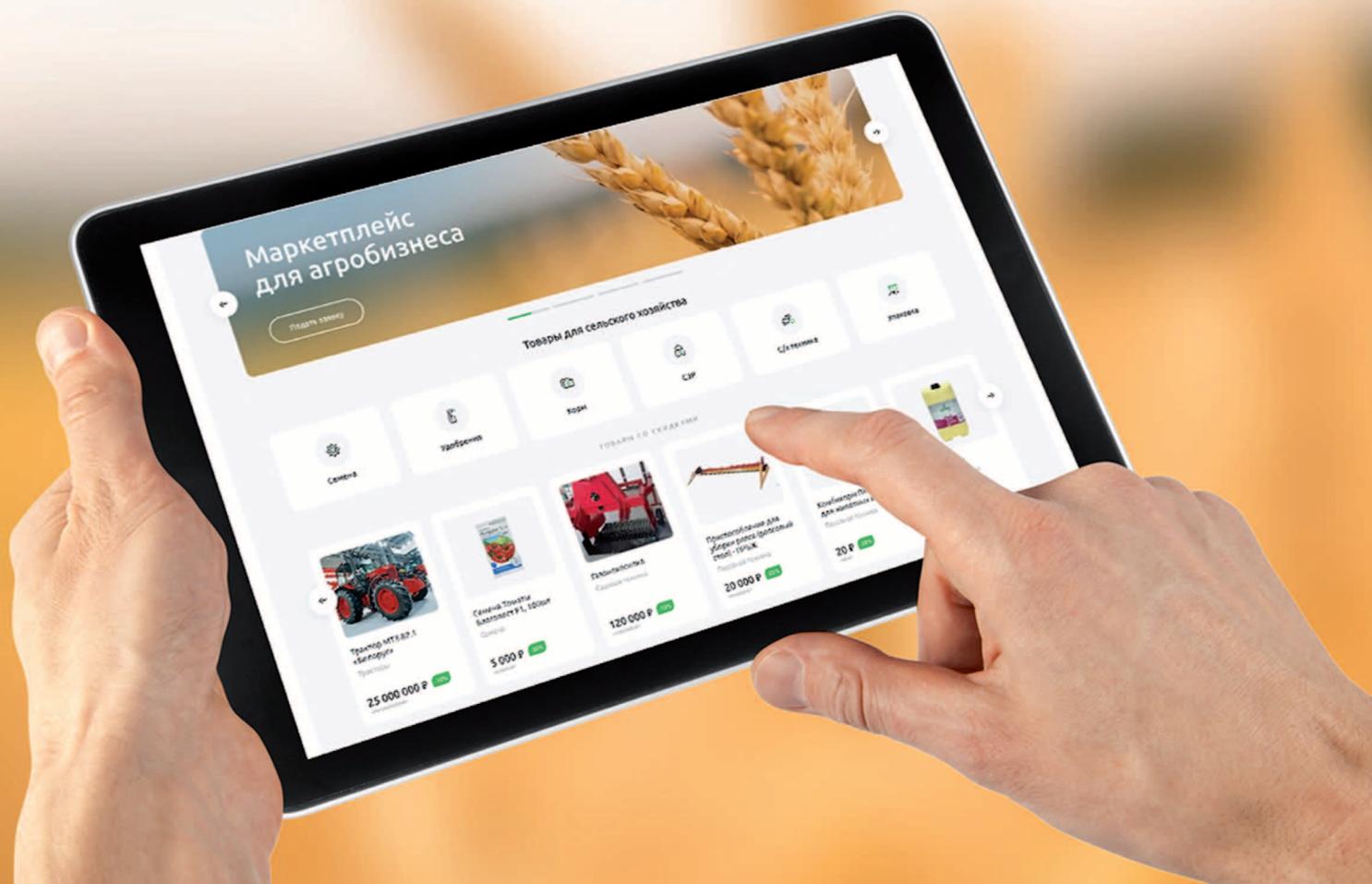




Своё | Фермерство

от Россельхозбанка



# Своё Фермерство от АО «Россельхозбанк» –

большой выбор товаров для сельского хозяйства  
на одной платформе

Покупайте и продавайте товары для сельского хозяйства быстро, выгодно и удобно.  
Более 500 000 товаров от 5 000 поставщиков.



РоссельхозБанк

[svoefarmerstvo.ru](http://svoefarmerstvo.ru)  
[rshb.ru](http://rshb.ru)

Данная информация является рекламой и не является офертой. Информация действительна на 29.07.2021.  
АО «Россельхозбанк». Генеральная лицензия Банка России №3349 (бессрочная) от 12.08.2015.



Международный  
сельскохозяйственный журнал  
Издаётся с 1957 года

ДВУХМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ О ДОСТИЖЕНИЯХ  
МИРОВОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

BIMONTHLY SCIENTIFIC-PRODUCTION JOURNAL ON ADVANCES  
OF WORLD SCIENCE AND PRACTICES IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX



Журналу присвоены  
международные стандартные  
серийные номера ISSN:  
2587-6740 (print),  
2588-0209 (on-line, eng)



«Международный сельско-  
хозяйственный журнал» включен  
в перечень ВАК рецензируемых  
научных изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные  
научные результаты диссертаций  
на соискание ученых степеней  
кандидата и доктора наук (ВАК-2022)



Публикации в журнале  
направляются в базу данных  
Международной информационной  
системы по сельскохозяйственной  
науке и технологиям AGRIS ФАО ООН

Журнал включен в список лучших  
российских журналов, цитируемых  
на совместной платформе Web of  
Science и e-Library.ru (RSCI)



Публикации размещаются  
в системе Российского индекса  
научного цитирования (РИНЦ)  
Журнал входит в ядро РИНЦ



Подписку на журнал можно  
оформить в Электронном каталоге  
«Пресса России» по ссылке  
[https://www.pressa-rf.ru/cat/1/  
edition/i94062/](https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/i94062/).  
Подписной индекс — 94062.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
А.А. Фомин

Научно-методическое обеспечение раздела  
«Земельные отношения и землеустройство»  
ФГБОУ ВО ГУЗ

Заместитель главного редактора Т. Казённова  
Редактор выпуска Г. Якушкина  
Ответственный секретарь И. Мамонтова  
Дизайн и верстка И. Котова  
Реклама М. Фомина  
Издательство: Е. Михайлина,  
Е. Цинцадзе, С. Комелягина  
e-science@list.ru

Учредитель и издатель: ООО «Электронная наука»

Свидетельство о регистрации средства массовой  
информации ПИ № ФС77-49235 от 04.04.2012 г.

Свидетельство Московской регистрационной  
Палаты № 002.043.018 от 04.05.2001 г.

Редакция: 105064, Москва, ул. Казакова, 10/2  
тел.: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;  
www.mshj.ru

Адрес для почтовой корреспонденции:  
105064, Москва, а/я 62

Дата выхода в свет 01.08.2022 г. Тираж 6500  
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR  
A.A. Fomin

Scientific and methodological support section  
«Land relations and land management»  
State University of Land Management

Deputy editor T. Kazennova  
Editor G. Yakushkina  
Executive secretary I. Mamontova  
Design and layout I. Kotova  
Advertising M. Fomina  
Publishing: E. Mikhaylina,  
E. Tsintsadze, S. Komeliagina  
e-science@list.ru

Founder and publisher: ООО «E-science»

Certificate of registration media  
PI № FS77-49235 of 04.04.2012

Certificate of Moscow registration Chamber  
№ 002.043.018 of 04.05.2001

Editorial office: 105064, Moscow, Kazakova str., 10/2  
tel: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;  
www.mshj.ru

Address for postal correspondence:  
105064, Moscow, box 62

Date of issue 01.08.2022. Edition 6500  
The price is negotiable

© International agricultural journal

Награды  
«Международного  
сельскохозяйственного  
журнала»:

Неоднократно вручались  
медали и дипломы  
Российской агропромышленной  
выставки «Золотая осень»



За вклад в развитие  
аграрной науки вручена  
общероссийская награда  
«За изобилие  
и процветание России»



Лауреат национальной  
премии имени П.А. Столыпина  
«Аграрная элита России»



Земельные отношения и землеустройство

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

- ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, зав. кафедрой Государственного университета по землеустройству, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.  
*VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, head of the department of State university of land use planning, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow*
- Вершинин В.В.**, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Гордеев А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Долгушкин Н.К.**, глав. уч. секретарь Президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Dolgushkin Nikolai, chapters. academic Secretary of the Presidium of Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Белобров В.П.**, д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.  
*Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow*
- Бунин М.С.**, директор ЦНСХБ, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.  
*Bunin Mikhail, Director CNSHB, Dr. Econ. Sciences, Professor, honoured. science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow*
- Завалин А.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Россия, Москва.  
*Zavalin Alexey, Acad. RAS, Dr. of agricultural Science, Professor. Russia, Moscow*
- Замотаев И.В.**, д-р геогр. наук, проф., Институт географии РАН. Россия, Москва.  
*Zamotaev Igor, Dr. Georg. Sciences, Professor, Institute of geography RAS. Russia, Moscow*
- Иванов А.И.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт». Россия, Санкт-Петербург.  
*Ivanov Alexey, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences, Professor. Russia, Saint-Petersburg*
- Коробейников М.А.**, вице-през. Международного союза экономистов, чл.-кор. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Korobeynikov Mikhail, Vice-PR. International Union of economists, member.-cor. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Никитин С.Н.**, зам. директора ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», д-р с.-х. наук, проф. Россия, Ульяновск.  
*Nikitin Sergey, Dr. of agricultural science, Professor. Russia, Ulyanovsk*
- Романенко Г.А.**, член президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Romanenko Gennady, member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Петриков А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Ушачев И.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.  
*Ushachev Ivan, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow*
- Савин И.Ю.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, зам. директора по науч. работе Почвенного института им. В.Докучаева РАН. Россия, Москва.  
*Savin Igor, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences. Russia, Moscow*
- Папаскири Т.В.**, д-р экон. наук, проф. Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.  
*Papaskiri Timur, Dr. Econ. Sciences, professor of State university of land use planning. Russia, Moscow*
- Серова Е.В.**, д-р экон. наук, проф., директор по аграрной политике НИУ ВШЭ. Россия, Москва.  
*Serova Eugenia, Dr. Econ. Sciences, prof., Director of agricultural policy NRU HSE. Russia, Moscow*
- Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.  
*Uzun Vasily, Dr. Econ. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow*
- Шагайда Н.И.**, д-р экон. наук, проф., директор Центра агропродовольственной политики Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Россия, Москва.  
*Shagaida Nataliya, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of the Center of agricultural and food policy Russian academy of national economy and public administration. Russia, Moscow*
- Широкова В.А.**, д-р геогр. наук, зав. отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН, проф. кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.  
*Shirokova Vera, Dr. Georg. Sciences, Professor of Department of soil science, ecology and environmental Sciences State university of land use planning. Russia, Moscow*
- Хлыстун В.Н.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Khlystun Viktor, member of the Academy. RAS, Dr. of Econ. PhD, Professor. Russia, Moscow*
- Закшевский В.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.  
*Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh*
- Чекмарев П.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, Полномочный представитель Чувашской Республики при Президенте Российской Федерации.  
*Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Plenipotentiary representative of the Chuvash Republic to the President of the Russian Federation*
- Цыпкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.  
*Tsyppkin Yuri, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow*
- Саблук П.Т.**, директор Института аграрной экономики УАН, академик УАН, д-р экон. наук, проф. Украина, Киев.  
*Sabluk Petro, Director of the Institute of agricultural Economics UAN, UAN academician, Dr. Econ. Sciences, Professor. Ukraine, Kiev*
- Гусаков В.Г.**, вице-президент БАН, академик БАН, д-р экон. наук, проф. Белоруссия, Минск.  
*Gusakov Vladimir, Vice-President of the BAN, Acad. The BAN, Dr. Ekon. Sciences, Professor. Belarus, Minsk*
- Пармакли Д.М.**, проф., д-р экон. наук. Республика Молдова, Кишинев.  
*Permalii Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau*
- Ревишвили Т.О.**, академик АСХН Грузии, д-р техн. наук, директор Института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского аграрного университета г. Озургети, Грузия.  
*Revishvili Temur, Acad. of the Academy of agricultural sciences of Georgia, Dr. Techn. Sciences, director of the Institute of tea, subtropical crops and tea industry of Agricultural university of c. Ozurgeti, Georgia*
- Мамедов Г.М.**, д-р филос. по аграр. наукам, зам. директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана. Азербайджанская Республика, Баку.  
*Mamedov Goshgar, Dr. of philos. in agricultural sciences, Deputy Director for science of Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. Republic of Azerbaijan, Baku*
- Перемислов И.Б.**, доктор делового администрирования, профессор делового администрирования в Университете Аргоси. США, Феникс.  
*Peremislov Igor, DBA – Doctor of Business Administration, Professor of Business Administration in Argosy University. USA, Phoenix*
- Сегре Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.  
*Segre Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna*
- Чабо Чаки**, проф., заведующий кафедрой и декан экономического факультета Университета Корвинуса. Венгрия, Будапешт.  
*Cabo Chuckie, Professor, head of Department and Dean of the faculty of Economics of Corvinus. Hungary, Budapest*
- Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.  
*Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich*

## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS



### ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК STATE REGULATION AND REGIONAL DEVELOPMENT APK

**Святова О.В., Сергеева Н.М., Калиничева Е.Ю., Власова О.В.** Последовательность господдержки российских производителей в регионах после объявления продовольственного эмбарго  
**Svyatova O.V., Sergeeva N.M., Kalinicheva E.Yu., Vlasova O.V.** The sequence of state support for Russian producers in the regions after the announcement of the food embargo **333**

**Шелковников С.А., Чепелева К.В.** Формирование спроса на экспортно-ориентированную продукцию АПК Сибири  
**Shelkovnikov S.A., Cherepeleva K.V.** Formation of demand for export-oriented products of the Siberian agro-industrial complex **338**



### НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ SCIENTIFIC SUPPORT AND MANAGEMENT OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

**Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Павлючик Е.Н.** Питательная ценность и продуктивность пастбищных травостоев на мелиорированных землях Верхневолжья  
**Kapsamun A.D., Ivanova N.N., Pavlyuchik E.N.** Nutritional value and productivity of pasture grass stands on reclaimed lands of the Upper Volga region **344**

**Дедова Э.Б., Маштыков К.В., Кониева Г.Н., Гольдварг Б.А.** Фитомелиоративные приемы реставрации деградированных пастбищных угодий Северо-Западного Прикаспия  
**Dedova E.B., Mashtykov K.V., Konieva G.N., Goldvarg B.A.** Phytomeliorative methods of degraded pasture lands restoration of the North-Western Caspian region **348**

**Магомедов Н.Р., Абдуллаев А.А., Абдуллаев Ж.Н., Бабаев Т.Г.** Влияние биостимулятора роста на продуктивность сортов озимой твердой пшеницы в условиях орошения Дагестана  
**Magomedov N.R., Abdullaev A.A., Abdullaev J.N., Babaev T.G.** The influence of the biostimulant of growth on the productivity of winter durum wheat varieties in the irrigation conditions of Dagestan **351**

**Митрохина О.А., Караулова Л.Н.** Анализ содержания микроэлементов в различных типах почв и их взаимосвязи с урожайностью сельскохозяйственных культур на территории Центрально-Черноземного региона  
**Mitrokhina O.A., Karaulova L.N.** Analysis of the content of microelements in different soil types and their relationship with crop yields on the territory of Central Chernozem region **355**

**Прахова Т.Я.** Влияние стимуляторов роста на урожайные свойства масличных культур в условиях Среднего Поволжья  
**Prakhova T.Ya.** Influence of growth stimulants on yield properties of oil crops under the conditions of the Middle Volga region **358**

**Сухановский Ю.П., Прущик А.В., Вытовтов В.А., Титов А.Г.** Применение метода дождевания для исследования выноса из почвы биогенных веществ и тяжелых металлов  
**Sukhanovskii Yu.P., Prushchik A.V., Vytovtov V.A., Titov A.G.** Application of rainfall simulation method to study solute losses from the soil **363**

**Дружинин В.Г., Прахова Т.Я.** Фотосинтетическая деятельность сафлора красильного в зависимости от применения микроудобрений  
**Druzhinin V.G., Prakhova T.Ya.** Photosynthetic activity of safflower tinctorial depending on the use of microfertilizers **367**

**Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Протопопова А.В.** Эффективность приемов защиты растений от вредных организмов в условиях Центральной Якутии  
**Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S., Protopopova A.V.** Efficiency of methods of plant protection against harmful organisms in the conditions of Central Yakutia **371**

**Епифанова И.В.** Влияние покровных культур на формирование агроценоза люцерны изменчивой Дарья в условиях лесостепи Среднего Поволжья  
**Erifanova I.V.** The influence of cover crops on the formation of the agrocenosis of alfalfa changeable Daria in the conditions of the Middle Volga region **375**

**Бражников В.Н.** Продуктивность и качество сортообразцов льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) в зависимости от гидротермического режима  
**Brazhnikov V.N.** Productivity and quality of varieties of oil flax (*Linum usitatissimum* L.) depending on the hydrothermal mode **380**

