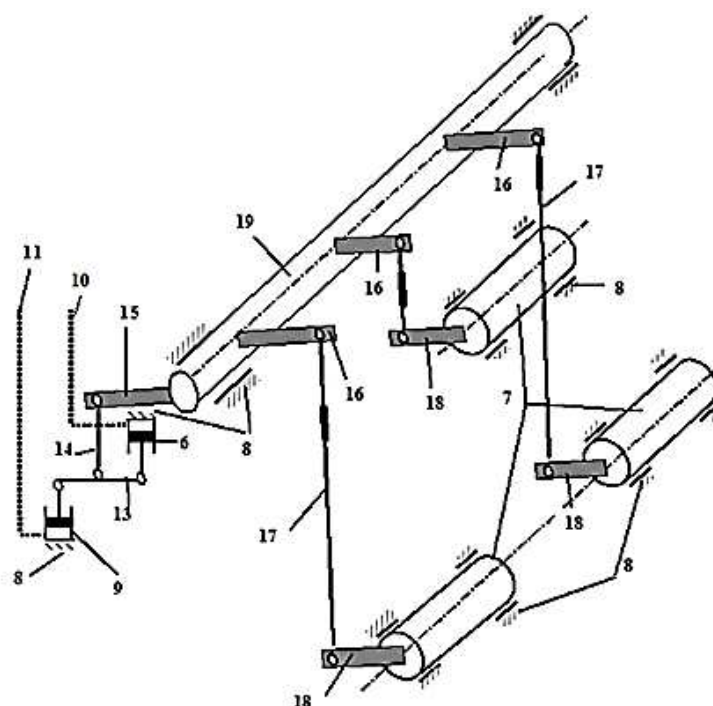


Рисунок 5 – Схема навески с устройством, позволяющим удерживать тензопальцы в горизонтальном положении

Результаты и обсуждение. Для более точного измерения горизонтальной составляющей тягового усилия предлагается следующая конструкция задней навески трактора.

На остова трактора 1 (рисунок 4) спереди жёстко установлен гидроцилиндр 2 с копиром 3, сзади установлен гидроцилиндр 12 с копиром 3. К тягам 4 и 5 навески трактора через тензопальцы 7 присоединен треугольник автосцепки 8. На треугольнике автосцепки 8 установлен вал 19 (рисунок 5, к которому жёстко прикреплен рычаг 15 через тягу 14, взаимодействующий с коромыслом 13, к концам которого закреплены штоки гидроцилиндров 6 и 8. Вместе с тем, к валу 19 прикреплены три рычага 16, последние соединены тягами 17 с тремя рычагами 18, жёстко соединёнными с тензопальцами 7.

Работа устройства осуществляется следующим образом: вначале (при отсутствии нагрузки на крюке) тензопальцы выставляются так, чтобы тензодатчики лежали в горизонтальной плоскости. Во время работы остова трактора поворачивается, жидкость из гидроцилиндров 2 и 12 по магистралям 10 и 11 начнёт перетекать в гидроцилиндры 9 и 6, что приводит к перемещению коромысла 13 и повороту через рычаг 15 вала 19, который через рычаги 16, тяги 17, рычаги 18 поворачивает тензопальцы 7. Передаточное отношение привода должно быть таковым, чтобы угол поворота остова трактора 1 и угол поворота тензопальцев 7 был одинаковым. При одинаковых диаметрах гидроцилиндров 2, 12, 6 и 9 соотношение длин рычагов 15 (l_{15}), 16 (l_{16}), 18 (l_{18}) и расстояния между копиями (l) должно соответствовать формуле:

$$\frac{l \cdot l_{15}}{l_{16} \cdot l_{18}} = 1. \quad (6)$$

Заключение. Разработанный метод повышения точности измерения тягового сопротивления в навесном устройстве трактора с использованием предлагаемого варианта схемно-конструктивного решения позволит существенно повысить точность измерения горизонтальной составляющей тягового усилия, что повышает точность оценки адекватности различных моделей процессов взаимодействия рабочих органов сельскохозяйственных машин с почвой, необходимых для проектирования, моделирования, прогнозирования, оценки эффективности и оптимизации различных видов с.-х. машин, внедорожных транспортных средств, землеройных машин, тракторов и с.-х. оборудования (для обработки почвы, тяговых элементов, колесных мобильных роботов и автономных тяговых транспортных средств и др.)

Библиографический список

1. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных [Текст] / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 200 с.
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. Гапич, Д.С. Энергетические и качественные показатели работы культиваторного МТА в режиме автоколебаний рабочих органов [Текст] / Д.С. Гапич, С.Д. Фомин, О.А. Денисова // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2015. – Т. 1. – № 4 (26). – С. 17-20.
4. Кузнецов, Н.Г. О проблемах использования сельскохозяйственных машин с упругим креплением рабочих органов [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.А. Назаров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №1(17). – С. 132-135.
5. Соппротивление материалов [Текст] / А. В. Александров [и др.]; под ред. А. В. Александрова. – 4-е изд. испр. – М. : Высшая школа, 2004. – 560 с.

6. Ovchinnikov A. S., Mezheva A. S., Novikov A. E., Fomin S. D., Pleskachev Yu. N., Borisenko I. B., Zvolinsky V. P., Tyutyuma N. V. and Vorontsova E. S. (2017). Energy and Agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(24), 2277-2284. Retrieved from www.scopus.com
7. Ani, O.A., Uzoejinwa, B.B., Ezeama, A.O., Onwualu, A.P., Ugwu, S.N., Ohagwu, C.J. 2018. Overview of soil-machine interaction studies in soil bins (Review), *Soil and Tillage Research*, V. 175: 13-27
8. Biswal, S (Biswal, S.) [1] ; Ramaswamy, A (Ramaswamy, A.) 2016, Measurement of existing prestressing force in concrete structures through an embedded vibrating beam strain gauge, *MEASUREMENT*, Volume: 83 Pages: 10-19, DOI: 10.1016/j.measurement.2016.01.031
9. Hosokawa, S (HOSOKAWA, S); Sato, S (SATO, S); Miyata, C (MIYATA, C) 1991. Contraction deformation of bolt shank in threaded connection, *Bulletin of the Japan Society of precision engineering*, Volume: 25 Issue: 1 Pages: 58-63
10. Koffi, K (Koffi, K); Chieragatti, R (Chieragatti, R); Huet, J (Huet, J); Bouchet, E (Bouchet, E), Edited by: Carlomagno, GM; Brebbia, CA, 1999, Experimental and finite elements study of the behaviour of a double shear bolted joint submitted to tensile and bending forces, *Computational methods and experimental measurements ix*, Book Series: International series on computational engineering, Pages: 361-370.
11. Sharma, V (Sharma, V); Isaacs, JB (Isaacs, JB); Nemat-Nasser, S (Nemat-Nasser, S). 1998. Measurement of tensile properties of metallic fails. *Journal of applied mechanics-transactions of the asme*, Volume: 65 Issue: 3 Pages: 782-783. DOI: 10.1115/1.2789128
12. Skonieczny, K. 2018. Modeling the effects of surcharge accumulation on terrestrial and planetary wide-blade soil-tillage tool interactions (Article), *Soil and Tillage Research*, Volume 176, Pages 104-111

Reference

1. Vedenyapin, G. V. *Obschaya metodika jksperimental'nogo issledovaniya i obrabotki opytnyh dannyh* [Tekst] / G. V. Vedenyapin. - M.: Kolos, 1973. - 200 s.
2. Gapich, D. S. *Dinamika dvizheniya uprugogo zakreplennogo rabocheho organa kul'tivatornogo MTA* [Tekst] / D. S. Gapich, S. D. Fomin, E. V. Shiryayeva // *Traktory i sel'hozmashiny*. - 2017. - № 10. - S. 28-32.
3. Gapich, D. S. *nergeticheskie i kachestvennye pokazateli raboty kul'tivatornogo MTA v rezhime avtokolebanij raboчих organov* [Tekst] / D. S. Gapich, S. D. Fomin, O. A. Denisova // *Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universi-teta MAMI*. - 2015. - T. 1. - № 4 (26). - S. 17-20.
4. Kuznecov, N. G. *O problemah ispol'zovaniya sel'skohozyajstvennyh mashin s uprugim krepleniem raboчих organov* [Tekst] / N. G. Kuznecov, D. S. Gapich, E. A. Nazarov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2010. - №1(17). - S. 132-135.
5. *Soprotivlenie materialov* [Tekst] / A. V. Aleksandrov [i dr.]; pod red. A. V. Aleksandrova. - 4-e izd. ispr. - M. : Vysshaya shkola, 2004. - 560 s.
6. Ovchinnikov A. S., Mezheva A. S., Novikov A. E., Fomin S. D., Pleskachev Yu. N., Borisenko I. B., Zvolinsky V. P., Tyutyuma N. V. and Vorontsova E. S. (2017). Energy and Agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(24), 2277-2284. Retrieved from www.scopus.com
7. Ani, O.A., Uzoejinwa, B.B., Ezeama, A.O., Onwualu, A.P., Ugwu, S.N., Ohagwu, C.J. 2018. Overview of soil-machine interaction studies in soil bins (Review), *Soil and Tillage Research*, V. 175: 13-27
8. Biswal, S (Biswal, S.) [1] ; Ramaswamy, A (Ramaswamy, A.) 2016, Measurement of existing prestressing force in concrete structures through an embedded vibrating beam strain gauge, *MEASUREMENT*, Volume: 83 Pages: 10-19, DOI: 10.1016/j.measurement.2016.01.031
9. Hosokawa, S (HOSOKAWA, S); Sato, S (SATO, S); Miyata, C (MIYATA, C) 1991. Contraction deformation of bolt shank in threaded connection, *Bulletin of the Japan Society of precision engineering*, Volume: 25 Issue: 1 Pages: 58-63

10. Koffi, K (Koffi, K); Chieragatti, R (Chieragatti, R); Huet, J (Huet, J); Bouchet, E (Bouchet, E), Edited by: Carlomagno, GM; Brebbia, CA, 1999, Experimental and finite elements study of the behaviour of a double shear bolted joint submitted to tensile and bending forces, computational methods and experimental measurements ix, Book Series: International series on computational engineering, Pages: 361-370]

11. Sharma, V (Sharma, V); Isaacs, JB (Isaacs, JB); Nemat-Nasser, S (Nemat-Nasser, S). 1998. Measurement of tensile properties of metallic fails. Journal of applied mechanics-transactions of the asme, Volume: 65 Issue: 3 Pages: 782-783. DOI: 10.1115/1.2789128

12. Skonieczny, K. 2018. Modeling the effects of surcharge accumulation on terrestrial and planetary wide-blade soil-tillage tool interactions (Article), Soil and Tillage Research, Volume 176, Pages 104-111

E-mail: nea.434@mail.ru

УДК 330.4: 502: 351.853027

ОПТИМАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

OPTIMAL STRATEGIES FOR REGULATION OF PRODUCTION EMISSIONS OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX COMPANIES

М.С. Лукашин, аспирант

А.Ф. Рогачев, доктор технических наук, профессор

M.S. Lukashin, A.F. Rogachev

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

На основе построенной математической модели проводится анализ, какой из инструментов регулирования производственных выбросов предприятий: экологические нормативы или продаваемые квоты на производственные выбросы загрязняющих веществ – позволяет минимизировать совокупные затраты стратегии экологического регулирования. Доказано, что регулятор экологической политики, имеющий целью ограничить совокупный уровень выбросов данного загрязняющего вещества несколькими предприятиями, может минимизировать совокупные затраты, применяя специфичные для предприятий экологические нормативы. Система продаваемых квот на производственные выбросы позволяет минимизировать совокупные затраты стратегии эколого-экономического регулирования только в том случае, если издержки экологического аудита одинаковы для всех предприятий. Установлено, что в случае, если затраты на осуществление штрафных санкций различаются между предприятиями, конкурентный рынок квот на производственные выбросы (который обеспечивает единственную равновесную цену квот на производственные выбросы загрязняющих веществ для всех предприятий) не будет минимизировать совокупные затраты обеспечения совокупного объема выбросов на определенном уровне, допуская определенную степень несоответствия экологическим требованиям. Следовательно, на основе математического моделирования процессов формирования производственных выбросов предприятий охарактеризована эффективная стратегия, регулирующая выбросы загрязняющих веществ с использованием экологических нормативов и квот в качестве инструмента регулирования.

On the basis of the constructed mathematical model, an analysis is made of which of the instruments for regulating industrial emissions of enterprises - environmental standards or quotas sold for industrial emissions of pollutants - allows to minimize the total costs of the strategy of environmental regulation. It has been proved that the environmental policy regulator, aiming to limit the aggregate level of emissions of a given pollutant by several enterprises, can minimize total costs by applying enterprise-specific environmental standards. The system of quotas sold for production emis-

sions allows to minimize the total costs of the strategy of environmental and economic regulation only if the costs of environmental audit are the same for all enterprises. It is established that in the event that the cost of implementing penalties varies between enterprises, the competitive market for emission allowances (which provides a single equilibrium price of quotas for production emissions of pollutants for all enterprises) will not minimize the total costs of providing the total amount of emissions for a certain level, allowing a certain degree of non-compliance with environmental requirements. Therefore, on the basis of mathematical modeling of the processes of formation of industrial emissions of enterprises, an effective strategy is described that regulates emissions of pollutants using environmental standards and quotas as a regulatory tool.