**Герасимова А.С., Дмитриева В.И., Прищеп Е.А., Леутина Д.В.** Селекционно-генетическая ситуация в популяции бурого швицкого скота Смоленской области  
**Gerasimova A.S., Dmitrieva V.I., Prishchep E.A., Leutina D.V.** Selection and genetics situation in the population of brown swiss breed of the Smolensk region **386**

**Дубовик Д.В., Дубовик Е.В., Морозов А.Н., Ильин Б.С.** Содержание макроэлементов в растительных остатках под посевами сои в зависимости от способа основной обработки почвы  
**Dubovik D.V., Dubovik E.V., Morozov A.N., Ilyin B.S.** The content of macronutrients in plant residues under soybeans depending on primary tillage methods **391**

**Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В.** Влияние средств защиты на фотосинтетическую деятельность и урожайность растений конопля посевной в условиях Среднего Поволжья  
**Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V.** Influence of means of protection on photosynthetic activity and yield of hemp plants in the conditions of the Middle Volga region **396**

**Скамарохова А.С., Власов А.В., Юрин Д.А., Хорин Б.В., Григулецкий В.Г.** Эффективность применения нового ростового вещества (GVG) при проращивании озимой пшеницы, овса и маша  
**Skamarochova A.S., Vlasov A.V., Yurin D.A., Khorin B.V., Griguletsky V.G.** The effectiveness of the use of a new growth agent (GVG) when germinating winter wheat, oats and masha **402**



### АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

**Бардаханова Т.Б., Мункуева В.Д., Еремко З.С.** Развитие сельского хозяйства и его воздействие на природную среду на российских трансграничных территориях Северной Азии  
**Bardakhanova T.B., Munkueva V.D., Eremko Z.S.** Agriculture development and its impact on the environment of the border territories of North Asia within Russia **406**

**Коростелев В.Г., Уколова Н.В., Монахов С.В.** Развитие системы трансфера технологий в современном сельском хозяйстве России  
**Korostelev V.G., Ukolova N.V., Monakhov S.V.** Development of technology transfer system in modern agriculture of Russia **412**

**Петриков А.В., Гатаулина Е.А.** Стимулирующая и компенсирующая субсидии на производство зерновых в сельскохозяйственных организациях Чувашской Республики, Новосибирской и Волгоградской областях  
**Petrikov A.V., Gataulina E.A.** Stimulating and compensating subsidies for the production of grain in agricultural organizations of the Republic of Chuvashia, Novosibirsk and Volgograd regions **416**



### ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

**Фомин А.А., Мамонтова И.Ю.** Состояние земельных и водных ресурсов планеты и методы устойчивого ведения сельского хозяйства  
**Fomin A.A., Mamontova I.Yu.** The state of the land and water resources and methods of sustainable agriculture **420**

**Митрофанов Ю.И.** Особенности земледелия на осушаемых почвах  
**Mitrofanov Yu.I.** Features of agriculture on drained soils **423**

**Шадских В.А., Кижяева В.Е., Бельтиков Б.Н.** Концептуальное обоснование рационального использования орошаемых земель Заволжья в условиях импортозамещения  
**Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Beltikov B.N.** Conceptual justification of the rational use of irrigated land of the Volga region in conditions of import substitution **429**



### МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURE

**Мухаметзянов Р.Р., Жежев А.М., Платоновский Н.Г., Бритик Э.В., Васильева Е.Н.** Чистая валютная выручка стран мира от внешней торговли бананами  
**Mukhametzyanov R.R., Khezhev A.M., Platonovskiy N.G., Britik E.V., Vasileva E.N.** Net foreign exchange revenue of countries from foreign trade in bananas **435**



Научная статья

УДК 332.1:338.46

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_333

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ГОСПОДДЕРЖКИ РОССИЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В РЕГИОНАХ ПОСЛЕ ОБЪЯВЛЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЭМБАРГО

О.В. Святова<sup>1</sup>, Н.М. Сергеева<sup>2</sup>, Е.Ю. Калиничева<sup>3</sup>, О.В. Власова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Курский государственный университет, Курск, Россия

<sup>2</sup>Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

<sup>3</sup>Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности и последовательность государственной поддержки российских производителей в регионах страны в условиях продовольственного эмбарго. Государственная поддержка является важным элементом развития сельского хозяйства, однако сегодня, как и прежде, она носит статус лишь дополнительного источника финансирования и является непропорциональной. Существующий сегодня в стране подход к осуществлению господдержки сельского хозяйства в основном учитывает интересы бизнеса, однако стратегические социально-экономические интересы всей страны учитываются весьма опосредованно, несмотря на то что обеспечение высокого уровня самообеспечения в части продовольствия входит в число наиболее приоритетных задач. Механизм распределения средств господдержки между регионами страны носит несистемный характер, в результате чего весомая часть средств поступает в регионы, где сельское хозяйство фактически развито слабо, а внутренний потенциал является невысоким. Вместе с тем регионы-агролидеры, в условиях кризиса и продовольственного эмбарго, испытывают серьезный финансовый дефицит, но при этом продолжают обеспечивать страну необходимыми сырьем и продукцией. В исследовании был проведен сравнительный анализ изменения объемов государственной поддержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в период 2015-2020 гг. в разрезе регионов России на основе их кластеризации по объемам производства сельскохозяйственной продукции в 2020 г., что предопределяет их вклад в продовольственное обеспечение страны. Также в разрезе наиболее крупных по объему агропроизводства регионов страны проведен анализ динамики объемов государственной поддержки по годам, что дает возможность выявить общие тенденции в политике поддержки крупнейших агропроизводителей страны. В ходе работы было установлено, что сегодня наибольший объем финансовой поддержки получают регионы с объемами производства агропродукции 10-100 млрд руб., в то время как в группах регионов-агролидеров отмечен существенный спад. Это свидетельствует о том, что текущая политика господдержки развития сельского хозяйства в регионах ориентирована на регионы со средним и низким уровнем развития АПК, при этом крупнейшие агропроизводители страны испытывают дефицит в условиях кризисных явлений.

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, государственная политика, продовольственное эмбарго, объем государственной поддержки, продовольственная безопасность

Original article

## THE SEQUENCE OF STATE SUPPORT FOR RUSSIAN PRODUCERS IN THE REGIONS AFTER THE ANNOUNCEMENT OF THE FOOD EMBARGO

O.V. Svyatova<sup>1</sup>, N.M. Sergeeva<sup>2</sup>, E.Yu. Kalinicheva<sup>3</sup>, O.V. Vlasova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kursk State University, Kursk, Russia

<sup>2</sup>Kursk State Medical University, Kursk, Russia

<sup>3</sup>Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

**Abstract.** The article discusses the features and sequence of state support for Russian producers in the regions of the country under the food embargo. State support is an important element in the development of agriculture, but today, as before, it has the status of only an additional source of financing and is disproportionate. The current approach to the implementation of state support for agriculture in the country mainly takes into account the interests of business, however, the strategic socio-economic interests of the entire country are taken into account very indirectly, despite the fact that ensuring a high level of self-sufficiency in terms of food is among the highest priority tasks. The mechanism for distributing state support funds between the regions of the country is non-systemic, as a result of which a significant part of the funds goes to regions where agriculture is actually poorly developed and internal potential is low. At the same time, agro-leading regions, in the context of the crisis and the food embargo, are experiencing a serious financial deficit, but at the same time continue to provide the country with the necessary raw materials and products. The study carried out a comparative analysis of changes in the volume of state support aimed at the implementation of programs and measures for the development of agriculture in the period 2015-2020 in the context of Russian regions based on their clustering in terms of agricultural production in 2020, which predetermines their contribution to the country's food supply. Also, in the context of the largest regions of the country in terms of agricultural production, an analysis was made of the dynamics of the volume of state support by years, which makes it possible to identify general trends in the policy of supporting the country's largest agricultural producers. In the course of the work, it was found that today the regions with agricultural production volumes of 10-100 billion rubles receive the largest amount of financial support, while a significant decline was noted in the groups of agro-leading regions. This indicates that the current policy of state support for the development of agriculture in the regions is focused on regions with an average and low level of development of the agro-industrial complex, while the country's largest agricultural producers are experiencing a shortage in the context of crisis phenomena.

**Keywords:** agro-industrial complex, state policy, food embargo, amount of state support, food security



**Введение.** Изменение политики в области обеспечения продовольственной безопасности России в условиях неблагоприятной внешне-политической среды способствовало изменению и аспектов стратегического планирования в сельском хозяйстве [1]. Государственная поддержка является важным элементом развития сельского хозяйства, однако сегодня, как и прежде, она носит статус лишь дополнительного источника финансирования, является дозированной и непропорциональной [2]. В результате такая несистемность оказывает негативное влияние на устойчивое развитие АПК страны в целом. Это связано с тем фактом, что существующий сегодня в стране подход к осуществлению господдержки сельского хозяйства в основном учитывает интересы бизнеса, поскольку дает возможность повысить рентабельность и сделать более доступным кредитный капитал [3]. Однако стратегические социально-экономические интересы всей страны учитываются весьма опосредованно, несмотря на то что обеспечение высокого уровня самообеспечения в части продовольствия входит в число наиболее приоритетных задач, от достижения которой зависит автономность страны на международной арене и в условиях санкционного давления, которое сохраняется и только усиливается [4].

Проводимая внутри страны политика государственной поддержки развития сельского хозяйства в регионах, по мнению ряда авторов [5, 6], является непропорциональной и в условиях сохраняющегося экономического кризиса — необоснованной. Природно-географические особенности страны определяют специализацию ее регионов, при этом к числу крупнейших регионов-агропроизводителей относятся преимущественно субъекты Южного федерального округа и Черноземья, которые делают большой вклад в продовольственное обеспечение страны. С позиции логики целесообразно осуществлять постоянную и достаточную финансовую поддержку именно тех регионов, в которых АПК является основным сектором экономики. Однако реальное положение дел свидетельствует о том, что механизм распределения средств господдержки между регионами страны является непрозрачным и носит несистемный характер [7, 8]. В результате весомая часть средств господдержки поступает в регионы, где сельское хозяйство фактически развито слабо, а внутренний потенциал является невысоким. Вместе с тем регионы-агролидеры, в условиях кризиса и продовольственного эмбарго, испытывают серьезный финансовый дефицит, но при этом продолжают обеспечивать страну необходимыми сырьем и продукцией [9].

В сложившихся обстоятельствах, связанных с ухудшением внешнеполитической обстановки и вводом продовольственного эмбарго, а также последующим нарастанием кризисных явлений в экономике, вследствие начала пандемии коронавируса, ставшей причиной сокращения финансирования по многим направлениям из-за необходимости поиска экономических резервов, более актуальной стала задача изменения подходов к рациональному распределению средств государственной поддержки и получению конкретной отдачи от их использования [10].

**Методика исследования.** В исследовании проводится оценка изменения объемов государственной поддержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства в период 2015-2020 гг.

Выбор 2015 г. в качестве базисного периода для исследования обусловлен началом в 2014 г. санкционного противостояния и последующим вводом в России продовольственного эмбарго, что актуализировало задачу по развитию агропроизводства в стране и повышению уровня ее продовольственного самообеспечения. В рамках исследования дается оценка динамики общего объема государственной поддержки развития сельского хозяйства всего и в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий в период 2015-2020 гг., что позволяет оценить общие тенденции изменения объемов поддержки АПК в абсолютном и относительном выражении.

На следующем этапе исследования в разрезе субъектов РФ был проведен расчет темпов прироста объемов господдержки развития сельского хозяйства за период 2015-2020 гг. и, на основе полученных результатов, проведена группировка субъектов страны по темпам прироста (снижения) за исследуемый период. В результате сформировано 7 кластеров регионов, среди которых 4 характеризуются положительной динамикой, а 3 — отрицательной.

На третьем этапе исследования проведено сопоставление объемов агропроизводства (в стоимостном выражении) и объемов государственной поддержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в разрезе регионов страны в 2015 и 2020 гг. При этом все субъекты РФ были кластеризованы по объему производства сельскохозяйственной продукции в 2020 г. В результате с позиции логики было сформировано 6 кластеров регионов, в которых объем производства: более 200 млрд руб., в пределах 150-200 млрд руб., 100-150 млрд руб., 50-100 млрд руб., 10-50 млрд руб. и менее 10 млрд руб. соответственно. При этом к числу крупных агрорегионов для целей исследования приняты те, где в 2020 г. объем сельскохозяйственного производства превысил 100 млрд руб. Для сформированных групп регионов был рассчитан общий объем агропроизводства и общий объем государственной поддержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в 2015 и 2020 гг. Также дана

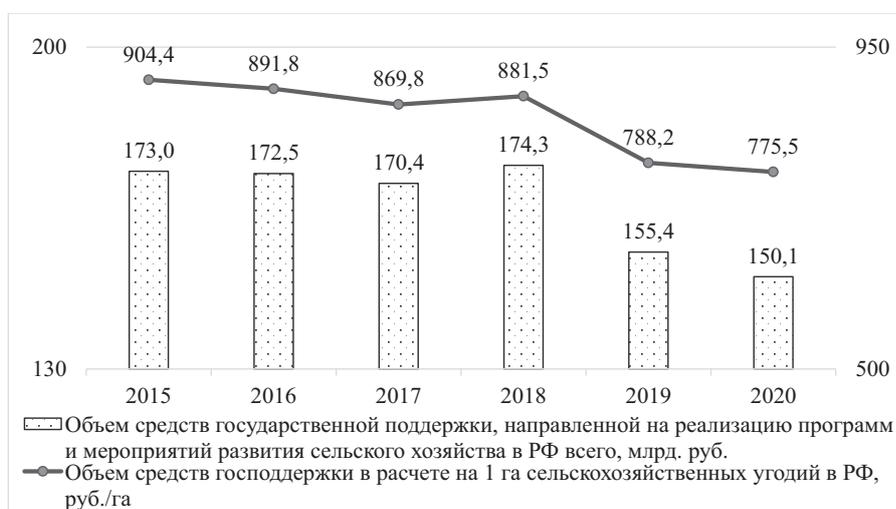
оценка объема государственной поддержки в расчете на 1000 руб. произведенной агропродукции в разрезе сформированных групп. Сопоставление данных в динамике, а также анализ распределения господдержки в разрезе групп регионов по масштабу агропроизводства позволяют сделать выводы о характере и последовательности проводимой государственной политики.

На заключительном этапе исследования в разрезе наиболее крупных по объему агропроизводства регионов страны (более 100 млрд руб. в 2020 г.) проведен анализ динамики объемов государственной поддержки в период 2015-2020 гг. по годам, что дает возможность выявить общие тенденции в политике поддержки крупнейших агропроизводителей страны.

**Результаты исследования.** Общий объем средств государственной поддержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства в России, с начала продовольственного эмбарго наметил устойчивую тенденцию к снижению, особенно в последние 2 года, что обусловлено ухудшением экономической ситуации в стране. Если в 2015 г. на поддержку сельского хозяйства было выделено 173 млрд руб., то в 2016-2018 гг. этот показатель то снижался, то увеличивался, но при этом не претерпевал существенных изменений, находясь примерно на одном и том же уровне. В 2019-2020 гг., на фоне начала пандемии и усугубления кризисных явлений в экономике, отмечается снижение объема господдержки до 150,1 млрд руб., что ниже уровня базисного периода на 13%.

В расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий объем господдержки также сохраняет динамику к снижению. Если в 2015 г. этот показатель был равен 904 руб./га, то к 2017 г. он снизился до 870 руб./га, а за последние 2 года произошел резкий спад до 788 и 776 руб./га соответственно, что ниже уровня базисного периода на 14% (рис. 1).

Группировка регионов России по темпам и характеру изменения объемов господдержки в 2020 г. относительно уровня базисного периода показала, что высокой динамикой роста



Источник: ЕМИСС. Государственная статистика [11].

Рисунок 1. Динамика общего объема средств государственной поддержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в РФ всего в 2015-2020 гг., млн руб.

Figure 1. Dynamics of the total amount of state support funds aimed at the implementation of programs and measures for the development of agriculture in the Russian Federation in 2015-2020 in total, million rubles



(более 100%) характеризуются лишь только 6 из 85 субъектов страны, в то время как еще 6 отмечаются приростом на уровне 50-100%. Еще в 9 субъектах страны динамика роста за исследуемый период составила 20-50%, а в других 9 — в пределах 20%. В целом можно говорить о том, что в 2020 г., в сравнении с уровнем 2015 г., лишь только в 30 субъектах сохранилась положительная динамика, в то время как в оставшихся 55 произошло снижение. Среди регионов страны с отрицательной динамикой наибольшее число (25 субъектов) характеризуется снижением в пределах 20-50%, еще в 19 произошел спад не более чем на 20%, а самым динамичным снижением характеризуются оставшиеся 11 субъектов страны (рис. 2).

В разрезе сформированных по объему агропроизводства групп регионов в сопоставляемых периодах сохраняется динамика к росту общего объема производства сельскохозяйственной продукции. В результате наибольший прирост отмечен в группе регионов с объемом агропроизводства 150-200 млрд руб., где суммарное значение выросло на 42,1% до 1,59 трлн руб., что выше уровня лидирующей группы регионов с объемом агропроизводства более 200 млрд руб. Более чем на треть за 6 лет вырос объемов производства агропродукции в группах регионов, где показатель находится в пределах 100-150, 50-100 и более 200 млрд руб.

В кластере регионов, где объем агропроизводства варьирует в пределах 10-50 млрд руб., прирост за 6 лет составил 28%, а самый низкий темп прироста (3,8%) отмечен в регионах с наименьшим значением показателя — менее 10 млрд руб. (табл. 1).

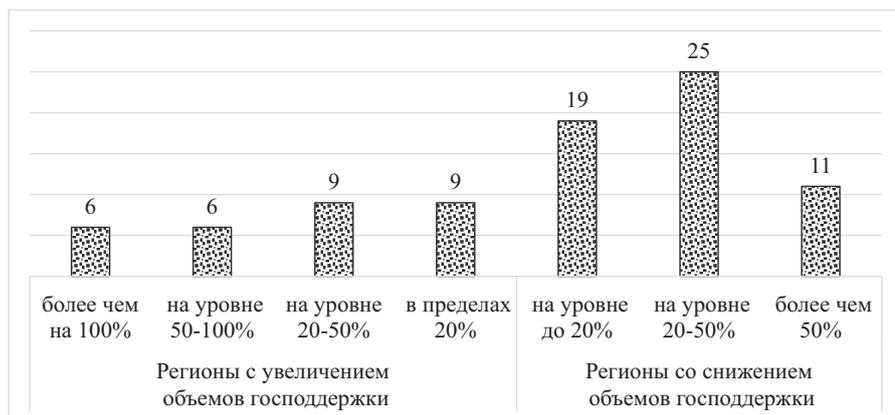
Говоря об объемах господдержки сформированных кластеров, стоит отметить, что в 4 из 6 групп к 2020 г. наметилось снижение показателя, при этом сохранить динамику к росту, в сравнении с уровнем 2015 г., удалось лишь 2 кластерам — регионам с объемом агропроизводства 50-100 млрд руб. и менее 10 млрд руб., где прирост составил 17,1 и 14,4% соответственно. В свою очередь, самый существенный спад отмечается в группе регионов с наибольшим объемом агропроизводства: суммарный объем господдержки сократился на 37% — с 38,1 до 24 млрд руб. Также более чем на четверть снизился объем господдержки регионов, в которых объем агропроизводства находится в пределах 150-200 млрд руб., где показатель составил в 2020 г. 23,2 млрд руб. В группе регионов с объемом агропроизводства в пределах 100-150 млрд руб. за 6 лет сокращение объемов господдержки составило более 20%, а в абсолютном выражении показатель снизился до 21 млрд руб.

В целом можно выявить общую тенденцию к снижению господдержки регионов, характе-

ризующихся наиболее высоким объемом агропроизводства. Если в 2015 г. на регионы-лидеры агросферы приходилось порядка 22% от общего объема выделяемых средств, то в 2020 г. произошло снижение удельного веса данного кластера до 16%. Одновременно с этим намечен устойчивый тренд к росту поддержки регионов, в которых объем агропроизводства в 2020 г. находился в пределах 50-100 млрд руб. (с 22 до 29,5%), в результате чего данный кластер сегодня является наиболее поддерживаемым со стороны государства. Также в 2020 г. более 22,5% от общего объема господдержки было направлено в группу регионов с объемом агропроизводства в пределах 10-50 млрд руб. Среди других групп регионов с наибольшим объемом агропроизводства (150-200 и 100-150 млрд руб.) также сохраняется тенденция к сокращению удельного веса господдержки, но менее высокими темпами, чем в кластере регионов-лидеров.

Оценивая эффективность осуществляемой господдержки в разрезе кластеров регионов, стоит отметить, что во всех группах, за исключением регионов с объемом агропроизводства менее 10 млрд руб., происходит снижение господдержки в расчете на 1000 руб. произведенной продукции, что свидетельствует о росте эффективности использования средств. При этом самую высокую эффективность можно отметить в группах регионов с объемом производства 150-200 и более 200 млрд руб., где в 2020 г. на 1000 руб. произведенной агропродукции приходилось лишь 14,6 и 15,2 руб. средств господдержки соответственно. В свою очередь, более 20 руб. господдержки на 1000 руб. произведенной продукции отмечено в кластере регионов с объемом агропроизводства 100-150 млрд руб., а более 30 руб. — в кластерах с объемом агропроизводства 50-100 и 10-50 млрд руб. (рис. 3).

Существенно дифференцирован и характеризуется низкой эффективностью объем господдержки регионов с объемом агропроизводства менее 10 млрд руб.: если в 2015 г. на 1000 руб. произведенной продукции приходилось 98 руб. средств господдержки, то в 2020 г. отмечается рост показателя до 108 руб. Это связано с существенным повышением объема средств, направляемых на поддержку развития сельского хозяйства, в данном кластере регионов при практически неизменном объеме агропроизводства с течением времени и свидетельствует о неэффективном использовании направляемых средств, поскольку результат получен не был.



Источник: ЕМИСС. Государственная статистика [11].

Рисунок 2. Распределение субъектов РФ по темпам и характеру изменения объемов государственной поддержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в 2020 г. относительно уровня 2015 г.

Figure 2. Distribution of subjects of the Russian Federation by the pace and nature of changes in the volume of state support aimed at implementing programs and measures for the development of agriculture in 2020 relative to the level of 2015

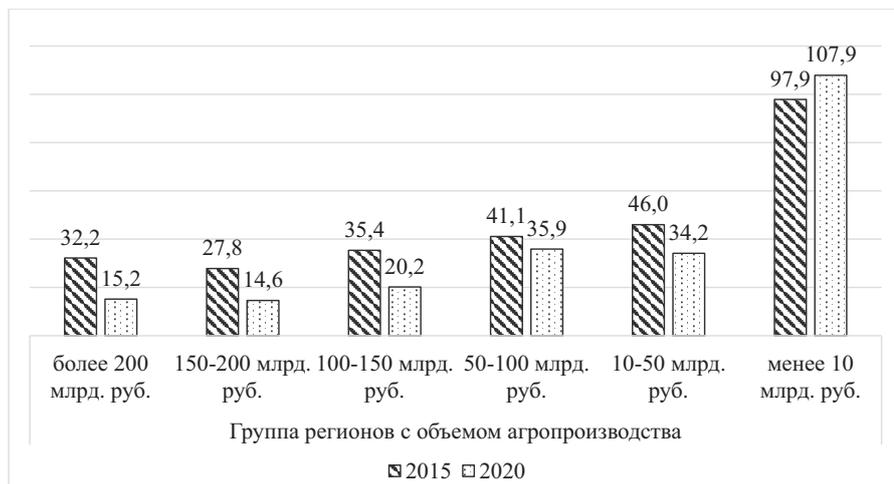
Таблица 1. Распределение регионов РФ по объему производства агропродукции в 2020 г. и сопоставление объемов господдержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в 2015 и 2020 гг. в разрезе сформированных групп

Table 1. Distribution of regions of the Russian Federation by volume of agricultural production in 2020 and comparison of the volume of state support aimed at the implementation of programs and measures for the development of agriculture in 2015 and 2020 in the context of formed groups

Регионы с объемом производства агропродукции	Общий объем агропроизводства группы, млрд руб.			Общий объем господдержки группы, млрд руб.			Доля группы в общем объеме господдержки в РФ, %		
	2015 г.	2020 г.	изменение, %	2015 г.	2020 г.	изменение, %	2015 г.	2020 г.	изменение, %
более 200 млрд руб.	1182,8	1579,3	33,5	38,1	24,0	-37,1	22,0	16,0	-6,0
150-200 млрд руб.	1118,7	1590,0	42,1	31,1	23,2	-25,5	18,0	15,4	-2,5
100-150 млрд руб.	766,9	1041,4	35,8	27,1	21,0	-22,5	15,7	14,0	-1,7
50-100 млрд руб.	919,9	1234,2	34,2	37,8	44,3	17,1	21,9	29,5	7,7
10-50 млрд руб.	771,7	988,1	28,0	35,5	33,7	-4,9	20,5	22,5	2,0
менее 10 млрд руб.	34,6	35,9	3,8	3,4	3,9	14,4	2,0	2,6	0,6

Источник: ЕМИСС. Государственная статистика [11].





Источник: ЕМИСС. Государственная статистика [11].

Рисунок 3. Изменение среднего размера господдержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в расчете на 1000 руб. произведенной агропродукции в 2015 и 2020 гг.

Figure 3. Change in the average amount of state support aimed at the implementation of programs and measures for the development of agriculture per 1000 rubles of agricultural production in 2015 and 2020

Таблица 2. Динамика объемов господдержки, направленной на реализацию программ и мероприятий развития сельского хозяйства, в 2015-2020 гг. в регионах с объемом производства агропродукции в 2020 г. более 100 млрд руб.

Table 2. Dynamics of the volume of state support aimed at the implementation of programs and measures for the development of agriculture in 2015-2020 in the regions with the volume of agricultural production in 2020 more than 100 billion rubles

Субъект РФ	Объем господдержки, млрд руб.						Изменение в 2020 г. к 2015 г., %
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
<b>Регионы с объемом агропроизводства в 2020 г. более 200 млрд руб.</b>							
Краснодарский край	5,1	5,3	3,8	3,7	4,2	4,2	-18,2
Ростовская область	4,2	3,9	3,0	4,1	2,2	2,0	-52,1
Белгородская область	7,9	8,6	5,2	7,0	4,6	3,5	-56,0
Республика Татарстан	13,6	11,7	11,0	10,0	8,4	8,3	-39,0
Воронежская область	7,3	8,0	7,2	9,4	7,4	6,0	-17,5
<b>Регионы с объемом агропроизводства в 2020 г. 150-200 млрд руб.</b>							
Курская область	4,7	5,4	6,5	4,9	4,4	3,2	-31,9
Республика Башкортостан	4,8	5,1	4,4	4,4	3,5	3,6	-23,9
Саратовская область	2,0	1,3	1,7	1,6	1,5	1,4	-32,6
Ставропольский край	4,8	4,3	5,7	4,3	3,9	3,9	-19,2
Волгоградская область	2,5	2,1	2,3	3,1	2,0	2,5	-0,4
Тамбовская область	4,5	4,0	3,8	2,9	2,3	2,2	-52,2
Липецкая область	3,2	4,1	3,3	4,9	3,1	2,3	-29,6
Алтайский край	3,4	2,6	2,3	2,6	2,1	2,7	-22,6
Республика Дагестан	1,2	1,4	1,0	1,0	1,7	1,6	28,7
<b>Регионы с объемом агропроизводства в 2020 г. 100-150 млрд руб.</b>							
Оренбургская область	3,8	2,4	1,6	2,3	2,6	1,8	-51,3
Пензенская область	2,3	2,7	2,0	2,3	1,9	1,7	-24,2
Самарская область	2,8	2,2	1,8	2,1	2,0	1,8	-36,1
Московская область	3,4	3,5	3,4	7,2	4,9	4,9	43,7
Челябинская область	3,2	3,7	3,0	2,8	2,0	1,7	-47,3
Новосибирская область	3,3	3,7	3,4	3,8	2,1	2,6	-21,1
Красноярский край	4,0	4,0	4,3	4,3	3,6	4,0	-0,6
Орловская область	2,3	2,1	1,8	1,7	1,7	1,2	-49,4
Омская область	2,1	2,1	2,2	1,9	1,3	1,4	-35,0

Источник: ЕМИСС. Государственная статистика [11].

Среди регионов, в которых объем агропроизводства в 2020 г. превысил 200 млрд руб., общей тенденцией является сокращение господдержки, причем в наибольшей степени в Белгородской и Ростовской областях, где темпы снижения за 6 лет превысили 50%. При этом в абсолютном выражении среди данной группы регионов, как в начале, так и в конце исследуемого периода, наибольший объем господдержки отмечается в Республике Татарстан — 8,3 млрд руб. в 2020 г. Второй по величине объемов господдержки является Воронежская область, в которой в 2020 г. объем средств составил 6 млрд руб., в то время как в оставшихся регионах данной группы показатель находится на уровне менее 5 млрд руб.

В группе регионов с объемом агропроизводства пределах 150-200 млрд руб. также отмечается снижение объемов господдержки за исследуемый период, при этом на уровне более чем 50% в Тамбовской области. В прочих регионах кластера снижение составило 19-33%, и лишь только в Волгоградской области спад за 6 лет является несущественным — 0,4%. При этом в абсолютном выражении объем господдержки внутри кластера в 2015 г. варьировал в пределах 1,2-4,8 млрд руб., а в 2020 г. — 1,6-3,9 млрд руб., что свидетельствует о снижении среднего объема финансирования развития сельского хозяйства. К концу исследуемого периода в группе регионов с объемом агропроизводства в пределах 150-200 млрд руб. лидерами по объему господдержки является Ставропольский край, Республика Башкортостан и Курская область, где показатель превышает 3 млрд руб. (табл. 2).

В 2020 г. в группе регионов с объемом агропроизводства в пределах 100-150 млрд руб., также как и в других кластерах, общей тенденцией является сокращение объемов господдержки, за исключением Московской области, где произошел прирост на уровне 44%, а показатель вырос с 3,4 до 4,9 млрд руб., что является наибольшим значением в группе. Среди прочих регионов наибольшее снижение (на уровне более 50%) отмечено в Оренбургской области, а незначительное в Красноярском крае. При этом в 2020 г. в большинстве регионов группы объем господдержки находился в пределах 1,2-2,6 млрд руб. и лишь только в 2 субъектах показатель превысил 4 млрд руб.

Оценивая динамику объемов господдержки развития сельского хозяйства в разрезе всех групп регионов, где объем агропроизводства превышает 100 млрд руб. по состоянию на 2020 г., можно отметить, что во многих субъектах период 2015-2017 гг. характеризуется динамичным спадом, а в 2018 г. произошло резкое увеличение объемов господдержки. Однако в последние 2 года, на фоне кризиса в рамках пандемии, вновь наметился спад, причем достаточно высокими темпами. Это свидетельствует о том, что общеэкономическая ситуация является одним из факторов прямого воздействия на объемы и динамику проводимых в стране мероприятий по господдержке развития отраслей.

**Выводы и рекомендации.** Ввод санкций в отношении России и последующее вынужденное продовольственное эмбарго стали вызовами для отечественной экономики и в первую очередь для отрасли сельского хозяйства. Это связано с тем фактом, что перед АПК была поставлена задача в кратчайшие сроки обеспечить



импортозамещение по всем ключевым направлениям и повысить уровень продовольственно-го самообеспечения страны до максимальных значений. Несмотря на то, что за прошедшие годы удалось добиться определенных результатов в данном направлении, многие задачи импортозамещения достигнуты не были. К числу основных факторов сложившейся ситуации относится существующая в России неэффективная политика развития АПК в целом и механизмов его господдержки, поскольку имеющиеся ограниченные средства не были использованы рационально. За последние 6 лет в стране произошло вынужденное сокращение общего объема господдержки АПК, особенно за последние 2 года, в результате чего сегодня на 1 га сельскохозяйственных угодий приходится 776 руб. средств господдержки, что на 14% ниже уровня базисного периода.

В разрезе регионов страны отмечается аналогичная ситуация: из 85 субъектов страны в 2020 г. объем господдержки (в текущих ценах) был выше уровня 2015 г. только в 30 из них, в то время как в оставшихся произошло сокращение, причем в 25 субъектах — на уровне 20-50%, что является существенным снижением. В результате сопоставления результатов агропроизводства в регионах страны и объема осуществляемой господдержки в разрезе сформированных групп было выявлено, что сегодня наибольший объем финансовой поддержки получают регионы с объемами производства агропродукции 10-100 млрд руб., в то время как в группах регионов-агролидеров (более 100 млрд руб.) отмечен существенный спад. Это свидетельствует о том, что текущая политика господдержки развития сельского хозяйства в регионах ориентирована на регионы со средним и низким уровнем развития АПК, при этом крупнейшие агропроизводители страны испытывают дефицит в условиях кризисных явлений. Кроме того, такой подход формирует низкий уровень эффективности осуществляемой поддержки, поскольку удельный вес средств господдержки в каждой тысяче рублей произведенной продукции в 2-3 раза выше, чем в регионах с высокими объемами производства сельскохозяйственной продукции.

В результате можно говорить о том, что текущая политика поддержки производителей сельскохозяйственной продукции является непоследовательной, поскольку существующая внешнеполитическая конъюнктура ставит

приоритетной задачу по обеспечению высокой продовольственной безопасности страны и развитию экспортной ориентации. Поскольку ключевую роль в реализации данных задач играют регионы-агролидеры, их господдержка должна быть приоритетной и постоянной, а распределение средств по прочим регионам, вносящим меньший вклад, должно осуществляться по остаточному принципу.