Ключевые слова: математическое моделирование, оптимальность, стратегии регулирования, экологические нормативы, производственные выбросы.

Key words: mathematical modeling, optimality, control strategies, environmental standards, production emissions.

Введение. Использование таких рыночно ориентированных инструментов эколого-экономической политики, как введение платы за промышленные выбросы и развитие рынка квот на выбросы предприятий, является эффективной стратегией госрегулирования вредных производственных выбросов [1, 3, 7]. Эта стратегия, очевидно, должна дополняться надежным обеспечением принуждения предприятий к соблюдению требований экологических стандартов [9, 8].

Обоснованные решения относительно модернизации государственной политики регулирования производственных выбросов с учетом возможных нарушений предприятиями экологических нормативов, а также разработка оптимальной стратегии экологического аудита производственными предприятиями могут быть получены лишь на основе достаточно строгих математических моделей процессов регулирования загрязнения окружающей среды [4, 2, 10, 5, 6], что и определяет актуальность настоящей работы.

Материалы и методы. В работе использовались фундаментальные методы математического моделирования и теории оптимизации, а также основные положения оптимального природопользования.

Результаты и обсуждение. Как следует из проведенного в работе [5, 6] анализа, оптимальная стратегия регулирования, основанная на экологических нормативах [3, 7], предполагает специфичность использования экологических нормативов для предприятий и позволяет обеспечивать полное соответствие предприятий экологическим требованиям с использованием линейных или квадратичных функций штрафа. Возникает вопрос: какой из инструментов регулирования - экологические нормативы или продаваемые квоты на производственные выбросы загрязняющих веществ [8] – позволяет минимизировать совокупные затраты стратегии эколого-экономического регулирования. Ответ на этот вопрос дает следующее Утверждение.

Утверждение 1. Регулятор эколого-экономической политики, имеющий целью ограничить совокупный уровень выбросов данного загрязняющего вещества несколькими предприятиями, может минимизировать совокупные затраты, применяя специфичные для предприятий экологические нормативы. Система продаваемых квот на производственные выбросы позволяет минимизировать совокупные затраты стратегии эколого-экономического регулирования только в том случае, если $\mu_i = \mu_j$ (μ_i - издержки инспектирования предприятия i) для всех предприятий $i \neq j$, $i, j = 1, \dots, n$ или $f''(0) = 0$ (f - функция штрафов за экологические нарушения).

Доказательство того, что затраты на реализацию стратегии эколого-экономического регулирования, основанную на экологических нормативах, ниже совокупных затрат при использовании системы продаваемых квот на производственные выбросы, тривиально. По определению, при использовании оптимальной стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на экологических нормативах, которая должна обеспечить полное соответствие предприятий экологическим требованиям, экологическая ответственность (нормативы) и вероятности мониторинга выбираются таким образом, чтобы минимизировать совокупные затраты стратегии эколого-экономического регулирования, ограничивающей совокупные выбросы уровнем Z . Следовательно, полные затраты на реализацию стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на экологических нормативах, должны быть ниже, чем на реализацию оптимальной стратегии регулирования, использующей в качестве инструмента систему продаваемых квот на производственные выбросы, которая приводит к другому распределению выбросов и вероятностей мониторинга. В отличие от стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на экологических нормативах, оптимальная стратегия регулирования, использующая в качестве инструмента систему продаваемых квот на производственные выбросы, не минимизирует совокупные затраты стратегии эколого-экономического регулирования, ограничивающей совокупные выбросы определенным уровнем Z , если только затраты на мониторинг не различаются между предприятиями или предельный штраф постоянен. Ниже докажем это последнее утверждение.

Для того чтобы сделать задачу для регулятора при условии, что в качестве инструмента экологического регулирования используется система продаваемых квот на производственные выбросы, сравнимой с задачей для регулятора при условии, что в качестве инструмента экологического регулирования используются экологические нормативы, предположим следующее. При использовании стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на системе продаваемых квот на производственные выбросы, минимизирующей затраты, регулятор выбирает уровень нарушения v_i и уровень мониторинга π_i для каждого предприятия i , $i = 1, \dots, n$, где $v_i = e_i - l_i$, а l_i есть количество квот на производственные выбросы загрязняющих веществ, которое требуется предприятию i . В формализованном виде задача регулятора формулируется следующим образом:

$$\min_{\substack{(v_1, v_2, \dots, v_n) \\ (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)}} \sum_{i=1}^n c_i(v_i + l_i(p^*, \pi_i)) + \sum_{i=1}^n \mu_i \pi_i + \sum_{i=1}^n \beta_i \pi_i f(v_i)$$

$$\text{при условиях } \sum_{i=1}^n v_i + l_i(p^*, \pi_i) = Z \text{ и } v_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, \text{ где } l_i(p^*, \pi_i)$$

представляет собой спрос предприятия i на квоты на производственные выбросы загрязняющих веществ и p^* - равновесная цена квот на производственные выбросы при условии полного соответствия выбросов предприятия экологическим требованиям (то

есть решение уравнения $\sum_{i=1}^n l_i(p^*, \pi_i) = L = Z$, где L - полное число выпущенных квот на производственные выбросы), c - функция, описывающая затраты предприятия на снижение вредных выбросов. Независимо от статуса предприятия по уровню соот-

ветствия производимых им выбросов экологическим требованиям на конкурентном рынке квот на производственные выбросы каждое предприятие i выбирает свой уровень выбросов так, что $-c'_i(\cdot) = p$. Следовательно, оптимальный выбор объема выбросов может быть представлен в виде функции от цены квот на производственные выбросы: $e_i = e_i(p)$. Каждое предприятие, выбросы которого не соответствуют экологическим требованиям, имеет спрос на квоты на производственные выбросы загрязняющих веществ в соответствии с условием $p = \pi_i f'(v_i = e_i(p) - l_i)$. Но при условии, что эффективный с точки зрения издержек мониторинг требует выполнения равенства

$\pi_i = \frac{p}{f'(0)}$ при всех $i = 1, \dots, n$, также справедливо, что равенство

$p = \pi_i f'(v_i)$ имеет место при $v_i = 0$. Таким образом, это уравнение определяет спрос предприятия на выбросы $l_i(p, \pi_i)$ при $v_i \geq 0$.

Лагранжиан сформулированной выше задачи оптимизации имеет вид:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^n c_i(v_i + l_i(p^*, \pi_i)) + \sum_{i=1}^n \mu_i \pi_i + \sum_{i=1}^n \beta_i \pi_i f(v_i) + \\ + \lambda (\sum_{i=1}^n v_i + l_i(p^*, \pi_i) - Z).$$

Условия Куна – Таккера для этой задачи записываются следующим образом:

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \pi_i} = c'_i(\cdot) \left(\frac{\partial l_i}{\partial p^*} \frac{\partial p^*}{\partial \pi_i} + \frac{\partial l_i}{\partial \pi_i} \right) + \mu_i + \beta_i f(v_i) + \lambda \left(\frac{\partial l_i}{\partial p^*} \frac{\partial p^*}{\partial \pi_i} + \frac{\partial l_i}{\partial \pi_i} \right) \geq 0, \quad (1)$$

$$\pi_i \geq 0, \quad \frac{\partial \Lambda}{\partial \pi_i} \pi_i = 0, \quad i = 1, \dots, n; \quad \frac{\partial \Lambda}{\partial v_i} = c'_i(\cdot) + \pi_i \beta_i f'(v_i) + \lambda \geq 0, \quad (2)$$

$$v_i \geq 0, \quad \frac{\partial \Lambda}{\partial v_i} v_i = 0, \quad i = 1, \dots, n; \quad \frac{\partial \Lambda}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^n v_i + l_i(p^*, \pi_i) - Z = 0.$$

Если оптимально обеспечивать полное соответствие производимых предприятиями выбросов экологическим требованиям при всех i ($v_i = 0$), в предположении $\pi_i > 0$ при всех i уравнение (1) записывается в виде

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \pi_i} = c'_i(\cdot) + \frac{\mu_i}{\frac{\partial l_i}{\partial p^*} \frac{\partial p^*}{\partial \pi_i} + \frac{\partial l_i}{\partial \pi_i}} + \lambda = 0, \quad i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Используя условие $-c'_i(\cdot) = p$ и предполагая выполнение условия совершенной конкуренции на рынке квот на производственные выбросы загрязняющих веществ,

$\frac{\partial p^*}{\partial \pi_i} = 0$, можно записать (3) в виде:

$$-p^* + \frac{\mu_i}{\frac{\partial l_i}{\partial \pi_i}} = -\lambda, \quad i = 1, \dots, n.$$

Это означает, что при использовании минимизирующей затраты стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на системе продаваемых квот на производственные выбросы (при выполнении условия совершенной конкуренции на рынке квот на производственные выбросы загрязняющих веществ), должно иметь место следующее равенство

$$-p^* + \frac{\mu_i}{\frac{\partial l_i}{\partial \pi_i}} = -p^* + \frac{\mu_j}{\frac{\partial l_j}{\partial \pi_j}} \quad \text{при всех } i \neq j, i, j = 1, \dots, n.$$

Далее, используя соотношение $p = \pi_i f'(v_i)$, получаем $\frac{\partial l_i}{\partial \pi_i} = \frac{f'(v_i)}{\pi_i f''(v_i)}$ при всех $i = 1, \dots, n$. Таким образом, если $v_i = 0$, мы приходим к равенству

$$-p^* + \mu_i \frac{\pi_i f''(0)}{f'(0)} = -p^* + \mu_j \frac{\pi_j f''(0)}{f'(0)}$$

при всех $i \neq j, i, j = 1, \dots, n$. Заменяя в последнем равенстве π_i выражениями

$$\frac{p^*}{f'(0)}, \quad \text{получаем} \quad -p^* + \mu_i \frac{p^* f''(0)}{(f'(0))^2} = -p^* + \mu_j \frac{p^* f''(0)}{(f'(0))^2} \quad \text{при всех } i \neq j, i, j = 1, \dots, n.$$

На конкурентном рынке квот на производственные выбросы загрязняющих веществ (т.е. обеспечивающем единственную равновесную цену квот на производственные выбросы загрязняющих веществ p^*) полученное выше равенство имеет место тогда и только тогда, когда $\mu_i = \mu_j$ или $f''(0) = 0$. Следовательно, можно заключить, что если $f''(0) \neq 0$ и $\mu_i \neq \mu_j$ для любых двух предприятий i и $j, i \neq j$, конкурентная система продаваемых квот на производственные выбросы загрязняющих веществ не будет минимизировать совокупные затраты стратегии эколого-экономического регулирования, которая обеспечивает совокупный объем выбросов на определенном уровне.

Как обсуждалось выше, на практике часто имеет место ситуация, когда структура штрафных функций находится вне контроля регулятора эколого-экономической политики. Предположим, что имеет место этот случай, и что $\gamma > 0$. В такой постановке, может ли регулятор эколого-экономической политики обеспечить полное соответствие производственных выбросов предприятий экологическим требованиям или нет, зависит от относительной величины затрат на мониторинг и осуществление штрафных санкций, т.е., выполняется ли неравенство $\mu_i \gamma \leq \beta_i \phi^2$ при всех i или нет. Предположим, что $\mu_i \gamma > \beta_i \phi^2$ при всех i . Тогда с точки зрения затрат эффективно определить стратегию, которая позволяет достигать заданный уровень несоответствия производственных выбросов предприятий экологическим требованиям при всех i . В таком случае, как затраты на стратегию, основанную на экологических нормативах, соотносятся с затратами на стратегию, основанную на продаваемых квотах на производственные выбросы загрязняющих веществ?

Чтобы ответить на этот вопрос, сначала охарактеризуем эффективную с точки зрения затрат стратегию, основанную на продаваемых квотах на производственные выбросы загрязняющих веществ, которая обеспечивает совокупный объем выбросов на определенном уровне, когда с точки зрения эффективности затрат целесообразно допускать заданную степень несоответствия совокупных производственных выбросов предприятий экологическим требованиям. Далее выясним, минимизирует ли эта оптимальная стратегия совокупные затраты обеспечения совокупного объема выбросов на определенном уровне, не превышающем Z .