#### Список источников

1. Alizhonova, B.I.K., Korneiko, O.V. (2017). Features of trade policy instruments' application for ensuring food security in Russia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, no. 12 (72), pp. 246-248.
2. Golovin A., Derkach N., Zyukin D. Development of food exports to ensure economic security // *Экономический часопис-XXI*. 2020. № 186 (11-12). С. 75-85.
3. Холодова М.А. Об особенностях трансформации государственной поддержки сельского хозяйства России // *Экономика и экология территориальных образований*. 2020. Т. 4. № 1. С. 14-24.
4. Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А. Оценка динамики развития сельскохозяйственного производства в регионах России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 6 (384). С. 84-88.
5. Анохина А.А., Чистякова М.К. Финансовая поддержка российских сельхозтоваропроизводителей в условиях неопределенности // *Вестник аграрной науки*. 2018. № 6 (75). С. 77-82.
6. Nefedova, T., Treivish, A. (2020). Russia's early developed regions within shrinking social and economic space. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 641-655.
7. Соловьева Т.Н., Зюкин Д.А. Бедность населения как препятствие развития агропродовольственного производства в России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 3 (381). С. 19-22.
8. Mikheeva, N. (2020). Qualitative Aspect of the Regional Growth in Russia: Inclusive Development Index. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 611-626.
9. Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А. Тенденции развития сельскохозяйственного производства в регионах-лидерах АПК России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 5 (383). С. 22-26.
10. Маханько Г.В. Проблемы АПК Российской Федерации в условиях экономических санкций и пути их решения // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2017. № 132. С. 798-817.
11. ЕМИСС. Государственная статистика. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 01.06.2022).

#### References

1. Alizhonova, B.I.K., Korneiko, O.V. (2017). Features of trade policy instruments' application for ensuring food security in Russia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, no. 12 (72), pp. 246-248.
2. Golovin A., Derkach N., Zyukin D. Development of food exports to ensure economic security. *Ekonomichnyi chasopis-XXI*, no. 186 (11-12), pp. 75-85.
3. Kholodova, M.A. (2020). Ob osobennostyakh transformatsii gosudarstvennoy podderzhki sel'skogo khozyaystva Rossii [On the features of the transformation of state support for agriculture in Russia]. *Ehkonomika i ehkologiya territorialnykh obrazovaniy* [Economy and ecology of territorial formations], vol. 4, no. 1, pp. 14-24.
4. Kharchenko, E.V., Petrova, S.N., Zyukin, D.A. (2021). Otsenka dinamiki razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v regionakh Rossii [Assessment of the dynamics of agricultural production development in the regions of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (384), pp. 84-88.
5. Anokhina, A.A., Chistyakova, M.K. (2018). Finansovaya podderzhka rossiiskikh sel'khozovoproizvoditelei v usloviyakh neopredelennosti [Financial support of Russian agricultural producers in the face of uncertainty]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 6 (75), pp. 77-82.
6. Nefedova, T., Treivish, A. (2020). Russia's early developed regions within shrinking social and economic space. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 641-655.
7. Solov'eva, T.N., Zyukin, D.A. (2021). Bednost' naseleniya kak prepyatstvie razvitiya agroprodukovstvennogo proizvodstva v Rossii [Poverty of the population as an obstacle to the development of agri-food production in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 19-22.
8. Mikheeva, N. (2020). Qualitative Aspect of the Regional Growth in Russia: Inclusive Development Index. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 611-626.
9. Kharchenko, E.V., Petrova, S.N., Zyukin, D.A. (2021). Tendentsii razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v regionakh-liderakh APK Rossii [Trends in the development of agricultural production in the leading regions of the agro-industrial complex of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (383), pp. 22-26.
10. Makhan'ko, G.V. (2017). Problemy APK Rossiiskoi Federatsii v usloviyakh ehkonomicheskikh sanktsii i puti ikh resheniya [Problems of the agro-industrial complex of the Russian Federation in the conditions of economic sanctions and ways to solve them]. *Politematicheskii setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 132, pp. 798-817.
11. ЕМИСС. Gosudarstvennaya statistika [State statistics]. Available at: <https://www.fedstat.ru/> (accessed: 01.06.2022 g).

#### Информация об авторах:

- Святова Ольга Викторовна**, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и учета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3468-1396>, [olga\\_svyatova@mail.ru](mailto:olga_svyatova@mail.ru)
- Сергеева Наталия Митрофановна**, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8281-7035>, [sergeevamedical@yandex.ru](mailto:sergeevamedical@yandex.ru)
- Калиничева Елена Юрьевна**, доктор экономических наук, профессор кафедры учета и статистики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9310-3281>, [len-kalinichev@mail.ru](mailto:len-kalinichev@mail.ru)
- Власова Ольга Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2247-543X>, [olgavlasova82@mail.ru](mailto:olgavlasova82@mail.ru)

#### Information about the authors:

- Olga V. Svyatova**, doctor of economic sciences, professor of the department of economics and accounting, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3468-1396>, [olga\\_svyatova@mail.ru](mailto:olga_svyatova@mail.ru)
- Natalia M. Sergeeva**, candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of the department of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8281-7035>, [sergeevamedical@yandex.ru](mailto:sergeevamedical@yandex.ru)
- Elena Yu. Kalinicheva**, doctor of economic sciences, professor of the department of accounting and statistics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9310-3281>, [len-kalinichev@mail.ru](mailto:len-kalinichev@mail.ru)
- Olga V. Vlasova**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2247-543X>, [olgavlasova82@mail.ru](mailto:olgavlasova82@mail.ru)





Научная статья

УДК 338.439.52

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_338

## ФОРМИРОВАНИЕ СПРОСА НА ЭКСПОРТООРИЕНТИРОВАННУЮ ПРОДУКЦИЮ АПК СИБИРИ

**С.А. Шелковников<sup>1</sup>, К.В. Чепелева<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет,  
Новосибирск, Россия<sup>2</sup>Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия

**Аннотация.** На мировом рынке роль бренда состоит в усилении спроса и повышении конкурентоспособности продукции, а продвижение имиджа страны происхождения становится определяющим фактором успеха. В условиях сложившегося стереотипа о специализации сибирских регионов и исторической связи экономического потенциала Сибири с освоением уникальной сырьевой базы приоритетным является становление Сибирского федерального округа (СФО) как высокоразвитого аграрного макрорегиона и нового «полюса» роста несырьевого неэнергетического экспорта РФ. В статье приведены результаты исследования потенциала брендов СФО на рынке продукции АПК. Цель исследования заключается в повышении экспортного потенциала брендов продукции АПК СФО. Задачи исследования: предложить модель формирования спроса и предложения экспортоориентированной продукции АПК, представить архитектуру национального бренда и определить бренд-стратегию СФО в международной торговле. Методологической основой исследования стали общенаучные методы, концепция маркетинга и теория потребительской приверженности, комплексный и системный подходы к формированию и продвижению региональных брендов. Результатом исследования явились разработанные модель формирования спроса и предложения экспортоориентированной продукции и архитектура брендов в международной торговле продукцией АПК. Основным выводом исследования является то, что инициативная роль региональных органов власти в организации работы по поиску и отбору сильных брендов позволит реализовать бренд-стратегию — идентификация бренда страны. Усилия по продвижению продукции АПК должны прилагаться на разных уровнях управления брендом. Для этого необходима соответствующая архитектура национального бренда, позволяющая осуществлять комплексное управление, т.е. формирование портфеля брендов и организацию их аудита. Использование модели управления капиталом бренда позволит существенно усилить работу в части формирования портфеля брендов с высоким экспортным потенциалом.

**Ключевые слова:** спрос, международная торговля, экспорт, продукция, АПК, Сибирский федеральный округ, бренд, стратегия

Original article

## FORMATION OF DEMAND FOR EXPORT-ORIENTED PRODUCTS OF THE SIBERIAN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**S.A. Shelkovnikov<sup>1</sup>, K.V. Chepeleva<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia<sup>2</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

**Abstract.** In the global market, the role of a brand is to strengthen demand and increase the competitiveness of products, and the promotion of the image of a country of origin becomes a determining factor for success. In the context of the prevailing stereotype about the specialization of the Siberian regions and the historical link between the Siberian economic capacity and the development of a unique raw material base, the priority is the formation of the Siberian Federal District (SFD) as a highly developed agrarian macroregion and a new "pole" of growth of non-resource non-energy exports of the Russian Federation. The article presents the results of studying the capacity of SFD brands in the product market of the agro-industrial complex. The purpose of the study is to increase the export capacity of brands of SFD agricultural products. Research objectives are as follows: to propose a model for the formation of supply and demand for export-oriented agricultural products, to present the architecture of the national brand and determine the SFD brand strategy in international trade. The methodological framework of the study included general scientific methods, the concept of marketing and the theory of consumer loyalty, integrated and systematic approaches to the formation and promotion of regional brands. The result of the study was the developed model of the formation of supply and demand for export-oriented products and the architecture of brands in the international trade in agricultural products. The main conclusion of the study is that the proactive role of regional authorities in organizing the search for and selection of power brands will make it possible to implement a brand strategy — the identification of the country's brand. Efforts to promote agricultural products must be made at different levels of brand management. This requires an appropriate national brand architecture that allows for integrated management, i.e. formation of a portfolio of brands and organization of their audit. The use of the brand capital management model will significantly enhance the work in terms of forming a portfolio of brands with high export capacity.

**Keywords:** demand, international trade, export, products, agro-industrial complex, Siberian Federal District, brand, strategy

**Введение.** Мировой рынок агропродовольственной продукции характеризуется большим разнообразием. В современных условиях потребителю трудно идентифицировать предлагаемые на выбор товары, поэтому он часто ориентируется на бренды и страну происхождения товара. Продвижение продукции АПК и имиджа страны происхождения становится

определяющим фактором успеха на мировом рынке [1]. В этой связи, становится важным, чтобы у России был имидж экологически чистой, при этом технологичной и развитой страны, способной производить качественную и безопасную продукцию АПК. Значение бренда и процесса его формирования на уровне организаций и предприятий АПК заключается в улучшении

основных экономических и финансовых показателей деятельности, а также уменьшение рисков хозяйствования. Роль бренда состоит в усилении спроса на продукцию и повышении ее конкурентоспособности на рынке.

Сибирский федеральный округ (СФО) занимает 25,5% территории России и имеет в своем составе 10 субъектов, среди которых есть



республики, края и области. Для СФО важно добиться ускорения темпов экономического и инфраструктурного развития каждого региона. Приоритетом развития является переход от добычи и транспортировки сырья к производству продукции высоких переделов, несмотря на историческую связь экономического потенциала Сибири с освоением уникальной сырьевой базы. В условиях глобальных трансформаций СФО может стать инновационным центром, создающим качественную, технологичную и экологичную продукцию и, как следствие, сильные бренды. Перспективными направлениями развития СФО являются агропромышленный комплекс, туризм, энергетика.

В наши дни продолжает своё существование сложившийся стереотип, сформировавшийся за несколько десятилетий, о специализации сибирских регионов: добыча полезных ископаемых и их переработка, электроэнергетика, заготовка леса и деревообработка. В то время как крупные по территории субъекты, обладая значительным агроклиматическим потенциалом, могут рассматриваться как регионы — производители продукции АПК, способные обеспечить не только внутренние потребности, но и быть конкурентоспособными на межрегиональных и международных рынках [2].

Цель исследования — повышение экспортного потенциала брендов продукции АПК СФО. Обозначенная цель определила следующие задачи исследования:

1. Предложить модель формирования спроса и предложения на экспортноориентированную продукцию АПК.
2. Представить архитектуру национального бренда и определить бренд-стратегию СФО.

**Методы исследования.** Методологической основой исследования явились концепция маркетинга, теория потребительской приверженности и методологические подходы к формированию и продвижению региональных брендов. Среди общенаучных методов нашли применение анализ, синтез, дедукция и индукция, аналогия, а также табличные и графические приемы интерпретации фактологической информации.

**Результаты и обсуждение.** В экономической литературе на сегодняшний день присутствуют более сотни дефиниций понятия бренд как категории маркетинга. Среди классических авторов исследовавших теоретические и практические аспекты брендинга: Д. Аакер, Р. Блатберг, Н. Борден, Т. Гэд, В.Н. Домнин, О.Н. Жильцова, Ж. Капферер, С.В. Карпова, К. Келлер, И.Л. Рожков, П. Симкин, С.А. Старов, Т. Хейдинг, Д. Шульц и другие. При этом, несмотря на многообразие научных работ, не создано системное представление о методах формирования и оценки результативности использования бренда, а универсальный характер научных подходов не позволяет выделить особенности управления брендом на рынках продукции АПК в условиях развития внешней торговли.

Согласно современной модели управления брендом в рамках стратегического и предвидящего подхода ключевым элементом является капитал бренда. В рамках современной концепции границы бренда не заканчиваются единичными продуктами и рынками, а наоборот расширяются ассортимент продуктов и рынки их сбыта, формируя сложную архитектуру бренда. Она ориентирует географические границы бренда на глобальную перспективу, где ведущая стратегия управления брендом — идентичность,

обеспечивающая рост его стоимости. Обязательным условием является то, что стратегия бренда должна быть согласована со стратегией предприятия. Ядром стратегии бренда является его идентичность, т.е. система характерных особенностей.

Модель влияния бренда на потребительский спрос и основные рыночные показатели хозяйственной деятельности рассмотрены в работах многих авторов [2-7]. В частности, П. Доил указывает на важность потребительских предпочтений для формирования добавленной ценности и, соответственно, добавленной стоимости [4]. Приверженность потребителей приводит к их удержанию в различных рыночных ситуациях: эластичность спроса по цене, влияние активности конкурентов, последствия экономического кризиса, повседневные ситуации на рынке. В результате устойчивое предпочтение бренда потребителем является ключевым фактором его влияния на потребительский спрос, улучшение рыночных показателей и ускорение рыночной динамики [4].

В рамках международной торговли продукцией АПК можно представить следующую модель формирования спроса и предложения (рис. 1).

Определяющими факторами в формировании спроса на экспортноориентированную продукцию целевого рынка являются: расходы на потребление продуктов питания, эластичность спроса на продукцию, имеющиеся коммуникации с брендами, сложившаяся культура потребления. В отличие от классического понимания, в рамках экономической подхода к изучению спроса, специфика международной торговли обуславливает особое внимание таким ключевым факторам спроса как «контакты с брендами» и «культура потребления». Возможность знакомства потребителей с новыми брендами формирует будущий спрос на продукцию и вносит изменения в сложившуюся культуру потребления. Как показывает опыт пищевых корпораций ими уже создано мировое «пищевое разделение труда» и продукция позиционируются как уникальные бренды, создающие ассоциации с эмоциями, социальным статусом, высоким уровнем сервиса и стандартом обслуживания [7].

Предложение на рынке международной торговли продукцией АПК формируется исходя из насыщенности и товарности внутреннего рынка

и обусловлено кроме капиталоемкости и трудоемкости производства наличием эффективной товаропроводящей инфраструктуры и отсутствием торговых барьеров входа на внешние рынки. В этой связи чрезвычайно важно определять перспективные товарные категории для российского агроэкспорта на основе стратегического и инициативного подхода со стороны государства в части поиска перспективных экспортеров и создания им стимулов хозяйственной деятельности.

Связь сфер АПК двусторонняя, так как конечная продукция одних является средством производства или сырьем для производства других. Пищевая и перерабатывающая промышленность является одним из ключевых внутренних потребителей сырья и залогом устойчивого развития сфер сельскохозяйственного производства и средств производства. Производство дополнительного объема продукции, в том числе на экспорт, может дать мультипликативный эффект в других сферах АПК и отраслях экономики. В этой связи развитие агроэкспорта страны должно осуществляться на основе насыщения внутреннего рынка. Приоритетом развития агроэкспорта должно стать укрепление позиционирования и наращивание экспорта не за счет физических объемов, а за счет повышения добавленной стоимости поставляемой продукции [1].

Популяризация и поощрение достижений в сфере развития агроэкспорта возможна путем создания государством системной модели взаимодействия и реализации партнерства с организациями и предприятиями АПК. Особую важность приобретает дифференциация инициатив по продвижению продукции АПК в рамках целевых стран, продуктовых категорий и каналов реализации в рамках общенациональной стратегии развития экспорта.

Согласно данным интернет-выставки «Производители России» в регионах СФО в категории «Продукты питания» имеются 526 различных производителей.

Контент-анализ каталога продукции производителей СФО показал, что каждый из них имеет свою торговую марку — бренд, под которым реализуется продукция на различные рынки, в том числе внешние (рис. 2). Как показывает практика организаций и предприятий АПК, работающих на локальных рынках СФО, созданные

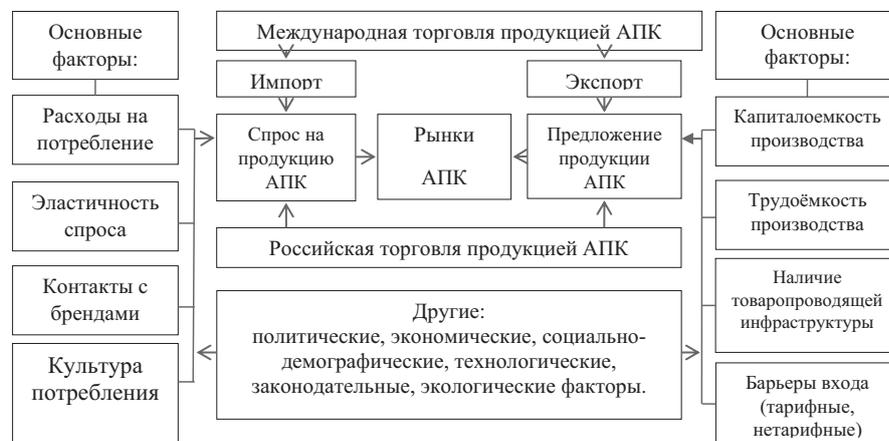


Рисунок 1. Модель формирования спроса и предложения экспортноориентированной продукции АПК (предложено авторами)

Figure 1. Model of formation of supply and demand for export-oriented products of the agro-industrial complex (compiled by the authors)



ими торговые марки в большинстве случаев характеризуются низкими показателями активов капитала бренда. При разработке локальных брендов особое значение приобретают культурные факторы, которые определяют специфику конкретного локального рынка. Локальный бренд должен иметь возможность расширения, т.е. содержать ценности, которые будут восприняты потребителями за пределами локального рынка [5].

Локальный бренд может выражаться с помощью географических, климатических характеристик, а также технологических, культурных характеристик местности или территории региона, влияющих на характеристики сырья или самих продуктов питания. В результате, фактор локальности может использоваться для создания идентичности бренда, являющейся согласно Д. Аакеру одним из основных активов капитала бренда.

Региональные предприятия России уже успешно используют фактор происхождения для продвижения своей продукции на внутреннем рынке страны. В рамках Национального конкурса региональных брендов продуктов питания Министерство сельского хозяйства РФ с 2020 года ежегодно определяет по ряду критериев лучшие региональные продуктовые бренды (табл. 1).

В СФО намечается положительная тенденция создания новых продуктовых брендов регионами (прирост+26 брендов или 47,3%). Среди регионов-лидеров по СФО по количеству региональных продуктовых брендов можно выделить Томскую и Новосибирскую области, Алтайский край. Ассортимент производителей СФО разнообразен и включает следующие товарные категории: кондитерские изделия, крупы, масла, мука, мед, сиропы, питьевая вода, снековая продукция, мясная и молочная продукция, чаи, сухие смеси и пр. Особого внимания заслуживают дикоросы, которые могут стать конкурентным преимуществом СФО и визитной карточкой макрорегиона. Интерес представляют территории, где есть уникальные продукты — оленья, марал, як, северная рыба и др. Победителем региональных брендов в 2021 году стал бренд — «Томское кедровое молоко», имеющий высокий экспортный потенциал. Все товарные позиции, участвовавшие в конкурсе, имеются

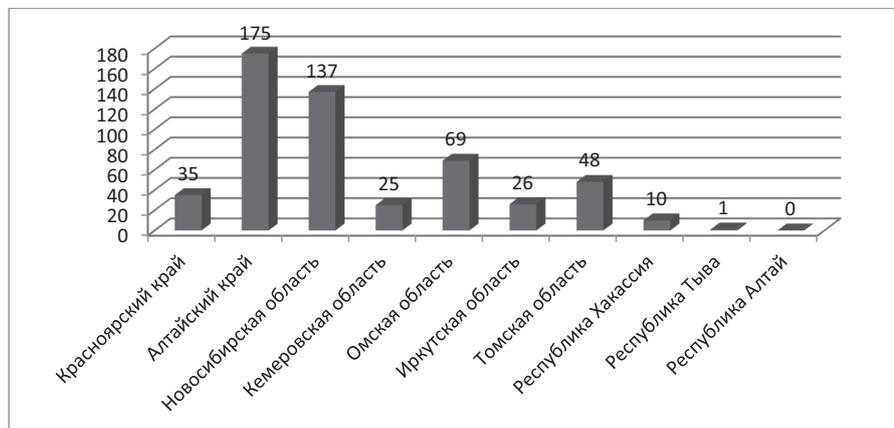


Рисунок 2. Количество брендов производителей СФО  
Figure 2. Number of SFD manufacturers' brands

Таблица 1. Участники СФО в конкурсе региональных брендов «Вкусы России»  
Table 1. SFD participants in the competition of regional brands «Tastes of Russia»

Регион СФО	2020 г.		2021 г.	
	кол-во	Наименования	кол-во	Наименования
Алтайский край	7	Алтайские медовый пряник, мед, пантогематоген, гречка, льняные семечки, масла холодного отжима. Зимаревский мягкий сыр.	9	Алтайские гречка, мука, льняная халва, медовый пряник, мед, пантогематоген, рапсовое мало, сыры, «Алтайчага».
Красноярский край	4	Таймырский сиг, Минусинское сливочное масло, Минеральная питьевая вода «Тагарский источник», Филимоновское сгущенное молоко.	8	Таймырский сиг и бастурма из оленины, Минусинское сливочное масло, минеральная питьевая вода «Тагарский источник», Филимоновское сгущенное молоко, Дивногорский хлеб, Красноярские конфеты, Минусинский зефир.
Новосибирская область	6	Новосибирские курнички, квас, минеральная вода «Дупленская», Минеральная вода «Доволенская», Федосихинские пельмени, Ирменский творожок.	13	Новосибирские курнички, колбасы, ветчины, буженина, цыплята, квас, минеральная вода «Дупленская», «Доволенская», Федосихинские пельмени, Ирменский творожок, Сибирская утка, Сибирские шанги, Купинское мороженое.
Кемеровская область	1	Тарасовское молоко	8	Топский мед, вафли Яшкинские, Тарасовское масло, Кузбасские шампиньоны, орешки, мармелад. Новокузнецкий сыр с пажитником. Беловское молоко.
Омская область	4	Минеральная вода «Омская 1», шоколадные конфеты ассорти из Омска, Любинское сгущенное молоко, Омское кокосовое мороженое.	6	Минеральная вода «Омская 1», шоколадные конфеты ассорти из Омска, Любинское сгущенное молоко, Омские кокосовое мороженое, молочный овсяный кисель, Русско-Полянские сыры.
Иркутская область	3	Вода природная питьевая «Байкал», Байкальские пельмени, Качугское масло.	7	Вода природная питьевая «Байкал», Байкальские пельмени, кедровое масло, вафли, кедровый орех. Иркутские пельмени, Качугское масло.
Томская область	13	Томские кедровое молоко, сыр с кедровым орехом, Степановская сырная карамель, Сибирский мармелад, Колпашевская грибная икра, Асиновские чага-чай, чаговое варенье на берёзовом соке, Сибирский козий сыр, Зырянская колбаса из мяса лося, Сибирский растительный сироп для иммунитета, Экстракт сибирской березовой чаги, Колпашевские маринованные белые грибы, Бакчарская жимолость.	17	Томские кедровое молоко, мармелад, сыр с кедровым орехом, конфеты птичье молоко, кедровый орех, протертая брусника, кедровое масло, торт, Степановская сырная карамель, Асиновские чага-чай, чаговое варенье на берёзовом соке, Сибирский козий сыр, Зырянская колбаса из мяса лося, экстракт сибирской березовой чаги, Бакчарская жимолость, Первомайские пышки, нектары из томской жимолости.
Республика Хакассия	5	Абаканские конфеты, Хакассские баранина, дикоросы, талган. Саянский Иван чай.	4	Абаканские конфеты, Хакассские баранина, талган. Саянский травяной чай.
Республика Тыва	9	Тувинские традиционный продукт «Изиг хан», шоколадные конфеты, мороженое «Божа», молочная пицца «Ак чем», сыр «Быштак», баранина, сушеное мясо яка «Хенме», мука из жареного ячменя «Тыва далган», природная питьевая вода «Бай-Хаак».	4	Тувинский напиток из чуксугбая, сушеное мясо яка «Хенме», мука из жареного ячменя «Тыва далган», природная питьевая вода «Бай-Хаак».
Республика Алтай	3	Таежный чай из трав Горного Алтая, Алтайское карпаччо из марала, Чойское молоко.	5	Таежный чай из трав Горного Алтая, Алтайское карпаччо из марала, Чойское молоко, сыры Горного Алтая, Горно-алтайский марал (колбасы, деликатесы и полуфабрикаты).
ИТОГО:	55		81	



в ежегодных рейтингах самых продаваемых товаров мирового рынка повседневного спроса (рынок FMCG), а, следовательно, имеют экспортный потенциал.

В рамках выборочного обследования организаций и предприятий АПК участников конкурса региональных брендов следует отметить слабое использование ими технологий маркетинга, а также инструментов государственной поддержки экспорта для формирования новых рынков сбыта (табл. 2).

В результате, приоритетной задачей является не только создание новых, а развитие существующих торговых марок организаций и предприятий АПК, работающих на локальных рынках, с учетом специфики рынка. Наиболее перспективными факторами успеха для развития организаций и предприятий АПК СФО являются эффективная организация маркетинга на внешних рынках. Последнее возможно посредством государственной поддержки экспорта и консолидации различных инструментов и договоренностей. Усилия по продвижению продукции АПК должны прилагаться на разных уровнях управления брендом.

На текущий момент осуществляется процесс оформления бренда страны — продукция АПК российского производства (табл. 3).

Согласно прогнозу Минсельхоза, к 2024 году под «зеленым» брендом на экспорт будет уходить до 10-15% от общего объема вывоза российской продукции АПК [8].

По данным Союза органического земледелия РФ, в 2021 году только 4 сельхозорганизации СФО, из них 2 — в Томской, 1 — в Новосибирской областях, 1 — в Красноярском крае работали с сертификатами органической продукции по международным стандартам стран ЕС и США. Их специализация: семена, ягоды, масло и жмых облепихи, облепиховый сок, облепиха сушеная, масло, жмых и ядро кедрового ореха, сок кедровых орехов, грибы сушеные, смешанные травы и др. продукты из дикого сбора.

В 2020 году в электронном каталоге продукции «Made in Russia» присутствовали сертифицированные экспортеры регионов СФО: Алтайский край, Новосибирская, Кемеровская и Иркутская области, республика Хакассия. Среди их товарных позиций разных торговых марок: крупы, отруби, зерновые хлопья и смеси, батончики, биологически активные добавки к пище, макароны, кондитерские изделия, мука, концентраты пищевые, квас, минеральная вода, чайные напитки, пищевые масла холодного отжима, мед, дикоросы. При этом согласно правилам, срок действия сертификата только один год, что не

может обеспечивать организациям и предприятиям АПК устойчивые позиции в рамках выбранной экспортной ниши в стратегической перспективе.

Таким образом, организации и предприятия АПК СФО присутствуют в реестрах существующих национальных стандартов и брендов, имеют положительную динамику развития, широкий ассортимент реализуемой продукции, что говорит о возможности роста на текущих и новых рынках при условии реализации бренд-стратегии — идентификация бренда.

Проводя критический анализ созданных брендов для АПК России, следует отметить их следующие моменты.

Во-первых, проект «зеленый бренд» на стадии доработки, однако под него подходит большинство продукции АПК, которая производится в России, что говорит о целесообразности его использования.

Во-вторых, по оценкам экспертов отрасли, закон «об органической продукции» является недоработанным. В частности, на территории РФ недостаточно спецучреждений, которые осуществляют сертификацию продукции, кроме «Роскачества», которое оказывает данные услуги достаточно дорого, что не является доступным для производителей АПК.

Таблица 2. Использование инструментов развития экспортной деятельности (предложено авторами)

Table 2. Use of export development tools (compiled by the authors)

Инструменты	Формируемые ключевые факторы успеха (КФУ)	Региональные бренды СФО		
		Природная питьевая вода «Бай-Хаак» (Республика Тыва)	Красноярские конфеты (Красноярский край)	Хакассский Талган (Республика Хакассия)
Организация бизнеса	Внутренний контроль качества	+	+	±
	Прослеживаемость цепочки производства	±	+	±
	Защита от контрафакта	–	–	–
Маркетинг	Маркетингование уникальных характеристик продукта	±	±	±
	Сильный и аутентичный бренд	–	–	–
	Непрерывное коллективное продвижение	–	–	–
Государственная поддержка экспорта	Обучение ведению бизнеса и организации экспортной деятельности	+	+	–
	Использование экспортных гидов и концепций продвижения продукции на экспортные рынки	–	–	–
	Государственная защита от контрафакта на внутреннем и внешнем рынках	–	–	–
	Участие в деловых и выставочных мероприятиях по продвижению продукции АПК	–	–	–

Таблица 3. Национальные бренды РФ (предложено авторами)

Table 3. National brands of the Russian Federation (compiled by the authors)

Характеристики	«Зеленый стандарт» («The Green One»)	Российский единый государственный знак органической продукции	Экспортный бренд «Сделано в России» (Made in Russia)
Регламентирующий документ	Проект ФЗ «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками» Разработан, дорабатывается после прохождения процедуры общественного обсуждения.	ФЗ об органической продукции № 280 Приказ Минсельхоза России от 19.11.2019 № 634. Вступил в силу 1 января 2020 года.	Правила функционирования и порядок применения знака соответствия системы добровольной сертификации «Сделано в России». Вступили в силу 1 января 2019 года.
Цель проекта	При производстве «зеленых» продуктов должны использоваться только безопасные для здоровья человека технологии и применяться экологичное сырье. Закон соответствует и превосходит нормы Европы, Америки, Китая и важен для экспортного роста российской агропродукции на зарубежных рынках.	Наличие данного знака на товаре будет информировать потребителей о том, что продукт и его производство соответствуют национальным стандартам органического земледелия.	Повышение узнаваемости российской продукции на внешних рынках, содействие продвижению российских товаров за пределы России, подтверждение добросовестности и надежности поставщиков из России.
Преимущества для участников	Государство будет стимулировать производство сельхозпродукции с улучшенными экологическими характеристиками — получение преференций, в том числе для продвижения на экспорт.	Знак производителя органической продукции, внесение в единый государственный реестр производителей органической продукции.	Включение в электронный каталог российских производителей, изданный на иностранных языках. Участие в системе цифровой идентификации маркированных российских товаров для борьбы с контрафактом



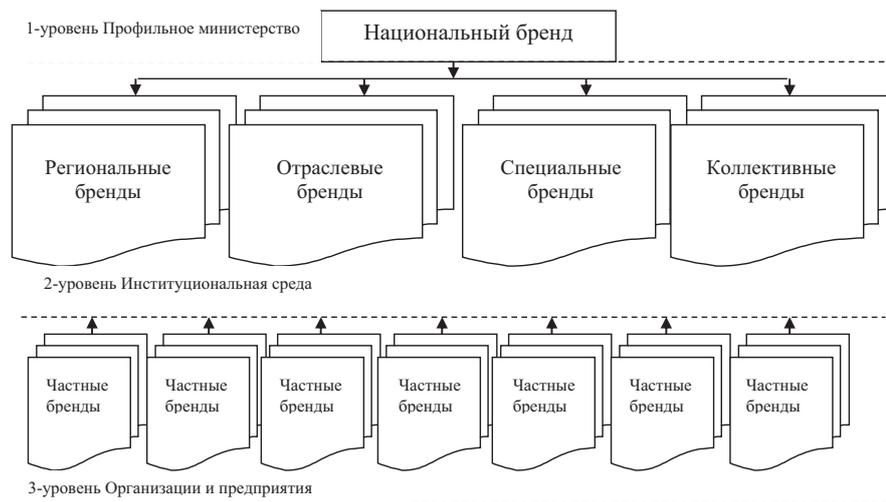


Рисунок 3. Архитектура национального бренда и уровни управления (предложено авторами)  
Figure 3. National brand architecture and management levels (compiled by the authors)

Во-третьих, в текущих условиях отрицательным моментом для использования зонтичного бренда «Сделано в России» в части формирования имиджа страны является кампания явной русофобии в ряде зарубежных СМИ, что может негативно сказаться на маркетинговых коммуникациях. Ограниченный срок действия сертификата не создает стимулов для освоения целевого рынка в долгосрочной перспективе.

В-четвертых, дискуссионным остается вопрос насколько потребители (российские и зарубежные) правильно воспримут большое количество знаков, которые могут размещаться на упаковке продукции. Потребитель не всегда понимает и достаточно информирован о том, в чем заключается разница между знаками, что приводит к «расфокусировке» внимания. Последнее свидетельствует об отсутствии комплексного и системного подхода к формированию национальных брендов страны.

В-пятых, остаются также нерешенными вопросы, связанные с организацией управления национальным брендом в части процедур формирования портфеля брендов согласно их архитектуре, а также организации систематического аудита брендов для внесения корректив.

Медведева М.Б. и Стародубцева Е.Б. отмечают что «эффективное использование продвижения товаров на экспорт должно включать две составляющие: продуктовые зонтичные бренды и механизмы их формирования...», а также формирование и использование национального / регионального зонтичного бренда при осуществлении экспорта» [9].