Если оптимально не обеспечивать полное соответствие производственных выбросов предприятий экологическим требованиям для всех предприятий ($v_i > 0$), уравнения (1) и (2) могут быть преобразованы в предположении $\pi_i > 0$ для всех i следующим образом

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \pi_i} = c'_i(\cdot) + \frac{\mu_i + \beta_i f(v_i)}{\frac{\partial l_i}{\partial p^*} \frac{\partial p^*}{\partial \pi_i} + \frac{\partial l_i}{\partial \pi_i}} + \lambda = 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial v_i} = c'_i(\cdot) + \pi_i \beta_i f'(v_i) + \lambda = 0, \quad i = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Эти уравнения характеризуют оптимальную стратегию регулирования, основанную на продаваемых квотах на производственные выбросы загрязняющих веществ, когда с точки зрения эффективности затрат целесообразно допускать несоответствие совокупных выбросов всех предприятий экологическим требованиям, т.е. $e_i - l_i > 0$. Аналогично стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на экологических нормативах, в оптимальной стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на продаваемых квотах на производственные выбросы загрязняющих веществ, регулятор эколого-экономической политики устанавливает π_i и v_i для всех i таким образом, что:

1. сумма предельных затрат на снижение вредных выбросов, мониторинг и осуществление штрафных санкций при изменении π_i одинаковы для всех предприятий (уравнение (4))

2. сумма предельных затрат на снижение вредных выбросов и осуществление штрафных санкций при изменении v_i одинаковы для всех предприятий (уравнение (5)).

Из уравнений и (4) и (5) мы можем также получить уравнение

$$\frac{\mu_i + \beta_i f(v_i)}{\frac{\partial l_i}{\partial p^*} \frac{\partial p^*}{\partial \pi_i} + \frac{\partial l_i}{\partial \pi_i}} = \pi_i \beta_i f'(v_i), \quad i = 1, \dots, n. \quad (6)$$

Следовательно, для оптимальной стратегии эколого-экономического регулирования, основанной на продаваемых квотах на производственные выбросы загрязняющих веществ, когда с точки зрения эффективности затрат целесообразно допускать несоответствие совокупных выбросов всех предприятий экологическим требованиям, т.е. имеющиеся у них квоты на производственные выбросы загрязняющих веществ, регулятор эколого-экономической политики устанавливает сумму предельных затрат

на мониторинг и осуществление штрафных санкций при изменении π_i равной сумме предельных затрат на осуществление штрафных санкций при изменении v_i для каждого предприятия i .

Построив эффективную с точки зрения затрат стратегию, основанную на продаваемых квотах на производственные выбросы загрязняющих веществ, которая обеспечивает совокупный объем выбросов на определенном уровне, когда с точки зрения эффективности затрат целесообразно допускать заданную степень несоответствия совокупных производственных выбросов предприятий экологическим требованиям, покажем, что эта стратегия минимизирует совокупные затраты обеспечения совокупного объема выбросов на определенном уровне, не превышающем Z , только при даже более специальных условиях, чем в случае полного соответствия совокупных производственных выбросов предприятий экологическим требованиям. Чтобы осуществить это, вспомним из доказательства Утверждения 1, что каждое предприятие i , которое превышает имеющееся у него количество квот на производственные выбросы на конкурентном рынке квот на производственные выбросы, выбирает свой уровень производственных выбросов таким образом, что $-c'_i(\cdot) = p$ и количество требуемых квот на производственные выбросы загрязняющих веществ так, что $p^* = \pi_i f'(v_i)$. Используя оба эти выражения, можно записать уравнение (5) следующим образом:

$$(-1 + \beta_i)p^* = -\lambda \text{ при всех } i = 1, \dots, n \text{ или } \beta_i = 1 - \frac{\lambda}{p^*} \text{ при всех } i = 1, \dots, n.$$

Из полученного выше уравнения очевидно, что если затраты на осуществление штрафных санкций различаются между предприятиями ($\beta_i \neq \beta_j$ для некоторых $i \neq j$, $i, j = 1, \dots, n$), конкурентный рынок квот на производственные выбросы (который обеспечивает единственную равновесную цену квот на производственные выбросы загрязняющих веществ p^* для всех предприятий) не будет минимизировать совокупные затраты обеспечения совокупного объема выбросов на определенном уровне, не превышающем Z , допуская определенную степень несоответствия экологическим требованиям.

Кроме того, условие $\beta_i = \beta_j$ является достаточным, но не необходимым условием для этого утверждения. Если $\beta_i = \beta_j$ при всех $i \neq j$, но $\mu_i \neq \mu_j$ для некоторых i, j , и мы предположим, что рынок квот на производственные выбросы является

совершенно конкурентным, так что $\frac{\partial p^*}{\partial \pi_i} = 0$, то уравнение (6) может быть переписано

следующим образом $\frac{\mu_i + \beta_i f(v_i)}{\frac{\partial l_i}{\partial \pi_i}} = \pi_i \beta f'(v_i)$ при всех $i = 1, \dots, n$. Используя равенство $\frac{\partial l_i}{\partial \pi_i} = \frac{f'(v)}{\pi f''(v)}$, получаем уравнение $(\mu_i + \beta f(v_i)) \frac{f''(v_i)}{(f'(v_i))^2} = \beta$

при всех $i = 1, \dots, n$. Это условие не будет удовлетворяться, кроме как в специальном случае, когда $\mu_i = 0$ для всех i , и при условии $f(v_i) \frac{f''(v_i)}{(f'(v_i))^2} = 1$. Следовательно,

только при условии, что затраты на мониторинг отсутствуют, затраты на осуществление штрафных санкций одинаковы для всех предприятий, и имеет место равенство

$f(v_i) \frac{f''(v_i)}{(f'(v_i))^2} = 1$, система продаваемых квот на производственные выбросы будет

минимизировать затраты обеспечения совокупного объема выбросов на определенном уровне, не превышающем Z , если с точки зрения затрат эффективно допускать определенную степень несоответствия экологическим требованиям.

Представим полученный результат формально.

Утверждение 2. Если регулятор экологической политики намеревается установить предел совокупного объема вредных выбросов и, с точки зрения затрат, эффективно позволять всем предприятиям нарушать экологические требования ($\mu_i \gamma > \beta_i \phi^2$ для всех i), то регулятор будет минимизировать совокупные затраты такой стратегии эколого-экономического регулирования экологического регулирования, применяя систему специфических для предприятия экологических нормативов.

Заключение. Таким образом, в работе на основе математического моделирования процессов формирования производственных выбросов предприятий, охарактеризована эффективная стратегия, регулирующая выбросы загрязняющих веществ с использованием в качестве инструмента экологических нормативов и экологических квот.

Библиографический список

1. Глушкова, В.Г. Экономика природопользования [Текст] / В.Г. Глушкова. – Люберцы: Юрайт, 2015. – 588 с.
2. Гусев, А.А. Эколого-экономические проблемы устойчивого развития [Текст] / А.А. Гусев, И.Г. Гусева // Экономика природопользования. – 2006. – № 1. – С. 4-17.
3. Каракеян, В.И. Экономика природопользования [Текст] / В.И. Каракеян. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 576 с.
4. Лукашин, М.С. Моделирование и оптимизация стратегий эколого-экономического регулирования производственных выбросов [Текст] / М.С. Лукашин // Управление экономическими системами (электронный научный журнал). – 2016. – № 10 (92).
5. Лукашин, М.С. Моделирование эколого-экономического регулирования производственных выбросов на основе экологических нормативов [Текст] / М.С. Лукашин // Управление экономическими системами (электронный научный журнал). – 2016. – № 5 (87).
6. Лукашин, М.С. Моделирование стратегии эколого-экономического регулирования производственных выбросов с учетом структуры штрафных функций [Текст] / М.С. Лукашин А.Ф. Рогачев // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной конференции. – Волгоград: ВолГАУ, 2017. – 392 с.
7. Лукьянчиков, Н. Н. Экономика и организация природопользования [Текст]: учебник / Н. Н. Лукьянчиков, И. М. Потравный. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011. – 687 с.
8. Экология и экономика природопользования [Текст]: учебник / Под ред. Э.В. Гирусова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. – 607 с.
9. Экологическое аудирование промышленных производств [Текст] / С.В.Макаров, Л.Б. Шагарова. – М.: НУМЦ Госкомэкологии России, 2007. – 144 с.

10. Экономика природопользования [Текст] : учебник / С. Н. Бобылев, А. Ш. Ходжаев. – М.: Инфра-М, 2010. – 499 с.

11. Features of optimal modeling of tax mechanisms in the leveling system of environmental and food security taking into account Inter-industry externalities / Shokhnekh, A.V., Skiter, N.N., Rogachev, A.F., Pleschenko, T.V. // Journal of Environmental Management and Tourism, 2017, Volume VIII, Spring, 1(17): 100-104. DOI: 10.14505/jemt.v8.1(17).10

12. Rogachev A.F. Indistinct and Multiple Simulation and Assessment of Farmland Ecological Safety in Case of Radiation Pollution / A.F. Rogachev, E.V. Melikhova // Global Nuclear Safety, 2016-1(18). – p. 7-18.

13. Rogachev A.F. Economic mechanisms for managing food security in the system “Production-Consumption-Import” / Rogachev A., Mazaeva T., Egorova E. // Asian Social Science. 2015. T. 11. № 20. P. 185-192.

Reference

1. Glushkova, V. G. Jekonomika prirodopol'zovaniya [Tekst] / V. G. Glushkova. - Lyubercy: Yurajt, 2015. - 588 с.

2. Gusev, A. A. Jekologo-jekonomicheskie problemy ustojchivogo razvitiya [Tekst] / A. A. Gusev, I. G. Guseva // Jekonomika prirodopol'zovaniya. - 2006. - № 1. - S. 4-17.

3. Karakeyan, V. I. Jekonomika prirodopol'zovaniya [Tekst] /V. I. Karakeyan. - Lyubercy: Yurajt, 2016. - 576 с.

4. Lukashin, M. S. Modelirovanie i optimizaciya strategij jekologo-jekonomicheskogo regulirovaniya proizvodstvennyh vybrosov [Tekst] /M. S. Lukashin // Upravlenie jekonomicheskimi sistemami (Jelektronnyj nauchnyj zhurnal). - 2016. - № 10 (92).

5. Lukashin, M. S. Modelirovanie jekologo-jekonomicheskogo regulirovaniya proizvodstvennyh vybrosov na osnove jekologicheskikh normativov [Tekst] /M. S. Lukashin // Upravlenie jkonomicheskimi sistemami (Jelektronnyj nauchnyj zhurnal). - 2016. - № 5 (87).

6. Lukashin, M. S. Modelirovanie strategii jekologo-jekonomicheskogo regulirovaniya proizvodstvennyh vybrosov s uchetom struktury shtrafnyh funkcij [Tekst] /M. S. Lukashin A. F. Rogachev // Jekologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya: materialy Mezhdunarodnoj konferencii. - Volgograd: VolGAU, 2017. - 392 s.

7. Luk'yanchikov, N. N. Jekonomika i organizaciya prirodopol'zovaniya [Tekst]: uchebnik / N. N. Luk'yanchikov, I. M. Potravnyj. - M.: YuNITI-DANA, 2011. - 687 s.

8. Jekologiya i jekonomika prirodopol'zovaniya [Tekst]: uchebnik / Pod red. }. V. Girusova. - 4-e izd., pererab. i dop. - M.: YuNITI-DANA, 2014. - 607 s.

9. Jekologicheskoe audirovanie promyshlennyh proizvodstv [Tekst] / S. V. Makarov, L. B. Shagarova. - M.: NUMC Goskom]kologii Rossii, 2007. - 144 s.

10. Jekonomika prirodopol'zovaniya [Tekst] : uchebnik / S. N. Bobylev, A. Sh. Hodzhaev. - M.: Infra-M, 2010. - 499 s.

11. Features of optimal modeling of tax mechanisms in the leveling system of environmental and food security taking into account Inter-industry externalities / Shokhnekh, A.V., Skiter, N.N., Rogachev, A.F., Pleschenko, T.V. // Journal of Environmental Management and Tourism, 2017, Volume VIII, Spring, 1(17): 100-104. DOI: 10.14505/jemt.v8.1(17).10

12. Rogachev A.F. Indistinct and Multiple Simulation and Assessment of Farmland Ecological Safety in Case of Radiation Pollution / A.F. Rogachev, E.V. Melikhova // Global Nuclear Safety, 2016-1(18). - p. 7-18.

13. Rogachev A.F. Economic mechanisms for managing food security in the system «Production-Consumption-Import» / Rogachev A., Mazaeva T., Egorova E. // Asian Social Science. 2015. T. 11. № 20. P. 185-192.

E-mail: rafr@mail.ru

УДК 621.436

**РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЖИМА ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ
В ТРАНСПОРТНЫХ ДИЗЕЛЯХ**
**IMPLEMENTATION OF THE PERMANENT POWER MODE
IN TRANSPORT DIESELS**

В.М. Славущий, доктор технических наук, профессор**А.В. Курапин**, кандидат технических наук, доцент**А.С. Аксёнов**, магистрант**А.А. Карпов**, магистрант**V.M. Slavutskii, A.V. Kurapin, A.S. Aksyonov, A.A. Karpov***Волгоградский государственный технический университет**Volgograd State Technical University*

Улучшение тягово-экономических качеств современных тракторов и повышение на их основе эффективности сельскохозяйственного производства является одной из важных задач тракторостроения. Решение этой задачи в значительной мере зависит от свойств и конструкции моторно-трансмиссионной установки (МТУ) тракторов. Высокие тяговые показатели современных сельскохозяйственных тракторов с традиционным конструкторским исполнением МТУ не всегда реализуются, из-за сложности согласования оптимального режима работы двигателя с условиями работы трактора, даже при многоступенчатой трансмиссии. Внедрение на тракторах двигателей постоянной мощности (ДПМ) способствует как улучшению тягово-экономических показателей, так и наиболее полной их реализации в сельскохозяйственном производстве. Это обусловлено тем, что от обычного дизеля ДПМ отличается значительно большим запасом крутящего момента, обеспечивающего постоянство мощности в широком диапазоне частот вращения коленчатого вала. Это позволяет более полно использовать мощность двигателя практически в любых условиях работы сельскохозяйственного трактора. Кроме того, в случае установки двигателя постоянной мощности, полнее используются его экономичные режимы работы. При использовании ДПМ тяговая характеристика трактора позитивно изменяется. Из-за высокого значения запаса крутящего момента ДПМ значительно увеличиваются диапазоны непрерывного и автоматического регулирования тягового усилия и скорости движения трактора. В статье приведены результаты исследований двигателя Д-144, работающего на режиме постоянной мощности, при двух вариантах его дефорсирования (штатная настройка топливной системы и измененные конструктивные параметры её элементов [8, 5, 3].