В результате, национальный бренд должен выступать в роли мегабренда территории, то есть единой концепции, отражающей стратегию продвижения региональных продуктов (услуг). Для решения этой задачи региональные органы власти должны регулярно проводить работу по поиску и отбору сильных брендов, которые можно объединить в зонтичный бренд и сформировать портфель брендов. Предшествующим этапом в рамках реализации экспортной стратегии страны должно стать формирование архитектуры брендов и уровней управления ими (бренд страны, региона, отраслевые суббренды, специальные бренды, коллективные, частные бренды и т.д.) (рис. 3) [10]. Расширение ареала использования национального бренда позволит

вовлечь в сферу деятельности организаций и предприятий АПК новые сегменты рынка и потребительские группы.

С целью организации аудита национального бренда представляет интерес опыт одного из известных международных рекламных агентств, которое проводит масштабное исследование брендов и их потребителей — BrandAsset Valuator (BAV) в 50 странах мира. Отличительной особенностью исследований является то, что бренды анализируются не в своей товарной группе, а в едином смысловом пространстве, как они существуют в сознании потребителя [4].

Использование модели управления капиталом бренда (BAV) может существенно усилить работу Российского экспортного центра (РЭЦ) в формировании брендов с высоким экспортным потенциалом в категориях: «Бренды лидеры», «Перспективные бренды», «Новые бренды», «Угасающие бренды».

Таким образом, в мировой аграрной отрасли продолжается оформление бренда страны продукции российского производства. В ходе исследования выявлено, что формирование устойчивого позиционирования в сознании потребителя, в том числе за счет таких нематериальных активов как бренд, позволяет сформировать устойчивое предпочтение бренда, обеспечить конкурентоспособность продукции АПК и нейтрализовать влияние глобальных трансформаций мирового продовольственного рынка.

**Выводы.** Согласно модели формирования спроса, на рынке международной торговли продукцией АПК, особое внимание следует уделить укреплению позиционирования и формированию идентичности бренда российской продукции. Предложение создается на основе инициатив, формируемых организациями и предприятиями АПК, исходя из условий хозяйствования и государственных стимулов на внутреннем рынке. Развитие агроэкспорта страны должно осуществляться посредством насыщения и удовлетворения внутренних потребностей страны, учитывая, что увеличение производства продукции, в том числе на экспорт, может дать мультипликативный эффект в других сферах АПК и отраслях экономики.

В текущих условиях слабое использование технологий маркетинга, а также инструментов

государственной поддержки экспорта организациями и предприятиями АПК влечет за собой отсутствие идентичности бренда и как следствие низкую цену на продукцию по причине слабого маркетинга, неузнаваемости брендов, слабое освоение новых рынков сбыта.

Среди характерных особенностей существующих национальных брендов АПК России: недоработанность отдельных законодательных актов и правил, отсутствие системного подхода к управлению брендами. Решением указанных проблем является комплексное управление национальным брендом т.е. формирование портфеля брендов на основе их архитектуры, а также организация аудита брендов.

Инициативная роль региональных органов власти в организации работы по поиску и отбору сильных брендов, которые можно объединить в зонтичный бренд и сформировать портфель брендов, позволит реализовать бренд-стратегию — идентификация бренда. В долгосрочной перспективе стратегия обеспечит рост узнаваемости бренда, и соответственно стоимости, и как следствие улучшение основных экономических и финансовых показателей деятельности организаций и предприятий АПК.

#### Список источников

1. Материалы конференции «Развитие российского экспорта продукции АПК в страны Персидского залива и Северной Африки»: официальный сайт Федерального центра развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России. Режим доступа: <https://aemc.ru> (дата обращения: 2.04.22).
2. Pyzhikova, N.I., Smirnova, T.A., Chepeleva, K.V., Shmeleva, Zh.N. (2020). The brand as a tool for agricultural products promotion in the region. *Ecological-Socio-Economic Systems: Models of Competition and Cooperation (ESES 2019)*. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, pp.178-184.
3. Бельских И.Е. Региональные бренды: специфика развития в России // *Стратегия развития регионов*. 2014. № 20. С. 2-7.
4. Домнин В.Н. Природа потребительских отношений предпочтения и приверженности бренду // *Бренд-менеджмент*. 2010. № 2. С. 84-92.
5. Жильцова О.Н. Тенденции развития бренда и значение ребрендинга в условиях экономического кризиса // *Маркетинг и логистика*. 2020. № 5(31). С. 28-38.
6. Ковалева А.В., Григорьева Ю.И. Зонтичный региональный бренд «алтайские продукты +100 к здоровью» в системе продвижения бренда Алтайского края // *PR и реклама в изменяющемся мире: региональный аспект*. 2019. № 20-21. С. 16-28.
7. Xueyao, Guo, Manyu, Wen (2021). Research on Competitive Strategy of Coca-Cola Company. *Proceedings of the 2021 3rd International Conference on Economic Management and Cultural Industry (ICEMCI 2021)*. *Advances in Economics, Business and Management Research*, pp. 2879-2885.
8. Дятловская Е. (2019) Дмитрий Патрушев: к 2024 году до 15% агроэкспорта придется на «зеленый» бренд // *Агроинвестор*. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/32569-15-agroeksportapridetsya-na-zelenyy-brend/> (дата обращения: 3.04.22).
9. Медведева М.Б., Стародубцева Е.Б. Товары российского экспорта под «зонтичным брендом»: планы и реальность // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2020. № 9(390). С. 1636-1655.
10. Чепелева К.В. Бренд агропродукции как инструмент поддержки и продвижения экспорта АПК региона. Приоритетные направления развития регионального экспорта продукции АПК: материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, Красноярский ГАУ, 2019. С. 158-162.



## References

1. *Materialy konferentsii «Razvitiye rossiiskogo ehksporta produktov APK v strany Persidskogo zaliva i Severnoi Afriki»: ofitsial'nyi sait Federal'nogo tsentra razvitiya ehksporta produktov APK Minsel'khoza Rossii* [Materials of the conference «Development of Russian exports of agricultural products to the countries of the Persian Gulf and North Africa»: official website of the Federal Center for Export Development agricultural products of the Ministry of Agriculture of Russia]. Available at <https://aemcx.ru> (accessed: 05.04.2022).
2. Pyzhikova N.I., Smirnova T.A., Chepeleva K.V., Shmeleva Zh.N. (2020). The brand as a tool for agricultural products promotion in the region. Ecological-Socio-Economic Systems: Models of Competition and Cooperation (ESES 2019). Advances in Social Science, Education and Humanities Research, pp.178-184.
3. Bel'skikh I.E. (2014). *Regional'nye brendy: spetsifika razvitiya v Rossii* [Regional brands: specifics of development in Russia]. *Strategiya razvitiya regionov* [Regional development strategy], no. 20, pp. 2-7.
4. Domnin V.N. (2010). *Priroda potrebitel'skikh otnoshenii predpochteniya i priverzhennosti brendu* [The nature of consumer attitudes of preference and brand loyalty]. *Brand-management* [Brand-management], no. 2, pp. 84-92.
5. Zhil'tsova O.N. (2020). *Tendentsii razvitiya brenda i znachenie rebrandinga v usloviyakh ekonomicheskogo krizisa* [Brand development trends and the importance of rebranding in the context of the economic crisis]. *Marketing i logistika* [Marketing and logistics], 2020. no. 5(31), pp. 28-38.
6. Kovaleva A.V. (2019). *Zontichniy regional'nyi brend «altaiskie produkty +100 k zdorov'yu» v sisteme prodvizheniya brenda Altaiskogo kraya* [Umbrella regional brand «Altai products +100 to health» in the brand promotion system of the Altai Territory]. *PR i reklama v izmenyayushchemsya mire: regional'nyi aspekt* [PR and advertising in a changing world: a regional aspect], no. 20-21, pp. 16-28.
7. Xueyao, Guo & Manyu, Wen (2021). Research on Competitive Strategy of Coca-Cola Company. Proceedings of the 2021 3rd International Conference on Economic Management and Cultural Industry (ICEMCI 2021). Advances in Economics, Business and Management Research, pp. 2879-2885.
8. Dyatlovskaya E. (2019). *Dmitriy Patrushev: k 2024 godu do 15% agroehksporta pridetsya na «zelenyy» brend* [Dmitry Patrushev: by 2024, up to 15% of agricultural exports will fall on the "green" brand]. *Zhurnal Agroinvestor* [Journal «Agroinvestor»]. Available at: <http://www.agroinvestor.ru/markets/news/32569-15-agroehksporta-pridetsya-na-zelenyy-brend/> (accessed: 05.04.2022).
9. Medvedeva M.B. (2020). *Tovary rossiiskogo ehksporta pod «zontichnym brendom»: plany i real'nost'* [Russian export goods under the "umbrella brand": plans and reality]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National Interests: Priorities and Security], no. 9(390), pp. 1636-1655.
10. Chepeleva K.V. (2019). *Brend agroproduktov kak instrument podderzki i prodvizheniya ehksporta APK regiona* [Brand of agricultural products as a tool to support and promote the export of the agro-industrial complex of the region]. *Priortitnye napravleniya razvitiya regional'nogo ehksporta produktov APK: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Priority directions for the development of regional exports of agricultural products: materials of the international scientific and practical conference]. Krasnoyarsk, KrasSAU, pp. 158-162.

## Информация об авторах:

**Шелковников Сергей Александрович**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры учета и финансовых технологий, Новосибирский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1586-5025>, Scopus ID: 56257631100, Reseacher ID: ZZZ-5691-2019, [shelkovnikov1@rambler.ru](mailto:shelkovnikov1@rambler.ru)

**Чепелева Кристина Викторовна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистика и маркетинг в АПК, Красноярский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7520-3334>, [kristychepeleva@mail.ru](mailto:kristychepeleva@mail.ru)

## Information about the authors:

**Ivan I. Ivanov**, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of accounting and financial technologies, Novosibirsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1586-5025>, Scopus ID: 56257631100, Reseacher ID: ZZZ-5691-2019, [shelkovnikov1@rambler.ru](mailto:shelkovnikov1@rambler.ru)

**Kristina V. Chepeleva**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of logistics and marketing in the agro-industrial complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7520-3334>, [kristychepeleva@mail.ru](mailto:kristychepeleva@mail.ru)

✉ [kristychepeleva@mail.ru](mailto:kristychepeleva@mail.ru)

**РоссельхозБанк**

## ИПОТЕЧНЫЙ КРЕДИТ

на строительство и покупку жилья за городом

# 3%

ОТ ГОДОВЫХ<sup>1</sup>

7787 (Биллайн, МегаФон, МТС, Теле2)

8 800 100 0 100 **rshb.ru**

КРЕДИТЫ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ НА ОБЪЕКТЫ НЕДВИЖИМОСТИ, РАСПОЛОЖЕННЫЕ НА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ (СЕЛЬСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ), В ТОМ ЧИСЛЕ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА С ЗЕМЕЛЬНЫМ УЧАСТКОМ ПО ДОГОВОРУ КРЕДИТНОЙ ПРОГРАММЫ НА СТРОИТЕЛЬСТВО/ЗАВЕРШЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛОГО ДОМА НА ЗЕМЕЛЬНЫМ УЧАСТКЕ, НАХОДЯЩЕМСЯ В СОБСТВЕННОСТИ У ЗАЕМЩИКА, ПО ДОГОВОРУ ПОДРОБА С ПОДРОБНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ<sup>2</sup> НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА И СТРОИТЕЛЬСТВО НА НЕМ ЖИЛОГО ДОМА ПО ДОГОВОРУ ПОДРОБА С ПОДРОБНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ. ИПОТЕЧНЫЙ КРЕДИТ В РАМКАХ НАСТОЯЩЕЙ ПРОГРАММЫ МОЖЕТ БЫТЬ ПРЕДОСТАВЛЕН ЗАЕМЩИКУ ТОЛЬКО ОДИН РАЗ. СУММА КРЕДИТА – ОТ 100 ТЫС. РУБЛЕЙ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО ДО 5 МЛН РУБЛЕЙ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ. СРОК РЕПЕТИЦИИ РЕПЕТИЦИИ АО «РОССЕЛЬХОЗБАНК» – 85 КАЛЕНДАРНЫХ ДНЕЙ. СРОК КРЕДИТА – ДО 25 ЛЕТ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО. ПРОЦЕНТНАЯ СТАВКА СОСТАВЛЯЕТ ОТ 3% ГОДОВЫХ.

<sup>1</sup> ПОНЯТИЕ «СЕЛЬСКИЕ ТЕРРИТОРИИ» И «СЕЛЬСКИЕ АГЛОМЕРАЦИИ» ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СУБСИДИЙ ИЗ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА РОССИЙСКИМ КРЕДИТНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ И АКЦИОНЕРНОМУ ОБЩЕСТВУ «ДОМ.РФ» НА ВОЗМЕЩЕНИЕ НЕДОПОЛУЧЕННЫХ ДОХОДОВ ПО ВЫДАЧНЫМ (ПРИОБРЕТЕННЫМ) ЖИЛИЩНЫМ (ИПОТЕЧНЫМ) КРЕДИТАМ (ЗАЙМАМ), ПРЕДОСТАВЛЕННЫМ ГРАЖДАНИН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА СТРОИТЕЛЬСТВО (ПРИОБРЕТЕНИЕ) ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА НА СЕЛЬСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (СЕЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ), УТВЕРЖДЕННЫМИ ПОСТАНОВЛЕНИЕМ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 08.11.2010 № 1587.

<sup>2</sup> ПОДРОБНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ДОГОВОРЫ ПОДРОБА ДОЛЖНЫ СООТВЕТСТВОВАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ АО «РОССЕЛЬХОЗБАНК».

БОЛЕЕ ПОДРОБНУЮ ИНФОРМАЦИЮ ОБ УСЛОВИЯХ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ «ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТА» С ПЬЛЮТНОЙ ПРОЦЕНТНОЙ СТАВКОЙ ДЛЯ ГРАЖДАН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА СТРОИТЕЛЬСТВО (ПРИОБРЕТЕНИЕ) ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ НА СЕЛЬСКОЙ ТЕРРИТОРИИ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ПРИ ЛИЧНОМ ОБЩЕНИИ И ПО ТЕЛЕФОНУ АО «РОССЕЛЬХОЗБАНК», А ТАКЖЕ НА ОФИЦИАЛЬНОМ САЙТЕ [WWW.RSHB.RU](http://www.rshb.ru) И ПО ТЕЛЕФОНУ 8 800 100 0 100.

ДАННАЯ ИНФОРМАЦИЯ ЯВЛЯЕТСЯ РЕКЛАМОЙ. НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ОБЪЕКТом ИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА 12.05.2022. АО «РОССЕЛЬХОЗБАНК», ГЕНЕРАЛЬНАЯ ПИЛЕНЗИЯ БАНКА РОССИИ №3340 (БЕЗОПАСНАЯ) ОТ 12.08.2015.





Научная статья

УДК 633.2.031/033

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_344

## ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВСТОЕВ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

А.Д. Капсамун, Н.Н. Иванова, Е.Н. Павлючик

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Москва, Россия

**Аннотация.** Исследования проводились на опытном полигоне ВНИИМЗ — филиале ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» в период с 2019 по 2021 гг. В представленной работе проведена оценка питательной ценности и продуктивности сложных смесей самовозобновляющихся бобово-злаковых трав из разных семейств. В условиях Тверской области определялась урожайность зеленой массы, сбор и содержание сухого вещества, кормовых единиц, сырого протеина, обменной энергии в натуральном корме из смесей клевера ползучего (*Trifolium repens* L.), люцерны изменчивой (*Medicago varia*), лядвенца рогатого (*Lotus cornilatus* L.), тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L.) и овсяницы тростниковидной луговой (*Festuca arundinacea*) с полевицей гигантской (*Agrostis abba* L.). Дана оценка режимов скашивания и их влияния на продуктивные и качественные характеристики сложных травосмесей. Изучение ботанического состава травосмесей показало, что пастбищный режим использования трав, главным образом, повлиял на увеличение в травостое более ценных в кормовом отношении видов трав: из бобовых видов — лядвенца рогатого, люцерны изменчивой, из злаковых видов — овсяницы тростниковой и райграсса пастбищного. Получены высокие урожаи зеленой массы — 32,9 т/га, сухого вещества — до 6,34 т/га на фоне удобрений против 18,1 и 3,77 т/га в варианте без удобрений, используемого в качестве контроля. Установлено, что сбор кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии были наибольшими в вариантах с удобрением, что составило 5,36-6,25 тыс. корм. ед./га, 710-1022 кг/га, 64,24-76,49 ГДж/га, а в варианте без удобрения — 2,77-3,62 тыс. корм. ед./га, 391-480 кг/га и 32,28-41,36 ГДж/га соответственно.

**Ключевые слова:** пастбищные травосмеси, питательная ценность, продуктивность, ботанический состав, режим скашивания, обменная энергия

Original article

## NUTRITIONAL VALUE AND PRODUCTIVITY OF PASTURE GRASS STANDS ON RECLAIMED LANDS OF THE UPPER VOLGA REGION

A.D. Kapsamun, N.N. Ivanova, E.N. Pavlyuchik

Federal Research Centre Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

**Abstract.** The studies were carried out at the experimental site of VNIIMZ, a branch of the Federal Research Centre Dokuchaev Soil Science Institute in the period from 2019 to 2021. In the presented work, the nutritional value and productivity of complex mixtures of self-renewing legume-grass grasses from different families was assessed. In the conditions of the Tver region, the yield of green mass, the collection and content of dry matter, feed units, crude protein, metabolic energy in natural feed from mixtures of creeping clover (*Trifolium repens* L.), variable alfalfa (*Medicago varia*), and horned bird's foot (*Lotus cornilatus* L.), meadow timothy grass (*Phleum pratense* L.) and meadow reed fescue (*Festuca arundinacea*) with giant bentgrass (*Agrostis abba* L.) were determined. An assessment of the mowing modes and their influence on the productive and qualitative characteristics of complex grass mixtures is given. The study of the botanical composition of grass mixtures showed that the grazing mode of using grasses mainly influenced the increase in the herbage of more valuable forage species of grasses: from legume species — horned louse, variable alfalfa, from cereal species — cane fescue and perennial ryegrass. High yields of green mass were obtained — 32.9 t/ha, dry matter — up to 6.34 t/ha against the background of fertilizers against 18.1 and 3.77 t/ha in the variant without fertilizers used as a control. It was found that the collection of feed units, crude protein and metabolizable energy was the highest in the variants with fertilizer, which amounted to 5.36-6.25 thousand feed units/ha, 710-1022 kg/ha, 64.24-76.49 GJ/ha, and in the variant without fertilizer — 2.77-3.62 thousand feed units/ha, 391-480 kg/ha and 32.28-41.36 GJ/ha, respectively.

**Keywords:** grass mixtures, nutritional value, productivity, botanical composition, pasture mowing regime, exchange energy

**Введение.** Повышение эффективности отрасли животноводства находится в прямой зависимости от состояния кормовой базы, в создании которой большую роль играют долголетние бобово-злаковые травостои. Подбор и оптимальное соотношение отдельных групп и видов кормовых культур позволяет снизить затраты на производство кормов и увеличить их количество, добиться сбалансированности кормовых рационов по основным элементам питания, сохраняя и повышая при этом почвенное плодородие [8, 12]. Поэтому ведущие исследователи кормовых культур рекомендуют при создании сбалансированных рационов для жвачных

животных использовать в сложных травосмесях именно многолетние бобовые травы [4, 6, 15].

Травосмеси имеют преимущество перед одновидовыми посевами, они значительно лучше используют факторы среды обитания, их компоненты эффективнее поглощают солнечный свет, лучше зимуют, меньше страдают от сорняков, дольше сохраняются и обеспечивают более устойчивые урожаи по годам, корма из них сбалансированы по питательным веществам [3, 13, 14]. Основные требования, которым должен соответствовать высокопродуктивный агрофитоценоз, основаны на максимальной урожайности при продуктивном долголетии в течение 4-6 лет

и более, высоком качестве получаемого корма по содержанию основных питательных веществ и особенно протеина, а также, ввиду сложившейся экономической ситуации, большое значение приобретает снижение затрат по улучшению природных кормовых угодий. Требованиям, предъявляемым к высокопродуктивным агрофитоценозам, как правило, в полной мере могут соответствовать лишь посевы травосмесей [4, 5].

В этой связи большой интерес представляет использование в пастбищных травостоях люцерны изменчивой, клевера ползучего, лядвенца рогатого. Комплекс положительных характеристик этих видов открывает большие перспективы



для их возделывания на осушаемых землях Центральной Нечерноземной зоны России [3, 14]. Среди злаковых многолетних трав к малоизученным видам в составе сложных травосмесей относятся полевица гигантская, овсяница тростниковая, включая которых в состав многоукосных травостоев длительного использования обеспечивает получение с 1 га 4,5-5,5 тыс. корм. ед.

Вышеизложенное определило актуальность проводимых научных исследований по изучению эффективности многоукосного использования сложных самовозобновляющихся бобово-злаковых фитоценозов на осушаемых землях Нечерноземья.

**Цель исследований** — изучить влияние новых видов и сортов бобовых и злаковых трав в составе сложных травосмесей на продуктивность, питательную ценность и ботанический состав пастбищных фитоценозов.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на опытном полигоне ВНИИМЗ — филиале ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» в Тверской области с использованием методики, разработанной ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, и методики полевого опыта Б.А. Доспехова [10, 2]. Агрохимический анализ почвенных образцов и оценка качества кормов выполнены по общепринятым методикам на базе лаборатории массовых анализов ВНИИМЗ.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, осушаемая закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 0,8-1,0 м, расстояние между дренажами 38 м. По содержанию фосфора ( $P_2O_5$  — 75,4-115,6 мг/кг почвы) и обменного калия ( $K_2O$  — 87,0-182,9 мг/кг почвы) почва участка считается средне- и высокообеспеченной. По степени кислотности (рН 4,72-5,29) почва участка средне- и слабокислая, содержание гумуса 1,50-3,04%.

**Объектом исследований** являлись многокомпонентные травосмеси, сформированные с участием бобовых трав (клевер ползучий ВИК 70, лядвенец рогатый Солнышко, люцерна изменчивая Вега 87) и злаковых видов (полевица гигантская ВИК 2, райграс пастбищный ВИК 66, овсяница тростниковая Лосинка, тимофеевка луговая Ленинградская 204).

Варианты опыта: 1. полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87; 2. полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко; 3. полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87; 4. полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко.

Учетная площадь делянки 80 м<sup>2</sup>, повторение опыта четырехкратное. Режим использования травостоев — имитация выпаса (методом скашивания травостоев в фазе пастбищной спелости трав), опыты проводились при 3 циклах отторжения биомассы [1, 9]. Продукционный процесс трав изучался на двух уровнях питания — без удобрений (контроль) и по фону удобрений —  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Посев травосмесей проведен рядовым способом со следующими нормами высева семян в расчете на 1 га: полевица — 3 кг, клевер — 3 кг, райграс — 8 кг, тимофеевка — 4 кг, люцерна — 6 кг. Нормы высева семян были определены с учетом рекомендаций ВНИИ кормов [10].

**Результаты и обсуждение.** Урожайность зеленой и сухой массы в значительной степени зависела от видового состава и соотношения компонентов в сложных пастбищных травосмесях. Очень важно при конструировании сложных пастбищных травостоев установить удельный вес компонентов, из которых он состоит. Доля бобового компонента определяет содержание в травостое белка, злакового — углеводов. Наиболее полно структура сложных посевов характеризуется ботаническим составом (табл. 1).

В вегетационном периоде в среднем за 3 года видовой состав пастбищных травостоев 2-го и 3-го года пользования зависел от состава травосмеси. Доля участия в урожае злакового компонента в среднем по вариантам составляла от 28,7 до 46,9%, доля полевицы гигантской — 0,27-2,70%. Участие бобовых видов в ботаническом составе агрофитоценозов колебалось от 18,0 до 61,0%, из них по отдельным вариантам от 20,0 до 51,9% приходилось на люцерну изменчивую и 14,0-64,7% на лядвенец рогатый. Содержание клевера ползучего по всем вариантам колебалось от 3,1 до 61,0%.

Внесение минеральных удобрений в дозах  $N_{45}P_{45}K_{45}$  способствовало уменьшению доли участия бобовых видов трав на 4,1-11,3% и увеличению в травостое злаковых видов в среднем

до 82,7%. Содержание несеяных видов трав в травостое с удобрениями было на 7,0% ниже, чем в неудобряемых травосмесях (табл. 1).

Ботанический состав и структура травостоев в значительной мере повлияли на продуктивность и химический состав травостоев. Среди злаковых трав по урожайности зеленой массы, сбору сухого вещества и питательных веществ, как в контроле, так и на фоне минерального питания, по всем вариантам выделялась тимофеевка луговая, по отдельным вариантам — овсяница тростниковая и райграс пастбищный.

Высокие адаптационные свойства к условиям изменяющегося климата (чередование засух с переувлажнением) показали: из злаковых трав — тимофеевка луговая, а в отдельных вариантах — райграс пастбищный и овсяница тростниковая, из бобовых — клевер ползучий и люцерна изменчивая. Данные виды использовались в составе травосмеси с целью получения высокой продуктивности, полноценного по химическому составу корма и как более устойчивые к засухам и морозам травы.

Проведена оценка роли видового состава и влияния удобрений на урожайность зеленой массы травостоев. Установлено, что неудобренные травостои 2-го и 3-го года пользования, созданные на основе полевицы гигантской (низового

Таблица 1. Ботанический состав пастбищных травостоев  
Table 1. Botanical composition of pasture herbage

Вариант	Укос	Ботанический состав, %		
		злаки	бобовые	несеяные
<b>Контроль (без удобрений)</b>				
Полевица гигантская, клевер ползучий, райграс пастбищный, тимофеевка луговая, люцерна изменчивая	1-й	47,6	48,6	3,8
	2-й	7,5	92,5	-
	3-й	31,1	68,9	1,3
среднее		28,7	70,0	1,3
Полевица гигантская, клевер ползучий, райграс пастбищный, тимофеевка луговая, лядвенец рогатый	1-й	60,5	34,4	5,1
	2-й	20,5	79,5	-
	3-й	36,3	63,7	-
среднее		39,1	59,2	1,7
Полевица гигантская, клевер ползучий, овсяница тростниковая, тимофеевка луговая, люцерна изменчивая	1-й	51,1	45,7	3,2
	2-й	13,9	86,1	-
	3-й	63,8	36,2	-
среднее		42,9	56,0	1,1
Полевица гигантская, клевер ползучий, овсяница тростниковая, тимофеевка луговая, лядвенец рогатый	1-й	41,5	36,3	22,2
	2-й	32,6	61,2	6,2
	3-й	66,6	33,4	-
среднее		46,9	43,6	9,5
<b>С удобрением (<math>N_{45}P_{45}K_{45}</math>)</b>				
Полевица гигантская, клевер ползучий, райграс пастбищный, тимофеевка луговая, люцерна изменчивая	1-й	77,4	12,6	10,0
	2-й	26,0	66,5	7,5
	3-й	78,1	21,9	-
среднее		60,5	33,7	5,8
Полевица гигантская, клевер ползучий, райграс пастбищный, тимофеевка луговая, лядвенец рогатый	1-й	90,1	7,6	2,3
	2-й	35,3	64,7	-
	3-й	93,2	6,8	-
среднее		72,9	26,3	0,8
Полевица гигантская, клевер ползучий, овсяница тростниковая, тимофеевка луговая, люцерна изменчивая	1-й	65,8	18,4	15,8
	2-й	55,9	42,8	1,3
	3-й	100	-	-
среднее		73,9	20,4	5,7
Полевица гигантская, клевер ползучий, овсяница тростниковая, тимофеевка луговая, лядвенец рогатый	1-й	89,4	10,6	-
	2-й	63,7	36,3	-
	3-й	95,1	4,9	-
среднее		82,7	17,3	-



злака), сформировали в среднем урожайность 16,2 т/га. В зависимости от вида бобового компонента (люцерна изменчива и лядвенец рогатый) изменений не установлено.

Большое влияние на формирование урожайности исследуемых травосмесей оказали погодные условия. В погодных условиях 2019-2021 гг. распределение урожая травосмесей по циклам использования носило общую тенденцию. Наибольшее поступление сухой массы отмечали в первом и втором циклах — 52,01-58,75 и 27,82-29,75% соответственно. В третьем цикле оно снижалось до 6,85-11,50% от общего урожая за сезон (табл. 2).

Продуктивность травостоев пастбищного использования по фону удобрений была выше и составляла в отдельных вариантах 28,2-32,9 т/га зеленой массы и 5,41-6,34 т/га сухой массы.

Знание факторов, влияющих на состав корма, необходимо для рационального кормопроизводства, правильной технологии заготовки кормов и рационального их использования. Из таких факторов, кроме вида растений, к числу важнейших относятся условия их произрастания — климат, почва, удобрение, агротехника, сортовые особенности, возраст в период уборки, технология уборки. Сбалансированность кормов по всем питательным

веществам и минеральным элементам является одним из главных показателей питательности. Одним из основных показателей качества зеленой массы и рационов кормления сельскохозяйственных животных среди питательных веществ является содержание сырого протеина [1, 6, 7, 11].

В проведенных нами исследованиях в зеленой массе трав 3-го года жизни содержание сырого протеина по естественному фону произрастания колебалось от 18,3 до 20,2%, что соответствует зоотехническим нормам кормления. Более качественный корм по этому показателю был на травостоях по фону удобрений — 21,7-24,0% (табл. 3).

Питательная ценность травостоев в значительной степени зависит от количества содержания в них углеводов, которые являются энергетическим материалом в организме животных. Сырая клетчатка является важным компонентом корма для жвачных животных. В проведенных нами исследованиях в корме всех изучаемых травостоев содержание сырой клетчатки находилось в пределах 23,5-28,1% и соответствовало потребности животных. Наибольшее содержание сырой клетчатки отмечено в травостоях с высоким содержанием злаковых видов трав. Как правило, в сухом веществе зеленой массы

растений, скошенных в ранние фазы развития, больше протеина и меньше клетчатки (табл. 3).

Сырой жир является важным источником полиненасыщенных жирных кислот. Закономерности изменения содержания жира в зависимости от видового состава травостоев не были отмечены. При его высоком содержании в травостоях злаковых видов трав содержание золы увеличивалось на 0,4-0,6%.

Все изучаемые травосмеси (варианты опыта) обеспечили получение корма с показателями, соответствующими зоотехническим требованиям. Энергетическая ценность 1 кг сухого вещества полученного корма травостоев в среднем за 2 года составила в контроле (без удобрений) 0,89-0,91 корм. ед. и 9,75-10,01 МДж обменной энергии, а по фону удобрений — 0,9-0,95 корм. ед. и 10,07-10,15 МДж соответственно. Максимальное значение обеспеченности 1 корм. ед. перевариваемым протеином (163 г) достигнуто в варианте по фону удобрений — полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheевка луговая + лядвенец рогатый. Такая концентрация энергии в корме позволяет получать удои молока 15 кг/сутки и более. В проведенных нами исследованиях за 2019-2021 гг. расчеты по определению энергопродуктивности смешанных посевов кормовых

Таблица 2. Урожайность зеленой массы самовозобновляющихся травостоев в среднем за 2019-2021 гг. по циклам отчуждения, т/га

Table 2. The yield of green mass of self-renewing grass stands on average for 2019-2021 by alienation cycles, t/ha

№ п/п	Видовой состав травостоев	Цикл отчуждения зеленой массы			
		1	2	3	За сезон
<b>Без удобрений (контроль)</b>					
1	Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимopheевка луговая + люцерна изменчивая	9,4	4,7	1,1	15,2
2	Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимopheевка луговая + лядвенец рогатый	8,3	5,1	1,2	14,6
3	Полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheевка луговая + люцерна изменчивая	11,9	5,1	1,1	18,1
4	Полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheевка луговая + лядвенец рогатый	10,4	5,1	1,2	16,7
<b>На минеральном фоне (N<sub>45</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub>)</b>					
1	Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимopheевка луговая + люцерна изменчивая	14,9	11,5	2,4	28,8
2	Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимopheевка луговая + лядвенец рогатый	14,3	11,3	2,6	28,2
3	Полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheевка луговая + люцерна изменчивая	14,0	12,8	3,0	29,8
4	Полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheевка луговая + лядвенец рогатый	18,3	11,3	2,7	32,9

Таблица 3. Содержание сырого протеина и сырой клетчатки в самовозобновляющихся травостоях (2019-2021 гг.)

Table 3. Content of crude protein and crude fiber in self-regenerating grass stands (2019-2021)

Видовой состав травосмесей	Сырой протеин, %		Сырая клетчатка, %	
	без удобрений	по фону N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	без удобрений	по фону N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>
Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимopheевка луговая + люцерна изменчивая	18,3	22,1	23,5	28,1
Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимopheевка луговая + лядвенец рогатый	20,2	21,3	23,2	27,4
Полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheевка луговая + люцерна изменчивая	19,1	22,4	24,0	26,2
Полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheевка луговая + лядвенец рогатый	18,8	21,7	23,9	26,2

Таблица 4. Продуктивность пастбищных травостоев (среднее за 2019-2021 гг.)

Table 4. Productivity of pasture stands (average for 2019-2021)

Варианты — нормы высева, кг/га	Удобрение	Сухая масса, т/га	Обменная энергия, ГДж/га	Кормовые единицы, тыс./га	Сырой протеин, т/га
Полевица — 3, клевер — 3, райграс — 8, тимopheевка — 4, люцерна — 6	Без удобрений	3,12	32,28	3,04	0,394
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	5,49	64,24	5,47	0,710
Полевица — 3, клевер — 3, райграс — 8, тимopheевка — 4, лядвенец — 6	Без удобрений	2,93	34,70	2,77	0,480
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	6,01	64,97	5,64	0,822
Полевица — 3, клевер — 3, овсяница — 8, тимopheевка — 4, люцерна — 6	Без удобрений	3,77	41,36	3,62	0,454
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	6,12	60,12	5,36	0,697
Полевица — 3, клевер — 3, овсяница — 8, тимopheевка — 4, лядвенец — 6	Без удобрений	3,63	37,42	3,51	0,391
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	6,34	76,49	6,25	1,022



пастбищных культур показали, что наибольший выход обменной энергии с урожаем получен по фону удобрений ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) — 64,24-76,49 ГДж/га (табл. 4).