Improving the traction and economic qualities of modern tractors and increasing the effectiveness of agricultural production on their basis is one of the important tasks of tractor construction. The solution of this problem to a significant extent depends on the properties and design of the motor-transmission installation (MTI) of tractors. High traction rates of modern agricultural tractors with traditional design of MTI are not always realized, because of the complexity of matching the optimal operating mode of the engine with the conditions of tractor operation, even with multi-stage transmission. The introduction of constant-power engines (CPIs) on tractors will improve both the traction and economic indicators and the most complete implementation of these in agricultural production. This is due to the fact that the CPI differs from the conventional diesel engine with a significantly larger torque reserve, which ensures the constant power in a wide range of engine speed. This makes it possible to use the power of the engine more fully, practically in any working conditions of the agricultural tractor. In addition, in the case of the installation of a constant-power engine, its economical operation modes are more fully utilized. With the use of CPI traction characteristic of the tractor is positive. Due to the high value of the reserve of torque of the DPM, the ranges of continuous and automatic regulation of tractive effort and tractor speed significantly increase. The article presents the results of investigations of the D-144 engine operating on a constant power mode, with two variants of its de -forcing (the regular tuning of the fuel system and the modified structural parameters of its elements [8, 5, 3].

Ключевые слова: двигатель постоянной мощности, цикловая подача топлива, коэффициент избытка воздуха.

Key words: engine of constant power, cyclic supply of fuel, coefficient of excess of air.

Введение. Идея двигателя постоянной мощности заключается в следующем. На корректорной ветви внешней скоростной характеристики двигателя (режимы перегрузок) мощность двигателя поддерживается постоянной. Используют то обстоятельство, что мощность двигателя пропорциональна произведению крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала. При уменьшении частоты вращения коленчатого вала, что связано с повышением нагрузки двигателя, крутящий момент двигателя, соответственно, увеличивается. Для поддержания мощности двигателя постоянной при каждом увеличении нагрузки (уменьшение частоты вращения коленчатого вала) следует, соответственно, увеличивать подачу топлива. Эта задача решается непросто, поскольку корректор топливной аппаратуры двигателя на это не рассчитан.

Увеличение подачи топлива в цилиндры требует увеличения количества подаваемого воздуха. Двигатели со свободным впуском (без наддува) для этого дефорсируют путём уменьшения цикловой подачи топлива на номинальном режиме. При неизменном количестве подаваемого воздуха, уменьшение подачи топлива при дефорсировании двигателя увеличивает коэффициент избытка воздуха на номинальном режиме работы двигателя. Это и позволяет для поддержания мощности постоянной, увеличивать подачу топлива на корректорной ветви скоростной характеристики.

Для изменения цикловой подачи топлива на корректорной ветви скоростной характеристики использовались свойства топливной системы с удвоенной скоростью вращения вала насоса. В этом случае характеристика подачи топлива – с положительной коррекцией. Это означает, что при снижении частоты вращения вала насоса подача топлива на корректорной ветви скоростной характеристики увеличивается [7, 8].

Материалы и методы. На рисунке 1 показано изменение цикловой подачи топлива $Q_{ц}$ штатной и опытной систем в функции частоты вращения коленчатого вала n . Зависимость коэффициента избытка воздуха α от частоты вращения коленчатого вала n демонстрирует рисунок 2.

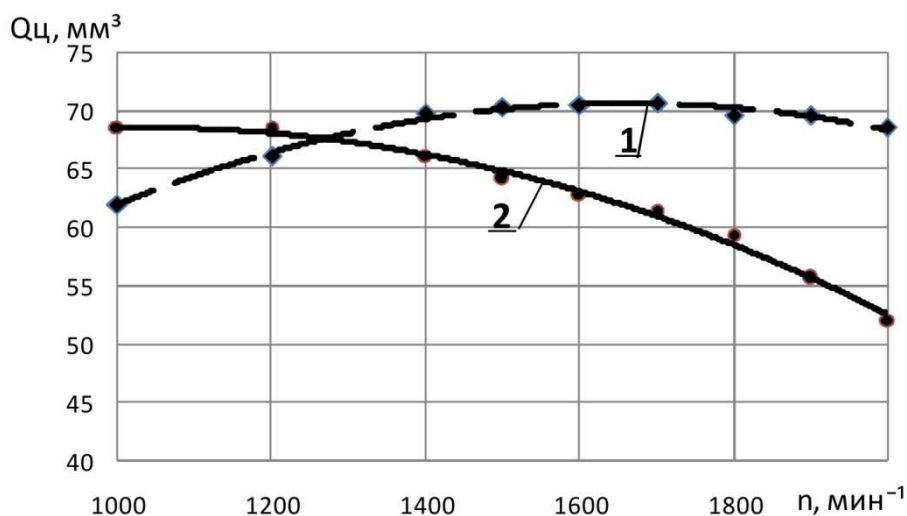


Рисунок 1 – Зависимость цикловой подачи топлива $Q_{ц}$ от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – штатная система; 2 – опытная система

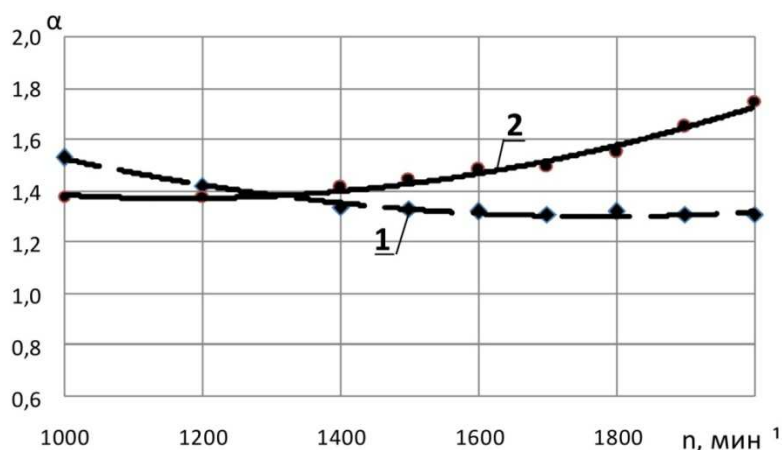


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента избытка воздуха α от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – штатная система; 2 – опытная система

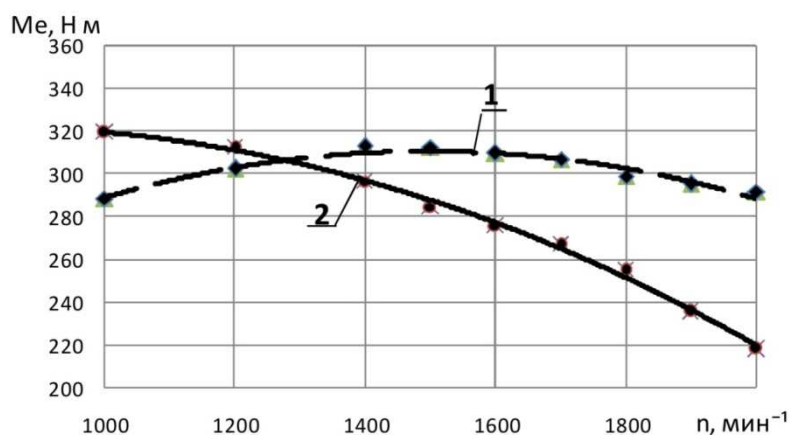


Рисунок 3 – Зависимость крутящего момента M_e от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – штатная система; 2 – опытная система

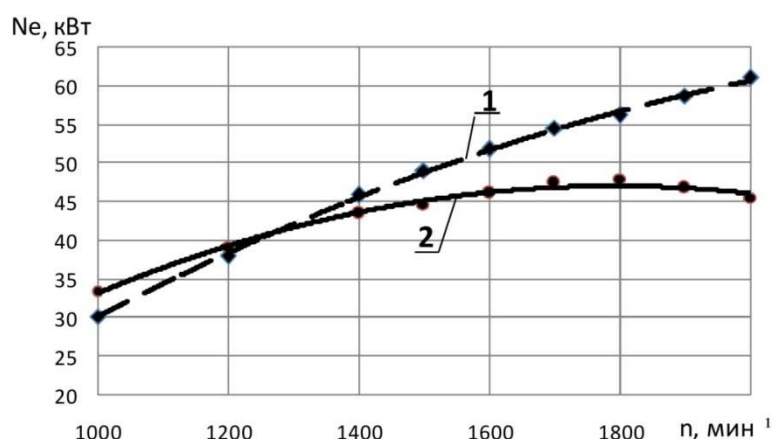


Рисунок 4 – Зависимость мощности двигателя N_e от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – штатная система; 2 – опытная система

Результаты и обсуждение. Увеличение α от 1,31 до 1,53 для штатной системы соответствует изменению цикловой подачи от 68 до 62 мм³. При этом n изменяется от 2000 до 1000 мин⁻¹. Опытная система в таком же диапазоне изменения частоты вра-

щения коленчатого вала n обеспечивает увеличение цикловой подачи от 52 до 68 мм³, что соответствует изменению α от 1,75 до 1,38. Дефорсирование дизеля (уменьшение мощности) составляет 25 % (рисунок 4). Коэффициент приспособляемости для штатной системы составляет 1,07, а для опытной – 1,40, что больше на 23,6 % (рисунок 3). Постоянство мощности для опытной системы отмечено в диапазоне изменения n от 2000 до 1600 мин⁻¹ (рисунок 4). Продлить участок постоянной мощности удалось до значений $n=1400$ мин⁻¹ только путем дополнительного дефорсирования дизеля до мощности 41,9 кВт, с чем связано уменьшение цикловой подачи топлива до 47,8 мм³ (рисунки 6,7). В противном случае (без дополнительного дефорсирования) коэффициент избытка воздуха принимает значение меньшее, чем при $n=2000$ мин⁻¹ (рисунки 2,8). В этом случае коэффициент приспособляемости дизеля k составляет 1,36 (рисунок 5).

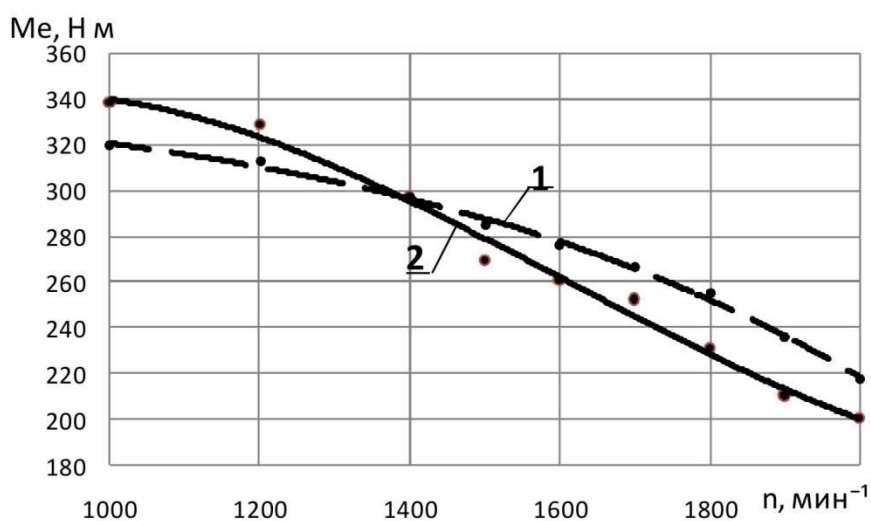


Рисунок 5 – Зависимость крутящего момента M_e от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – опытная система; 2 – опытная система (дополнительное дефорсирование)

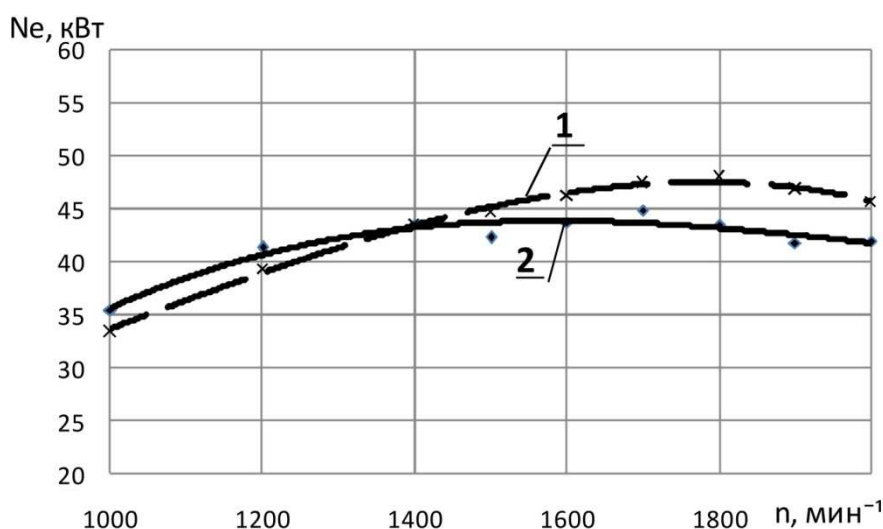


Рисунок 6 – Зависимость мощности двигателя N_e от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – опытная система; 2 – опытная система (дополнительное дефорсирование)

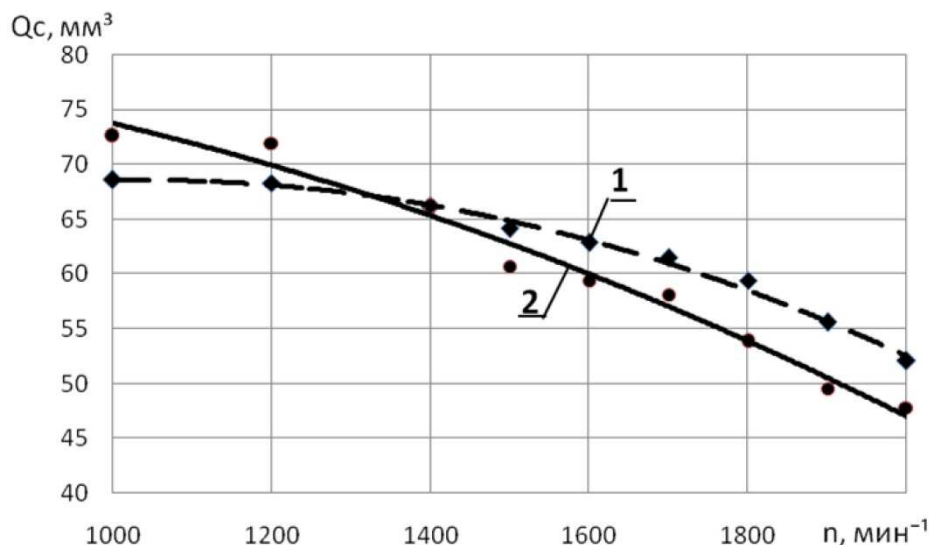


Рисунок 7 – Зависимость цикловой подачи Q_c от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – опытная система; 2 – опытная система (дополнительное дефорсирование)

Различная степень дефорсирования дизеля достигалась путем уменьшения цикловой подачи топлива в диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала n от 2000 до 1000 мин^{-1} . Это осуществлялось изменением конструктивных и регулировочных параметров топливной системы. Ниже приводятся способы настройки системы [4, 11, 8]:

1) опытная система (с удвоенной частотой вращения коленчатого вала насоса, регулировочные и конструктивные параметры штатные).

2) изменение объема штуцера и давления открытия нагнетательного клапана:

- опытная система $V_h = 2,7 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$, $P_{ко} = 1,3 \text{ МПа}$;

- опытная система с дополнительным дефорсированием $V_h = 6,7 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$, $P_{ко} = 0,9 \text{ МПа}$.

3) изменение диаметра отсечного окна гильзы:

- опытная система $d_o = 3,2 \text{ мм}$;

- опытная система с дополнительным дефорсированием $d_o = 5,0 \text{ мм}$.

4) изменение диаметра отсечного окна гильзы и давления открытия нагнетательного клапана:

- опытная система $d_o = 3,2 \text{ мм}$, $P_{ко} = 1,3 \text{ МПа}$;

- опытная система с дополнительным дефорсированием, $d_o = 5,0 \text{ мм}$, $P_{ко} = 0,9 \text{ МПа}$.

Коэффициент приспособляемости двигателя определялся как отношение максимального крутящего момента двигателя (корректирующая ветвь скоростной характеристики) - к крутящему моменту двигателя на номинальном режиме работы.

Считаем, уместным отметить, что для реализации режима постоянной мощности в дизеле с наддувом следует регулировать давление наддува при изменении количества подаваемого топлива, то есть – нагрузки дизеля. Применяют три способа регулирования наддува: воздействие на компрессор для непосредственного изменения давления наддува, воздействие на турбину для изменения её мощности, что приводит к соответствующему изменению давления наддува, торможение или подкрутка ротора турбокомпрессора на определенных режимах [7, 4, 9].

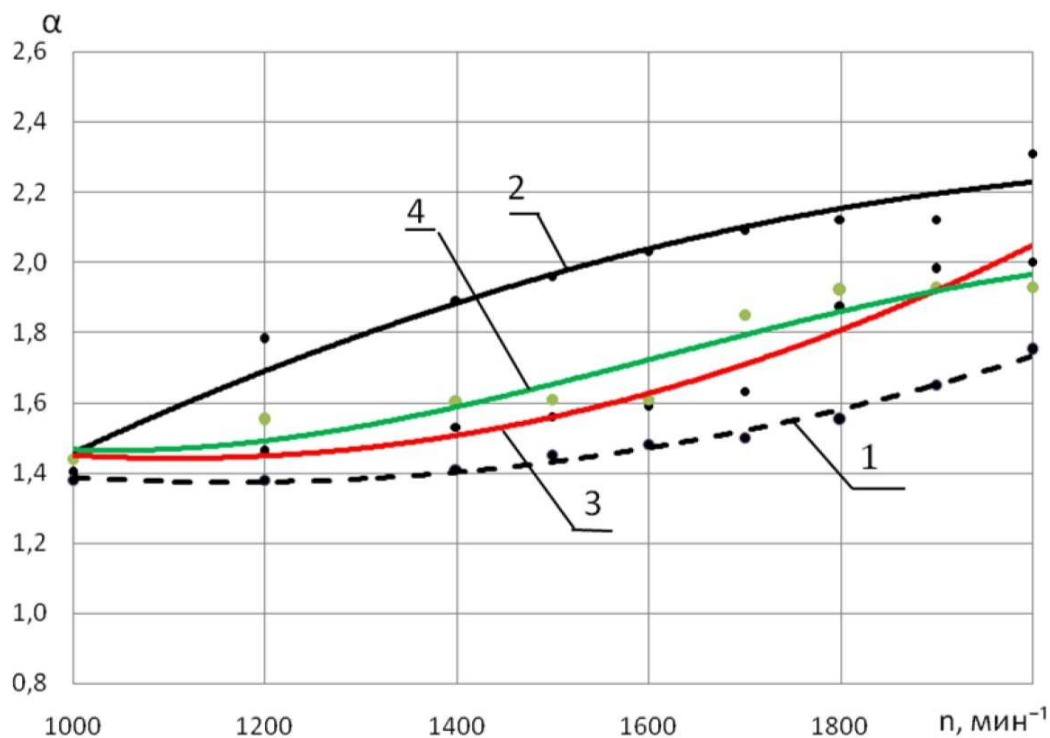


Рисунок 8 - Зависимость коэффициента избытка воздуха α от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – опытная система, 2 – $V_h = 6,0 \text{ см}^3$; $P_{ko} = 0,9 \text{ Н/м}^2$; 3 – $d_o = 5 \text{ мм}$; 4 – $d_o = 5 \text{ мм}$; $P_{ko} = 0,9 \text{ Н/м}^2$

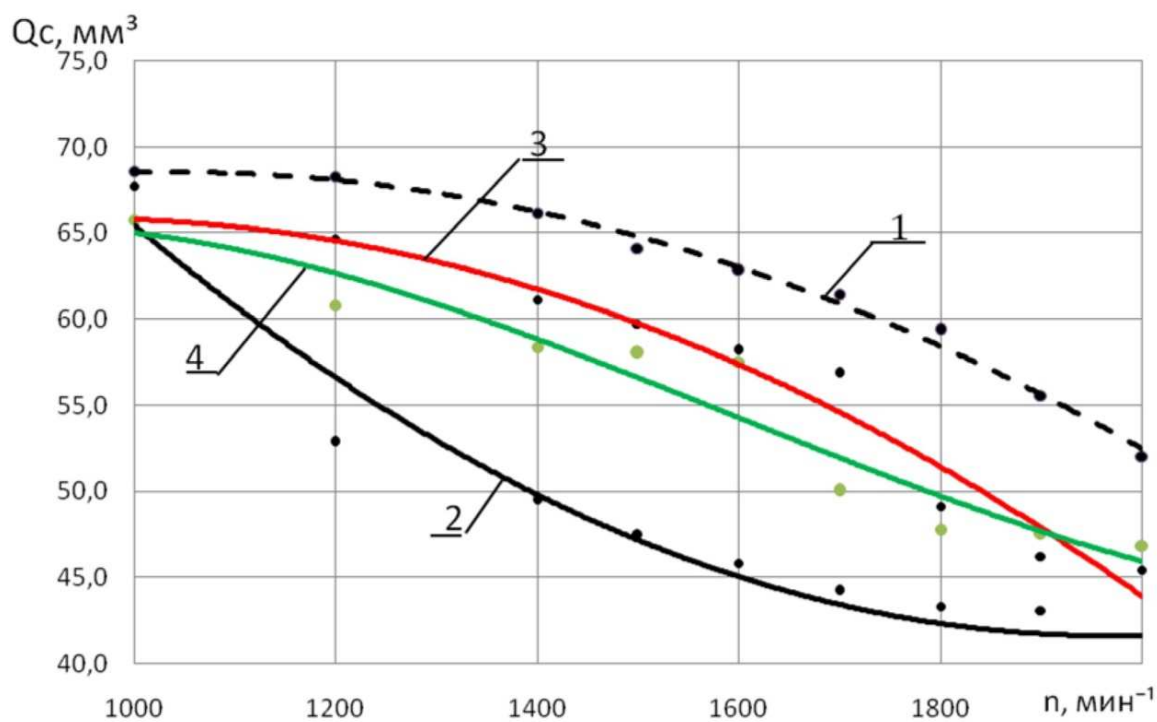


Рисунок 9 – Зависимость цикловой подачи Q_c от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – опытная система, 2 – $V_h = 6,0 \text{ см}^3$, $P_k = 0,9 \text{ Н/м}^2$; 3 – $d = 5 \text{ мм}$; 4 – $d_o = 5 \text{ мм}$, $P_{ko} = 0,9 \text{ Н/м}^2$

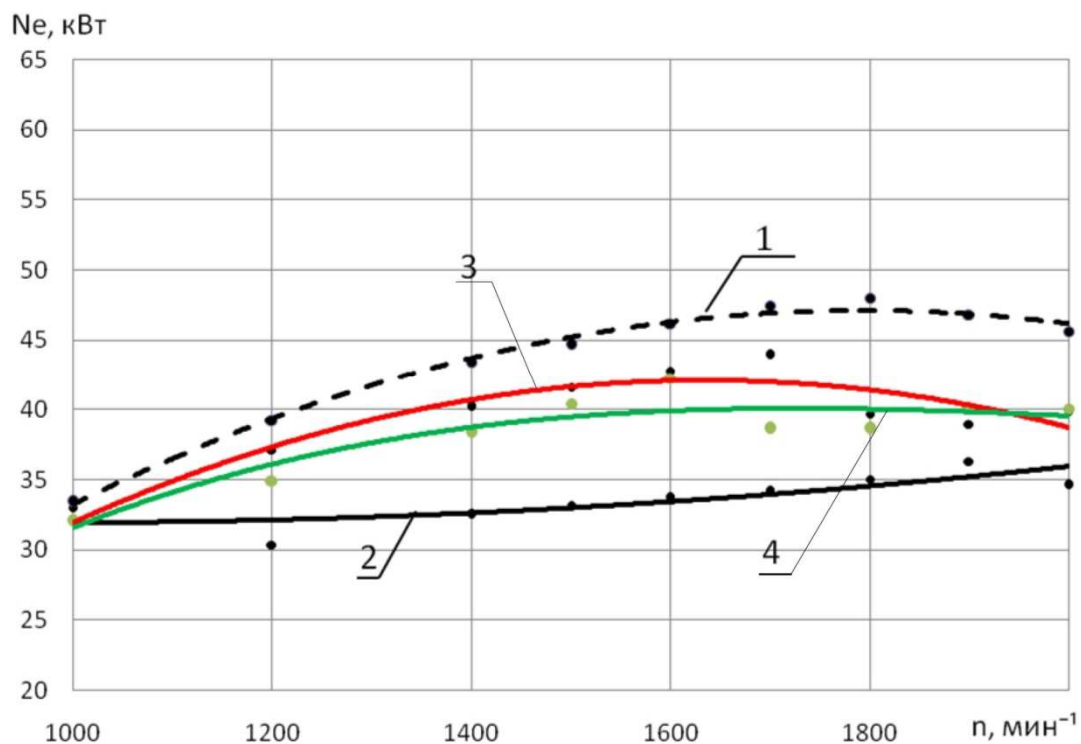


Рисунок 10 – Зависимость мощности N_e от частоты вращения коленчатого вала n :

1 – опытная система, 2 – $V_h=6,0$ см³, $P_{ко} = 0,9$ н/м²; 3 – $d_o = 5$ мм;
4 – $d_o = 5$ мм, $P_{ко} = 0,9$ н/м²

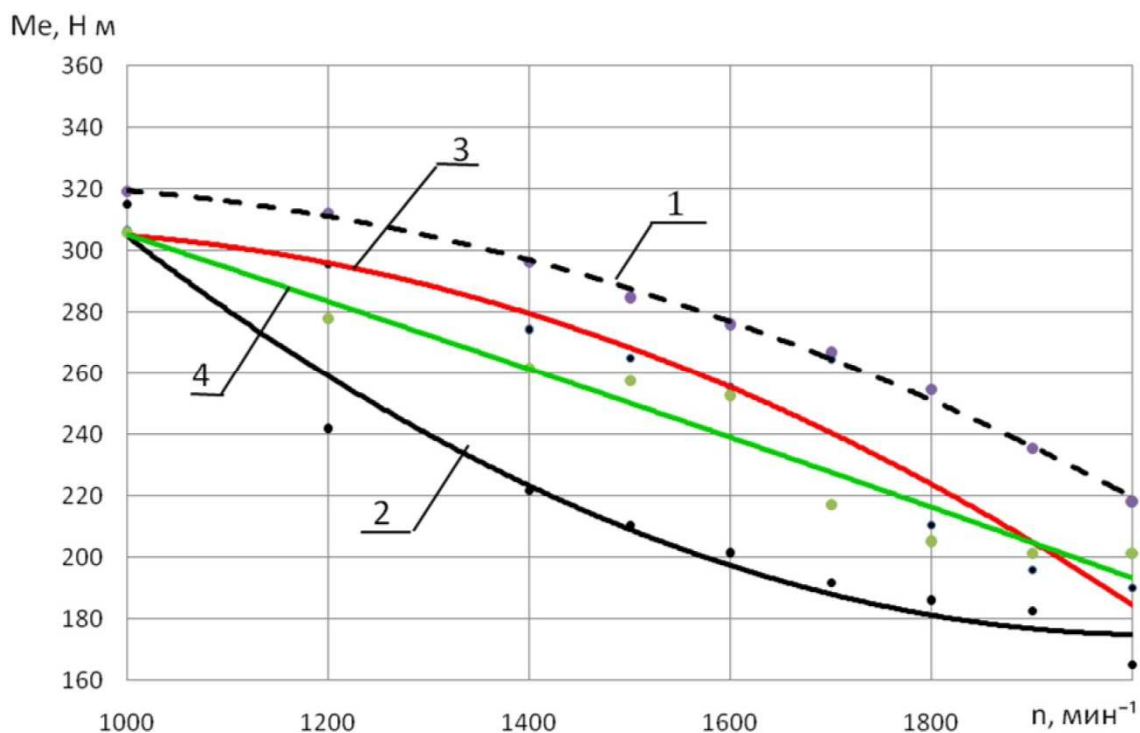


Рисунок 11 – Зависимость крутящего момента M_e от частоты вращения коленчатого вала n : 1 – опытная система, 2 – $V_h = 6,0$ см³, $P_{ко} = 0,9$ н/м²; 3 – $d_o = 5$ мм;
4 – $d_o = 5$ мм, $P_{ко} = 0,9$ н/м²

На рисунках 2, 8, 9 показано изменение коэффициента избытка воздуха α и цикловой подачи Q_c в функции частоты вращения коленчатого вала дизеля n . В результате этой серии экспериментов доказана возможность широкого диапазона изменения цикловой подачи топлива Q_c путем перенастройки топливной системы (изменение конструктивных и регулировочных параметров).

Произведен расчет эффективной мощности N_e и крутящего момента M_e при различных настройках топливной системы (рисунки 10 и 11) и работе дизеля на коректорной ветви скоростной характеристики.

Наибольшее значение коэффициента приспособляемости дизеля $k=1.306$ получено при объеме штуцера насоса $V_h = 6000 \text{ мм}^3$, давлении открытия нагнетательного клапана $P_{ко} = 0,9 \text{ МПа}$. Номинальная мощность дизеля при этом уменьшена до 36 кВт. Имеется в виду уменьшение мощности двигателя при его дефорсировании.

Заключение. Исследован метод улучшения тяговых свойств тракторного дизеля путём его дефорсирования. Для реализации постоянства мощности двигателя на коректорной ветви скоростной характеристики, использованы свойства топливной системы, форсированной по частоте вращения вала топливного насоса. Важная особенность такой системы в том, что характеристика подачи топлива – с положительной коррекцией. Это позволяет формировать закон подачи топлива при изменении нагрузки. Реализованы две степени дефорсирования двигателя: без изменений конструктивных параметров топливной системы и с изменениями. В последнем случае, когда конструктивно изменялись элементы топливной системы, коэффициент приспособляемости двигателя постоянной мощности – 1,36. Современного дизеля без наддува – 1,07.

Библиографический список

1. Влияние конструктивных и регулировочных параметров топливной системы транспортных дизелей на показатели процесса подачи топлива [Текст]/ В.М. Славущий, З.В. Каньгин, И.С. Смирнов, З.Х. Харсов, О.Л. Хуранов // Современные железные дороги: достижения, проблемы, образование : межвуз. сб. науч. ст. Вып. 3 / Моск. гос. ун-т путей сообщения (МИИТ), Волгогр. филиал. – Волгоград, 2010. – С. 181.
2. Двигатели внутреннего сгорания: системы поршневых и комбинированных двигателей [Текст]/ С. И. Ефимов, [и др.]; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1985. – 456 с.
3. Дозирование цикловой порции топлива в дизеле при интенсификации процесса подачи [Текст]/ В.М. Славущий, В.И. Липилин, З.Х. Харсов, О.Л. Хуранов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 2. – С. 130-138.
4. Крутов, В.И., Топливная аппаратура автотракторных двигателей [Текст]/ В.И. Крутов, В.Е. Горбаневский. – М.: Машиностроение, 1985. – 234 с.
5. Кузнецов, Н.Г. Двигатель постоянной мощности со свободным впуском воздуха как энергетическое средство для сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов [Текст] : учебное пособие / Н.Г. Кузнецов, В.И. Крутов. – Волгоград, 2001.
6. Подача и распыливание топлива в дизелях [Текст]/ И.В. Астахов, В.И. Трусов, А.С. Хачиян, Л.Н. Голубков. – М.: Машиностроение, 1972. – 359 с.
7. Репников, В.И. Исследование методов восстановления цикловой подачи при интенсификации процесса впрыскивания топлива в дизеле [Текст]/ В.И. Репников, И.С. Смирнов, В.М. Славущий // XIV региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 10-13 нояб. 2009 г.) : тез. докл. / ВолгГТУ [и др.]. – Волгоград, 2010. – С. 90-92.
8. Славущий, В.М. Интенсификация процесса подачи топлива в транспортных дизелях [Текст] : монография / В.М. Славущий, Е.А. Салыкин, А.М. Ларцев; ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – 259 с.

9. Совершенствование топливоподающей системы автотракторных дизелей [Текст]/ А.М. Ларцев, В.М.Славущий, В.А. Зубченко, Е.А. Салыкин // Прогресс транспортных средств и систем: матер. Междунар. науч.-практ. конф., 7-10 сент. 1999 г. / ВолгГТУ и др.. – Волгоград, 1999. – Ч. II. –С. 84-86.

10. Топливные системы и экономичность дизелей [Текст]/ И.В. Астахов, Л.Н. Голубков, В.И. Трусов и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.

11. Топливная система с регулированием начального давления в нагнетательной магистрали [Текст] / Славущий В.М. [и др.] // Автомобильная промышленность. – 2007. – №6. – С. 5-8.

12. Файнлейб, Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей [Текст] : справочник Б.Н. Файнлейб. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1974. – 264 с.

Reference

1. Vliyanie konstruktivnyh i regulirovochnykh parametrov toplivnoj sistemy transportnyh dizelej na pokazateli processa podachi topliva [Tekst]/ V. M. Slavuckij, Z. V. Kanygin, I. S. Smirnov, Z. H. Harsov, O. L. Huranov // Sovremennye zheleznye dorogi: dostizheniya, problemy, obrazovanie : mezhvuz. sb. nauch. st. Vyp. 3 / Mosk. gos. un-t putej soobsheniya (MIIT), Volgogr. filial. - Volgograd, 2010. - С. 181.

2. Dvigateli vnutrennego sgoraniya: sistemy porshneyh i kombinirovannykh dvigatelej [Tekst]/ S. I. Efimov, [i dr.]; pod red. A. S. Orlina, M. G. Kruglova. - M.: Ma-shinostroenie, 1985. - 456 s.

3. Dozirovanie ciklovoj porcii topliva v dizele pri intensifikacii processa podachi [Tekst]/ V. M. Slavuckij, V. I. Lipilin, Z. H. Harsov, O. L. Huranov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2009. - № 2. - С. 130-138.

4. Krutov, V. I., Toplivnaya apparatura avtotraktornykh dvigatelej [Tekst]/ V. I. Krutov, V. E. Gorbanevskij. - M.: Mashinostroenie, 1985. - 234 s.

5. Kuznecov, N. G. Dvigatel' postoyannoj moschnosti so svobodnym vpuskom vozduha kak jnergeticheskoe sredstvo dlya sel'skohozyajstvennykh mashinno-traktornykh agregatov [Tekst] : uchebnoe posobie / N. G. Kuznecov, V. I. Krutov. - Volgograd, 2001. - S.

6. Podacha i raspylivanie topliva v dizelyah [Tekst]/ I. V. Astahov, V. I. Trusov, A. S. Hachyan, L. N. Golubkov. - M.: Mashinostroenie, 1972. - 359 s.

7. Repnikov, V. I. Issledovanie metodov vosstanovleniya ciklovoj podachi pri intensifikacii processa vpryskivaniya topliva v dizele [Tekst]/ V. I. Repnikov, I. S. Smirnov, V. M. Slavuckij // XIV regional'naya konferenciya molodyh issledovatelej Volgogradskoj oblasti (Volgograd, 10-13 noyab. 2009 g.) : tez. dokl. / VolgGTU [i dr.]. - Volgograd, 2010. - С. 90-92.

8. Slavuckij, V. M. Intensifikaciya processa podachi topliva v transportnykh dizelyah [Tekst] : monografiya / V. M. Slavuckij, E. A. Salykin, A. M. Larcev; VolgGTU. - Volgograd, 2012. - 259 s.

9. Sovershenstvovanie toplivopodayushej sistemy avtotraktornykh dizelej [Tekst]/ A. M. Larcev, V. M. Slavuckij, V. A. Zubchenko, E. A. Salykin // Progress transportnykh sredstv i sistem: mater. Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf., 7-10 sent. 1999 g. / VolgGTU i dr.. - Volgograd, 1999. - Ch. II. -S. 84-86.

10. Toplivnye sistemy i jekonomichnost' dizelej [Tekst]/ I. V. Astahov, L. N. Golubkov, V. I. Trusov i dr. - M.: Mashinostroenie, 1990. - 288 s.

11. Toplivnaya sistema s regulirovaniem nachal'nogo davleniya v nagnetatel'noj magistrali [Tekst] / Slavuckij V. M. [i dr.] // Avtomobil'naya promyshlennost'. - 2007. - №6. - С. 5-8.

12. Fajnlejb, B. N. Toplivnaya apparatura avtotraktornykh dizelej [Tekst] : Spravochnik B. N. Fajnlejb. - L.: Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1974. - 264 s.

E-mail: atd@stu.ru

УЧЕНОМУ НА ЗАМЕТКУ**АГРАРНЫЕ ВУЗЫ В МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЕ ГЕНЕРАЦИИ НОВЫХ ЗНАНИЙ**

А.С. Овчинников, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В.С. Бочарников, доктор технических наук,
С.Д. Фомин, кандидат технических наук,
Е.С. Воронцова, магистр

Волгоградский государственный аграрный университет

Ключевые слова: публикационная активность, глобальные индексы цитирования, профиль организации, публикационная этика.

Рассматриваются позиции Волгоградского ГАУ в системе генерации новых знаний.

Среди значимых событий отчетного периода (2017 г.) следует отметить регистрацию Волгоградского ГАУ в глобальной ведущей международной информационной системе **Scopus**. Центром наукометрического анализа создан профиль нашей организации, в который включено свыше 90 работ и 100 цитат за последние 5 лет. Хороший результат, если учесть, что только за 2017 г. в Scopus-профиле ВолГАУ проиндексировано – 38 работ и получена 101 цитата **Scopus**! Причем без учета совместителей, активных исследователей, академиков РАН Кружилина, Горлова, Кулика, Зволинского, Бородычева.

Динамика публикаций ученых Волгоградского ГАУ в глобальном индексе цитирования **Scopus** показана на рисунке 1. Видим, что ВолГАУ в последнее время активно выходит на международный уровень публикаций.



Рисунок 1 – Динамика публикаций ВолГАУ в БД Scopus

Индексирование исследовательской работы в БД **Scopus** – непреложный факт международного признания данного исследования.

Это имидж как творческого коллектива, так и организации в целом. Востребованность работ (цитируемость) ВолГАУ в БД **Scopus**, их международная значимость отражена на рисунке 1.

Динамика впечатляющая! По ряду причин, в том числе благодаря рейтингу ИПС, каждый ученый проникся идеей выхода на международный уровень исследований и публикаций. Чаще всего использовались следующие журналы: *Contributions To Economics, European Research Studies Journal, Journal Of Machinery Manufacture And Reliability, Mediterranean Journal Of Social Sciences, ARPN Journal Of Engineering And Applied Sciences, Communications In Computer And Information Science, Procedia Engineering, Russian Aeronautics*.

Структура публикаций ВолГАУ в БД *Scopus* отражена на рисунке 2. Около 30 % работ проиндексировано по экономике и финансам, 18 % – по инженерии, 11 % – по социальным наукам, 10 % – по бухучету и всего 4 % – по с/х наукам. Ученым с.-х. направления необходимо пересмотреть свое отношение к публикациям международного уровня, в перспективе занять лидирующие позиции. Для этого есть все необходимые предпосылки. Это необходимо сделать в 2018 г. факультетам агротехнологическому, биотехнологий и ветеринарной медицины. Слабо представлены в международных публикациях и сотрудники ф-та перерабатывающих технологий.



Рисунок 2 – Структура публикаций ВолГАУ в БД *Scopus*

Выполнение данного задания подведем по истечении года. Кстати, для сотрудников ф-та перерабатывающих технологий в нашем журнале создана секция «Технология продовольственных продуктов». И она должна быть наполнена вашими работами!

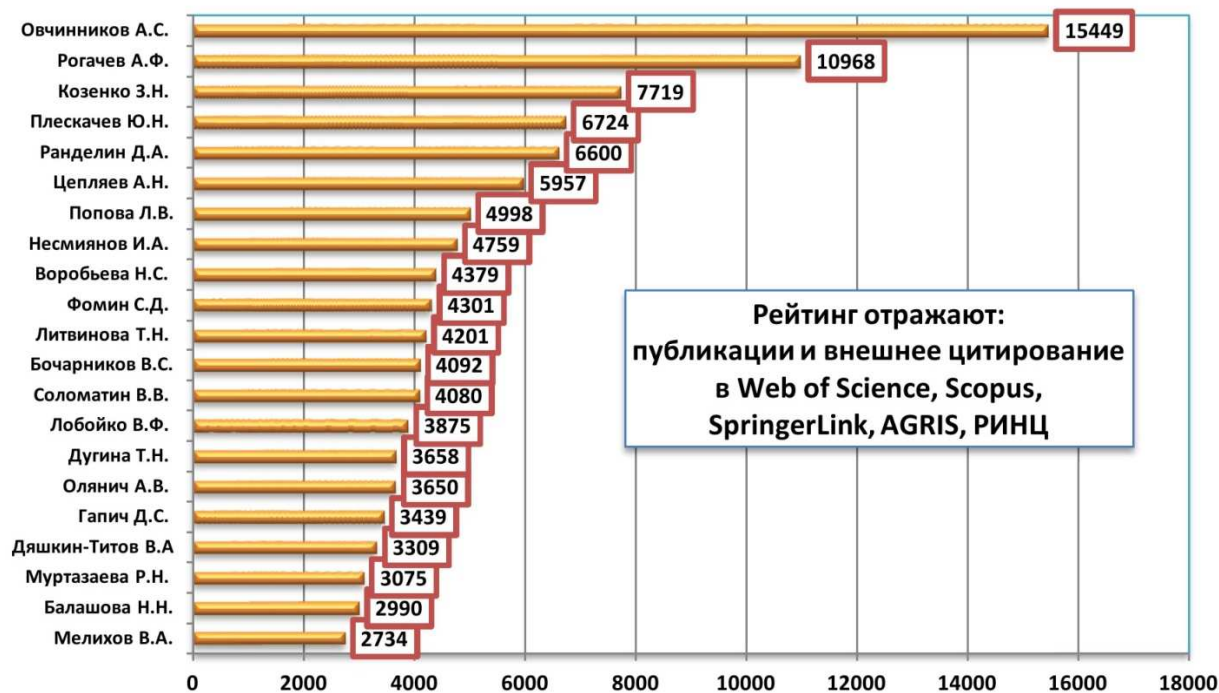


Рисунок 3 – Рейтинг ППС в номинации «Публикационная активность и цитируемость»

На рисунке 3 представлены результаты рейтинга ППС ВолГАУ в важной номинации «Публикационная активность и цитируемость». Учитывались публикации международного уровня в глобальных наукометрических баз данных *Web of Science*, *Scopus*, профессиональных базах – *AGRIS*, *Springer* и публикации в журналах из перечня ВАК, РИНЦ. Учитывалась также востребованность (информационная значимость) ученых: цитирование в глобальных наукометрических базах, в РИНЦ, совокупный импакт-фактор публикаций каждого ученого.

В этом списке наиболее активных авторов научных публикаций международного уровня видим как состоявшихся ученых, так и молодых, еще только начинающих, что не может не радовать.

Если сравнивать ВолГАУ с другими аграрными вузами, нельзя не заметить (рисунок 4), что ВолГАУ достиг лидирующих позиций по международному признанию научных исследований в системе генерации новых знаний, отраженных в глобальных наукометрических базах данных. По международному признанию исследований (критерий – цитируемость в глобальных индексах) мы опережаем многие организации, в том числе, такие крупные ВУЗы, как ДонГАУ (полученный слиянием трех ВУЗов), КубГАУ, Саратовский ГАУ и многие другие ВУЗы, уступаем только таким гигантам, как Тимирязевская СХА (полученная слиянием трех московских университетов), Ставропольский ГАУ (в котором работает в 2 раза больше сотрудников). Не могу не поздравить научную общественность ВолГАУ с этим замечательным результатом!

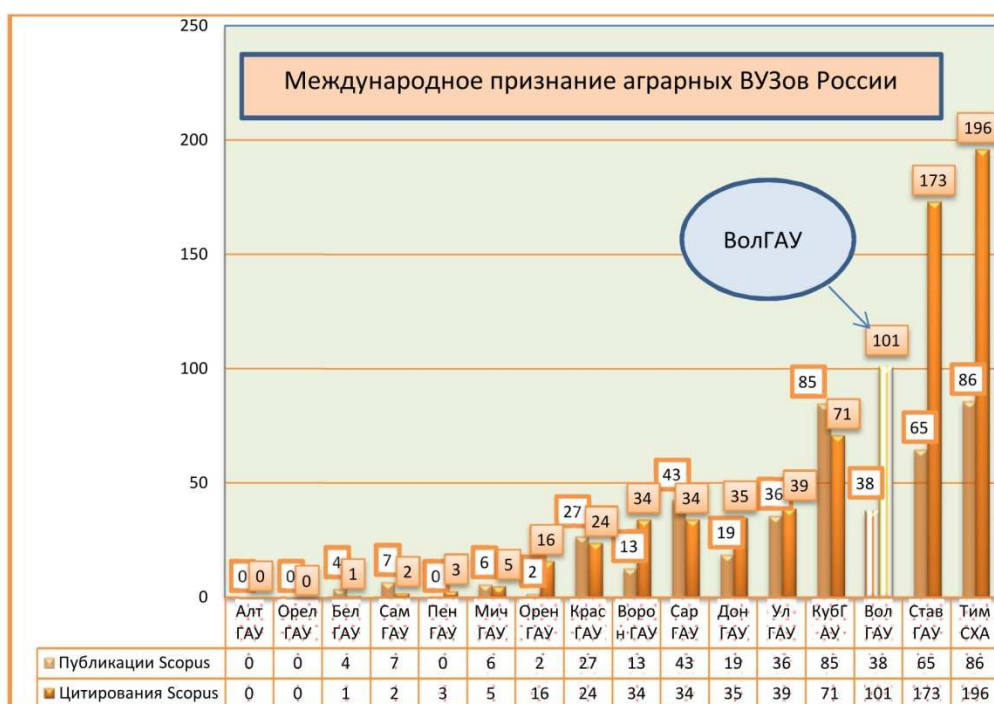


Рисунок 4 – Волгоградский ГАУ в международной системе генерации новых знаний. Публикационная активность в БД Scopus в 2017 г., цитируемость в БД Scopus в 2017 г. статей, опубликованных за последние 5 лет (в 2014-2017 гг.)

Другим важным событием отчетного периода явились борьба нашего журнала за выживание (и это не метафора!) в столь непростое время и победа в этой борьбе. Большая и очень серьезная работа проведена по издаваемому журналу. Расцвет хищнического издательского бизнеса, который мы наблюдаем сегодня, приводит к неуклонному росту числа недобросовестных, квазинаучных и псевдонаучных журналов, публикующих, естественно не безвозмездно, статьи низкого качества. По сути, подобные издания занимаются профанацией науки, способствуя деградации профессиональных и этических основ работы ученого. В связи с этим, затеяна беспрецедентная, но необходимая, чистка журналов, входящих в Перечень ВАК. Многие журналы, в том числе известные, оказались в тяжелом положении. Основные претензии: фор-

мальное рецензирование или отсутствие такового, прикрываемое внешними рецензиями от авторов (авторрецензии), избирательное рецензирование, публикация статей, содержащих некорректные заимствования или повторная публикация уже опубликованных, напечатанных текстов под тем же или другим соавторством (псевдонаучные публикации, ускоренные публикации, дублирование публикаций, веерная рассылка, загадочное соавторство), накручивание цитат, некорректное, недобросовестное, неадекватное цитирование, договорное, дружественное цитирование, подарочное, покупное соавторство и другие нарушения научной этики.

Благодаря нашему многолетнему сотрудничеству и тесной координации с АНРИ и НЭИКОН рекомендации, изложенные в решении Пленума ВАК от 15.06.2017 г., редколлегией журнала «Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса» досрочно реализованы в течение 2015-2017 гг.:

1 Проверка представленных к опубликованию рукописей на наличие неправомерных заимствований организована с 1 января 2017 года.

2 В измененный состав Редсовета входят 18 авторитетных ученых, 17 из них имеют степень доктора наук (94 %), в том числе академиков РАН – 10 (56 %). В измененный состав Редколлегии – не менее 8 членов по каждой специальности.

3 Сайт издания, в том числе и его англоязычная версия, в соответствии с рекомендациями Президента АНРИ, создан еще в 2016 г.

4 Анкета научного издания о деятельности Редсовета с обоснованием каждого члена Редсовета и Редколлегии, с подтверждением их публикационной активности и цитируемости в глобальных наукометрических базах данных Web of Science/Scopus разработана и досрочно выслана в адрес АНРИ.

5 Позиция редакции по отношению ко всем участникам публикационного процесса была отражена на сайте журнала еще в 2016 году в разделе «Редакционная политика и этика», которая разработана в соответствии с рекомендациями COPE, АНРИ и неукоснительно исполняется и многое-многое другое.

Таким образом, все рекомендации, изложенные в решении Пленума ВАК от 15.06.2017, а также ранее выдвинутые требования АНРИ и НЭИКОН, были полностью и досрочно выполнены.

В связи с этим, выражаем глубокую признательность и благодарность всем членам редакционного Совета, принимавшим в этом участие, за непрерывную деятельность и тяжелый, но такой нужный всем труд по улучшению нашего журнала, по его поддержке и продвижению.

В связи с выполнением всех рекомендаций, изложенных в решении Пленума ВАК, а также требований АНРИ и НЭИКОН, журнал уверенно прошел все этапы экспертиз, проведенных экспертными советами ВАК, и вошел в новую редакцию перечня по всем заявленным специальностям.

СОДЕРЖАНИЕ / ABSTRACTS

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

Дубенок Н.Н., Майер А.В. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур Dubenok N. N., Mayer A. V. Development of systems of combined irrigation for watering crops	9
Бородычев В.В., Пронько Н.А., Голик К.С. Вынос элементов питания и продуктивность баклажанов при капельном поливе в Саратовском Правобережье Borodychev V.V., Pronko N.A., Golik K.S. Removal of nutrients by the eggplants that cultivated under drip irrigation in the Saratov Cis-volga region	19
Беленков А.И., Ханумиди Е.И. Использование вегетативного размножения в опытной работе с <i>Serratula coronata</i> L. Belenkov A.I., Hanumidi E.I. Using the vegetative propagation in experience with <i>Serratula coronata</i> L.	24
Колебошина Т.Г., Быковский Ю.А., Варивода Е. А. Оценка комбинационной способности отцовских линий арбуза для их использования в гибридной селекции Koleboshina T.G., Bykovskii Y.A., Varivoda E.A. Evaluation of the combination ability of parental watermelon lines for their use in hybrid breeding	30
Москвичев А.Ю., Карпова Т.Л., Егоров С.А. Совершенствование технологии возделывания продовольственного картофеля при использовании препаратов от комплекса болезней и вредителей в условиях Нижнего Поволжья Moskvichev A.Yu., Karpova T.L., Egorov S.A. Improvement of food potato production technology by using drugs from the disease and punk complex under the conditions of the Lower Volga region	36
Дубенок Н.Н., Майер А.В. Комбинированная гидромелиоративная система для орошения садовых насаждений Dubenok N.N., Mayer A.V. The combined hydromeliorative system for the irrigation of garden plantings	43
Петров Н.Ю., Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В., Зволинский В.В. Эффективные элементы возделывания репчатого лука при капельном орошении Petrov N.Y., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V., Zvolinsky V.V. Effective elements of onion cultivation at drip irrigation	51
Салугин А.Н. Применение основных гидрофизических характеристик для моделирования вертикального движения влаги в зоне аэрации Salugin A.N. Application of main hydrophysical characteristics for modeling of vertical moisture motion in the aeration area	58
Жидков В.М., Чамурлиев О.Г., Феофилова Л.А. Возделывание ярового ячменя на светло-каштановых почвах Волгоградской области Zhidkov V.M., Chamurliiev O.G., Feofilov L.A. Extraction of the yarian barley on the light-chestnut soils of the Volgograd region	66
Москвичев А.Ю., Карпова Т.Л., Мкртчян В.С., Гузенко А.Ю. Новые подходы в преддверии нашествия саранчи на Волгоградских землях Moskvichev A.Yu., Karpova T.L., Guzenko A.Yu., Mkrtchan V.S. New approaches in the forefront of locusts in the Volgograd region.....	72

Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И. Объем выборки при оценке качественных показателей орехов лещины Biganova S.G., Sukhorukih Yu.I. Amount of sampling in qualitative indicators' assessment of hazelnuts	83
Древин В.Е., Филимонова Н.А., Фомичев В.Т., Кучерова И.А. Разработка и применение нанокompозита меди для инкрустации семян озимой тритикале Drevin V.E., Filimonova N.A., Fomichev V.T., Kucherová I. A. Development and application of nanokompozita copper for inlay of seeds of triticales	90
Ефремова Е.Н., Тютюма Н.В. Влияние агротехнических приемов на урожайность сахарной кукурузы в условиях Нижнего Поволжья Efremova E.N., Tutuma N.V. Influence of agrotechnic means on the yield of sugar corn in the conditions of the Lower Volga region	95
Иванченко Т.В., Игольникова И.С. Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья Ivanchenko T.V., Igolnikova I.C. The influence of growth regulators for productivity and quality of grain of winter wheat in the Lower Volga region	101
Кружилин И.П., Ганиев М.А., Кузнецова Н.В., Родин К.А. Водопотребление риса и удельные затраты на формирование урожая зерна при разных способах полива Kruzhilin I.P., Ganiyev M.A., Kuznetsova N. V., Rodin K.A. Water consumption of rice and unit costs for the formation of grain yield under different irrigation methods	108
Кабанова С.А., Кулик К.Н., Данченко М.А. Рост интродуцентов в зеленой зоне г. Астаны Kabanova S.A., Kulik K.N., Danchenko M.A. Growth of introducents in the green zone of the city of Astana	117
Рулев Г.А., Рулев А.С., Юферов В.Г. Почвенно-геоморфологический анализ придорожных лесомелиорируемых комплексов Rulev G.A., Rulev A.S., Yuferev V.G. The soil-geomorphological analysis of the roadside of forest amelioration complexes	123
Чернышков В.В., Мишина О.Ю., Древин В.Е., Кучерова И.А. Влияние биологически активных веществ на урожайность и качество зерна ярового ячменя в условиях зоны каштановых почв Волгоградской области Chernyshkov V.V., Mishina O.Y., Drevin V.E., Kucherová I.A. Influence of biologically active additives on urozha nost and quality of grain of spring barley in the Volgograd region	132
Алиева С.С., Керимова М.И. Метод дистанционного определения концентрации фосфора в почве Aliyeva S.S., Kerimova M.I. Method of remote determination of the phosphorus concentration in the soil	140
Иванчина Л.А., Залесов С.В., Косенкова Е.И. Влияние размера деревьев ели на их устойчивость в условиях Прикамья Ivanchina L.A., Zalesov S.V., Kosenkova E.I. Influence of the size of spruces on their sustainability under the conditions of the Kama river region	147
Селиванова В.Ю. Влагодобеспеченность яровых культур в севообороте с различными обработками почвы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья Selivanova V.U. Water safety of spring crops in northern performance with different soil processing in the dry velocity zone of the Lower Volga region	154

Ахмедов А.Д., Джамалетдинова Е.Э., Засимов А.Е. Продуктивность овощных культур при капельном поливе в условиях Волго-Донского междуречья Akhmedov A.D., Dzhamaletdinova E.E., Zasimov A.E. Productivity of vegetable crops in drip irrigation in the conditions of the Volga-Don interfluvium	161
Бородычев В.В., Щепотко Н.А. Вопросы капельного орошения и фертигации белокочанной капусты в Волгоградской области Borodychev V.V., Shchepot'ko N.A. Problems of drying irrigation and fertigating of black cabbage in Volgograd region	167
Горлов И.Ф., Третьякова О.Л., Шахбазова О.П., Николаев Д.В. Разработка прикладной программы индексной оценки племенных качеств животных Gorlov I.F., Tretyakova O.L., Shakhbazova O.P., Nikolaev D.V. Development of animals breeding quality index evaluation applied program	176
Злепкин А.Ф., Злепкина Н.А., Гашук Р.А. Повышение количественных и качественных показателей мясной продуктивности цыплят-бройлеров при использовании в их рационах триптофана и «Хондро тан» Zlepkin A.F., Zlepkina O.N., Gashuk R.A. Increase of quantitative and qualitative indicators of chicken-broilers meat productivity when using triptofan and hondro tan in their rates	181
Колосов Ю.А., Чамурлиев Н.Г. Этапы образования и перспективы развития сальской породы овец Chamurliiev N.G., Kolosov Yu. A. Stages of formation and prospects of development of salskaya sheep breed	188
Коханов А.П., Коханов М.А., Коханова Н.М. Использование внутрилинейного подбора в селекции айрширского скота Kokhanov A.P., Kokhanov M.A., Kokhanova N.M. Use of internal selection in selections of airshire cattle	194
Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Филатов А.С., Карпенко Е.В. Разработка эффективного способа обработки мясного сырья для хранения в охлажденном состоянии при использовании электроактивированных растворов Osadchenko I.M., Gorlov I.F., Filatov A.S., Karpenko E.V. Development of effective method of processing of meat raw material for storage in the cooling state at the use of electroactivated solutions	200
Сивков А.И., Филатов А.С., Эзергайл К.В., Петрухина Е.А., Мельников А.Г., Воронцова Е.С. Качество молока и продуктов его переработки, полученного от коров при скормливании нетрадиционных кормовых добавок Sivkov A.I., Filatov A.S., Ezergayl C.V., Petrukhina E.A., Mel'nikov A.G., Vorontsova E.S. Quality of milk and products of its processing received from cows at the cleaning of non-traditional feed additives	204
Горлов И.Ф., Болаев Б.К., Ранделина В.В., Ранделин А.В. Зависимость качественных показателей мясного сырья от линейной принадлежности животных Gorlov I.F., Bolaev B.K., Randelina V.V., Randelin A.V. Dependence of meat raw material qualitative indicators from animals linear attachment	210
Колесников П.В., Давудова Т.М. Мониторинг нозологического профиля вирусных инфекций у собак с различными формами клинического течения Kolesnikov P.V., Davudova T.M. Monitoring of the nosological profile viral infections in dogs with various forms of clinical current	217

Мельник И.В., Васильева Е.Г. Использование абиотических факторов для оптимизации технологии выращивания пресноводных креветок Melnik I.V., Vasileva E.G. Using abiotic factors for optimization of the technology of freshwater shrimps farming	222
Пугачёва А.М. Агролесомелиоративные системы – основа развития земледелия Pugacheva A.M. Agroforestry meliorative systems as basis of agriculture development	227
Будтуева О.Д., Струк М.В., Плешакова И.Г., Плешаков Д.В. Использование в рационах кур-несушек кормовой добавки «Нутовит» Budtueva O.D., Struk M.V., Pleshakova I.G., Pleshakov D.V. Use of animal feed supply «Nutovit» in rations of laying hens	237
Чамурлиев Н.Г., Манджиева М.В. Влияние экструдированных кормов на весовой и линейный рост баранчиков. Chamurliiev N.G., Mandzhieva M.V. Influence of extruded feeds on weight and linear growth of lambs	243
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES	
Бышов Н.В., Ряднов А.И., Федорова О.А. Машина для уборки зерновых культур Byshow N. V., Ryadnov A.I., Fedorova O.A. Machine for harvesting grain crops	249
Семененко С.Я., Арьков Д.П., Марченко С.С. Проверка и практическое внедрение метода диагностики марки по водонепроницаемости бетонных конструкций мелиоративных сооружений Semenenko S.Y., Arkov D.P., Marchenko S.S. Verification and practical implementation of the method of diagnosis, grade waterproofing of concrete structures drainage structures	254
Успенский И.А., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю., Безносюк Р.В. Оценка перспективной технологической схемы картофелеуборочного комбайна Uspenskiy I. A., Rymbalovich G. K., Kostenko M.U., Beznosyuk R. V. Assessment of prospective technological schemes potato harvester	262
Ходяков Е.А., Милованов С.Г. Совершенствование конструкции системы внутривпочвенного орошения Khodyakov E.A., Milovanov S.G. Improvement of the subsoil irrigation system	269
Цепляев А.Н., Абезин В.Г., Скрипкин Д.В. Технология уборки картофеля комбайном Tseplyaev A.N., Skripkin D.V., Abezin V.G. Technology of potato harvesting by combine harvester	276
Евдокимов А. П., Подковыров И. Ю., Кузнецова Т. А. Дозы ультрафиолетового излучения для бактерицидной обработки зерна Evdokimov A. P., Podkovyrov I.U., Kuznetsova T. A. Doses of ultraviolet radiation for bactericide processing of grain	284
Попов Г.Г., Абезин Д.А. Оценка влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК Popov G.G., Abezin D.A. Evaluation of the influence of the human factor on the safety of labor in the AIC	291
Федорова О.А., Поддубный О.И. Анализ парка зерноуборочных комбайнов Волгоградской области Fedorova O.A., Poddubniy O.I. Analysis of park of combine harvesters the Volgograd region	298

Сычев И.Б., Цепляев А.Н., Абезин В.Г., Моторин В.А. Теоретический анализ работы усовершенствованного измельчителя-разбрасывателя твердых органических удобрений Sychev I.B., Tseplyaev A.N., Abezin V.G., Motorin V.A. Theoretical analysis of the work of the advanced mixer-solvent shredder of solid organic fertilizers	303
Гапич Д.С., Эвиев В.А., Косульников Р.А., Чумаков С.А. Проблемные вопросы повышения энергоэффективности мта с упруго закрепленными рабочими органами Gapich D.S., Eviev V.A., Kosulnikov R.A., Chumakov S.A. Problematic issues of improving energy efficiency of mta with elastic fixed working bodies	312
Славуцкий В.М., Салыкин Е.А., Карпов А.А., Аксёнов А.С. Формирование закона подачи топлива в дизеле путём управления нагнетательным клапаном Slavutskii V.M., Salykin E.A., Karpov A.A., Aksyonov A.S. Formation of the law of fuel supply in diesel by the control of the performance valve	319
Косульников Р.А., Карсаков А.А., Фомин С.Д., Назаров Е.А. Метод повышения точности измерения тягового сопротивления в навесном устройстве трактора Kosul'nikov R.A., Karsakov A.A., Fomin S.D., Nazarov E.A. Method of increasing the accuracy of measurement of the drive resistance in the outboard accessories of the tractor	326
Лукашин М.С., Рогачев А.Ф. Оптимальные стратегии регулирования производственных выбросов предприятий АПК Lukashin M.S., Rogachev A.F. Optimal strategies for regulation of production emissions of agro-industrial complex companies	333
Славуцкий В.М., Курапин А.В., Аксёнов А.С., Карпов А.А. Реализация режима постоянной мощности в транспортных дизелях Slavutskii V.M., Kurapin A.V., Aksyonov A.S., Karpov A.A. Implementation of the permanent power mode in transport diesels	342
УЧЕНОМУ НА ЗАМЕТКУ/NOTE TO THE SCIENTIST	
Овчинников А.С., Бочарников В.С., Фомин С.Д., Воронцова Е.С. Аграрные ВУЗы в международной системе генерации новых знаний Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., Fomin S.D., Vorontsova E.S. Agrarian Universities in the International System to generate new knowledge.....	351
СОДЕРЖАНИЕ/ABSTRACTS	355

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 не более 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 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 образования и науки 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 **10-12** 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 **10-12** 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.