**Выводы.** Использование самовозобновляющихся бобово-злаковых травосмесей на осушаемых дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны обеспечивает высокий сбор зеленой массы, сбалансированной по питательным веществам, в отличие от традиционных травосмесей кормовых культур.

Высокие адаптационные способности самовозобновляющихся бобово-злаковых травостоев и их скашивание в оптимальные сроки обеспечили получение корма с высоким содержанием сырого протеина, низким содержанием сырой клетчатки и высокой концентрацией обменной энергии.

Подбор и оптимизация соотношений отдельных групп и видов кормовых культур в сложных пастбищных травосмесях на осушаемых землях Нечерноземья с проведением подкормки в дозах  $N_{45}P_{45}K_{45}$  обеспечили высокий уровень урожайности зеленой (28,8-32,9 т/га) и сухой (5,49-6,34 т/га) массы. Наибольший выход обменной энергии с урожаем — 64,24-76,49 ГДж/га, с максимальным значением обеспеченности 1 корм. ед. переваримым протеином (163 г) было достигнуто в варианте — полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимopheevka луговая + лядвенец рогатый, по фону удобрений. Такая концентрация энергии в корме позволяет получать удои молока 15 кг/сутки и более.

**Список источников**

1. Голубева О.А., Евсеева Г.В., Яковлева К.Е. Влияние срока скашивания и типа почвы на питательную ценность многолетних агрофитоценозов // Кормопроизводство. 2008. № 2. С. 11-13.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Многолетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья. Тверь: Тверской государственный университет, 2018. 178 с.
4. Козлова Л.М., Свечников А.К. Влияние многолетнего использования кормовых бобово-злаковых травосмесей на урожайность культур в агрофитоценозах // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 3. С. 15-22. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10303
5. Комаров А.А., Шарашова В.С., Клейн В.Ф., Матвеева Г.С. Перспективы конструирования высокопродуктивных луговых агрофитоценозов // Известия Санкт-петербургского государственного аграрного университета. 2009. № 16. С. 7-10.
6. Косолапов В.М., Шарифьянов Б.Г., Ишмуратов Х.Г. и др. Объемистые корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах кормления крупного рогатого скота. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2021. 184 с.

**Информация об авторах:**

**Капсамун Андрей Дмитриевич**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории луговых агроценозов отдела мелиоративного земледелия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3639-8490>, 2016vniimz-noo@list.ru  
**Иванова Надежда Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории луговых агроценозов отдела мелиоративного земледелия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>, 2016vniimz-noo@list.ru  
**Павлючик Екатерина Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории луговых агроценозов отдела мелиоративного земледелия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5989-6065>, 2016vniimz-noo@list.ru

**Information about the authors:**

**Andrey D. Kapsamun**, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of meadow agrocenoses of the department of reclamation agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3639-8490>, 2016vniimz-noo@list.ru  
**Nadezhda N. Ivanova**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of meadow agrocenoses of the department of reclamation agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>, 2016vniimz-noo@list.ru  
**Ekaterina N. Pavlyuchik**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of meadow agrocenoses of the department of reclamation agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5989-6065>, 2016vniimz-noo@list.ru

7. Косолапов В.М., Бондарев В.А., Клименко В.П. Повышение качества кормов — непременное условие успешного развития животноводства // Аграрная наука. 2008. № 1. С. 27-29.
8. Кутузова А.А., Проворная Е.Е., Цыбенко Н.С. Эффективность усовершенствованных технологий создания пастбищных травостоев с использованием новых сортов бобовых видов и агротехнических приемов // Кормопроизводство. 2019. № 1. С. 7-11.
9. Лазарев Н.Н., Дмитриевская И.И., Куренкова Е.М., Костикова Т.В. Химический состав кормов в зависимости от травосмесей и кратности скашивания // Кормопроизводство. 2013. № 12. С. 3-5.
10. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. 2-е изд. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1987. 197 с.
11. Осипова В.В., Павлов Н.Е. Влияние сроков посева и скашивания на урожайность и видовой состав травостоя при сенокосном использовании // Кормопроизводство. 2016. № 12. С. 12-15.
12. Прудников А.П., Прудникова А.Г., Коржов А.Ю., Савина Е.А. Направления повышения урожайности кормовых культур и качества кормов в Нечерноземной зоне России // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 11. С. 53-55.
13. Тюлин В.А., Лазарев Н.Н., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья. Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 234 с.
14. Эседулаев С.Т. Сравнительная продуктивность чистых и смешанных посевов многолетних трав на основе люцерны изменчивой и козлятника восточного в Верхневолжье // Адаптивное кормопроизводство. 2015. № 2. С. 44-53.
15. Cougnon, M., Baert, J., Reheul, D. (2014). Dry matter yield and digestibility of five cool-season forage grass species under contrasting N fertilization. *Grassland Science in Europe*, vol. 19, pp. 175-177.

**References**

1. Golubeva, O.A., Evseeva, G.V., Yakovleva, K.E. (2008). Vliyaniye sroka skashivaniya i tipa pochvy na pitatel'nyuyu tsnennost' mnogoletnikh agrofytotsenozov [Influence of mowing time and soil type on the nutritional value of perennial agrophytocenoses]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 2, pp. 11-13.
2. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ, 351 p.
3. Kapsamun, A.D., Pavlyuchik, E.N., Ivanova, N.N. (2018). *Mноголетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья* [Perennial leguminous grasses on drained lands of the Non-Chernozem region]. Tver, Tver State University, 178 p.
4. Kozlova, L.M., Svechnikov, A.K. (2021). Vliyaniye mnogoletnego ispol'zovaniya kormovykh bobovo-zlakovykh travosmesey na urozhainost' kul'tur v agrofytotsenozakh [Influence of long-term use of fodder legume-cereal grass mixtures on crop yields in agrophytocenoses]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 35, no. 3, pp. 15-22. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10303
5. Komarov, A.A., Sharashova, V.S., Klein, V.F., Matveeva, G.S. (2009). *Perspektivy konstruirovaniya vysokoproduktivnykh lugovykh agrofytotsenozov* [Prospects for the design of highly productive meadow agrophytocenoses]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University], no. 16, pp. 7-10.
6. Kosolapov, V.M., Sharifyanov, B.G., Ishmuratov, Kh.G. i dr. (2021). *Ob'emistye korma iz bobovo-zlakovykh travosmesey v ratsionakh kormleniya krupnogo rogatogo skota* [Bulky fodder from legume-grass mixtures in cattle diets]. Moscow, FGBOU DPO RAKO APK, 184 p.
7. Kosolapov, V.M., Bondarev, V.A., Klimenko, V.P. (2008). *Povysheniye kachestva kormov — nepremennoe usloviye uspehnogo razvitiya zhivotnovodstva* [Improving the quality of feed is an indispensable condition for the successful development of animal husbandry]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 1, pp. 27-29.
8. Kutuzova, A.A., Provornaya, E.E., Tsybenko, N.S. (2019). *Ehffektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologii sozdaniya pastbishchnykh travostoev s ispol'zovaniem novykh sortov bobovykh vidov i agrotekhnicheskikh priemov* [The effectiveness of improved technologies for creating pasture herbage using new varieties of legumes and agricultural practices]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 1, pp. 7-11.
9. Lazarev, N.N., Dmitrevskaya, I.I., Kurenkova, E.M., Kostikova, T.V. (2013). *Khimicheskii sostav kormov v zavisimosti ot travosmesei i kratnosti skashivaniya* [Chemical composition of fodder depending on grass mixtures and frequency of mowing]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 12, pp. 3-5.
10. All-Russian Williams Fodder Research Institute (1987). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, All-Russian Williams Fodder Research Institute, 197 p.
11. Osipova, V.V., Pavlov, N.E. (2016). *Vliyaniye srokov poseva i skashivaniya na urozhainost' i vidovoiy sostav travostoya pri senokosnom ispol'zovanii* [Influence of sowing and mowing time on the yield and species composition of grass stand during haymaking]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 12, pp. 12-15.
12. Prudnikov, A.P., Prudnikova, A.G., Korzhov, A.Yu., Savina, E.A. (2014). *Napravleniya povysheniya urozhainosti kormovykh kul'tur i kachestva kormov v Nечерноземной zone Rossii* [Directions for increasing the yield of fodder crops and the quality of fodder in the Nonchernozem zone of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 11, pp. 53-55.
13. Tyulin, V.A., Lazarev, N.N., Ivanova, N.N., Vagunin, D.A. (2014). *Mноголетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья* [Perennial leguminous grasses in agricultural landscapes of the Non-Black Earth region]. Tver, Tver State Agricultural Academy, 234 p.
14. Eshedulaev, S.T. (2015). *Sravnitel'naya produktivnost' chistykh i smeshannykh posevov mnogoletnikh trav na osnove lyutserny izmenchivoi i kozlyatnika vostochnogo v Verkhnevolszhe* [Comparative productivity of pure and mixed crops of perennial grasses based on alfalfa and goat's rue in the Upper Volga]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], no. 2, pp. 44-53.
15. Cougnon, M., Baert, J., Reheul, D. (2014). *Dry matter yield and digestibility of five cool-season forage grass species under contrasting N fertilization*. *Grassland Science in Europe*, vol. 19, pp. 175-177.





Научная статья

УДК 633.2.039

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_348

## ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРИЕМЫ РЕСТАВРАЦИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Э.Б. Дедова<sup>1</sup>, К.В. Маштыков<sup>2</sup>, Г.Н. Кониева<sup>1</sup>, Б.А. Гольдварг<sup>3</sup><sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия<sup>2</sup>Институт комплексных исследований аридных территорий, Элиста, Россия<sup>3</sup>Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Б. Нармаева — филиал Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, Элиста, Россия

**Аннотация.** Пастбищные системы, расположенные на территории Северо-Западного Прикаспия, функционируют много веков. Нерациональное использование естественных кормовых угодий, связанное с недопустимой экологической пастбищной нагрузкой, несоблюдением пастбищеоборотов и мероприятий противопожарной безопасности, привело к деградации пастбищных фитоценозов и увеличению площади открытых песчаных массивов более 1 млн га. Экологическое обоснование формирования продукционного процесса и продуктивности многовидовых пастбищно-мелиоративных экосистем с участием ксерогалофитных многолетних трав разрабатывалось для аридных условий Республики Калмыкия в 2017-2021 гг. Определены функциональные параметры доминирующих видов растений естественных кормовых угодий Республики Калмыкия, рекомендуемых для агро-фитомелиоративных приемов реставрации деградированных пастбищ: житняка пустынный, житняка сибирский, пырей удлиненный, пырей сизый, полын белая, прутняк. Фитомелиоранты обладают violentными свойствами стратегии, patientными свойствами выносливости, имеют наибольшую скорость линейного роста. Высота растений у пырея достигала 90-96 см, у житняка — 76-85 см. Проективное покрытие составляло на второй год жизни (2019 г.) 75-80 %. Урожайность сухой массы в среднем за годы исследований — 1,2-1,5 т/га. Разработана технология ускоренного залужения деградированных пастбищных угодий на основе посева многолетних ксерогалофитных культур: житняка пустынного (*Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schult.), житняка сибирского (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), пырея удлиненного (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), пырея сизого (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*), обладающих фитомелиоративными свойствами и обеспечивающих формирование продуктивных агроэкосистем.

**Ключевые слова:** пастбища, деградация, растительный покров, фитомелиорация, пастбищная нагрузка, продуктивность

Original article

## PHYTOMELIORATIVE METHODS OF DEGRADED PASTURE LANDS RESTORATION OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION

E.B. Dedova<sup>1</sup>, K.V. Mashtykov<sup>2</sup>, G.N. Konieva<sup>1</sup>, B.A. Goldvarg<sup>3</sup><sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia<sup>2</sup>Institute of Complex Research of Arid Areas, Elista, Russia<sup>3</sup>Kalmyk Research Institute of Agriculture named after M.B. Narmaev — Branch of the Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Elista, Russia

**Abstract.** Pasture systems located on the territory of the North-Western Caspian region have been functioning for many centuries. Irrational use of natural fodder lands associated with unacceptable ecological pasture pressure, non-compliance with pasture rotation and fire safety measures led to the degradation of pasture phytocenoses and the increase of the open sandy area by more than 1 million hectares. Ecological substantiation of the formation of the production process and productivity of multi-species pasture-reclamation ecosystems with the participation of xerogalophytic perennial grasses was developed for arid conditions of the Republic of Kalmykia in 2017-2021. The functional parameters of the dominant plant species of natural fodder lands of the Republic of Kalmykia that recommended for agro-phytomeliorative methods of restoration of degraded pastures were determined: desert wheatgrass, Siberian wheatgrass, elongated couch grass, gray couch grass, white wormwood and rod grass. Phytomeliorants have violent properties of strategy, patient properties of endurance and the highest linear growth rate. The height of plants in wheatgrass reached 90-96 cm, in wheatgrass — 76-85 cm. The projective cover was 75-80 % in the second year of life (2019). Dry weight yield — 1.2-1.5 t/ha. A technology has been developed for accelerated grassing of degraded pastures based on the sowing of perennial xerogalophytic crops: desert wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schult.), Siberian wheatgrass (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), elongated wheatgrass (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), gray couch grass (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*), which have phytomeliorative properties and ensure the formation of productive agroecosystems.

**Keywords:** pastures, degradation, vegetation cover, phytomelioration, pasture load, productivity

**Введение.** Территория Республики Калмыкия относится к Северо-Западному Прикаспию, где одной из актуальных экологических и социально-экономических проблем является опустынивание земель, вызванное природно-антропогенными факторами. Проявление процессов деэртификации особенно характерно для пустынно-полупустынной зоны региона, где зональными являются почвы легкого гранулометрического состава, подвергающиеся процессам дефляции (бурые полупустынные супесчаные

и песчаные) [1, 5, 6, 7, 13]. Изучение проблем деградации пастбищных агроэкосистем в историческом аспекте показывает, что уже в 1980-1990-е годы на фоне усиливающейся аридизации климата бессистемное стравливание пастбищ, значительная их перегрузка, игнорирование проведения противоэрозийных мероприятий способствовало появлению на территории Европы пустыни антропогенного характера.

Для ликвидации очагов опустынивания были проведены фитомелиоративные работы,

позволившие весьма успешно снизить их площади. В период реализации экологического проекта «Генеральная схема по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» (1986-1996 гг.) были проведены агро-фитомелиоративные работы по закреплению открытых песков, объем которых составил около 400 тыс. га [5, 8, 9].

В настоящее время на территории Черных земель, по данным геоинформационного анализа, проведенного Институтом космических



исследований РАН [15], площадь открытых песков составляет более 1,4 млн га, что сопоставимо с площадью территории опустынивания в 1984-1986 гг. Только в 2020 г. среднемесячный (май-сентябрь) прирост площади песчаных массивов на территории Республики Калмыкия составил 65,7 тыс. га.

Для территорий Северо-Западного Прикаспия разработаны методы и технологии фитомелиоративных приемов восстановления продуктивности естественных кормовых угодий, дифференцированные по типам и видам деградации с учетом особенностей очага опустынивания [2, 5, 8, 10, 11, 12,14]. Восстановление природных кормовых угодий в республике осуществляется по двум направлениям: ускоренное (коренное и поверхностное) улучшение деградированных пастбищ и закрепление открытых песков, и создание на них пастбищных агроценозов [5, 10, 14].

Однако некомплексное землепользование пастбищных угодий с недостаточной продуманной политикой содержания nomadных видов сельскохозяйственных животных, недостаточным обводнением территории, низким потенциальным плодородием почвы, на фоне усиливающейся в последние годы аридизации климата, приводит к интенсивному проявлению процессов деградации.

**Цель исследования** — разработка агрофитомелиоративных приемов по восстановлению деградированных пастбищных угодий и повышению их продуктивности на территории Республики Калмыкия.

**Условия и методика исследований.** Основной структурной составляющей экосистемы территории Республики Калмыкия являются природные пастбища и сенокосы, которые занимают 2/3 земельного фонда. При этом площадь естественных пастбищ на территории региона составляет 5,2 млн га. Продуктивность естественных пастбищных угодий Северо-Западного Прикаспия является самой низкой по России (до 100-200 корм. ед./га), по данным [1, 2, 6, 10, 11, 12,14] «скорость снижения продуктивности достигает 1,0-1,5% в год».

Основой рационального использования пастбищ является соответствие нагрузки на пастбища. Установление норм пастбищной нагрузки проводится с целью предотвращения процессов деградации и сохранения кормовых угодий. Экологически допустимые нормы нагрузки на пастбищные агроэкосистемы, принятые Правительством Республики Калмыкия от 31 марта 2015 г., варьируют для пустынной и полупустынной зон от 0,31 до 0,56 условных голов овец на 1 га.

Анализ динамики поголовья сельскохозяйственных животных в Республике Калмыкия показывает, что численность животных в последние годы уменьшилась до уровня конца 1980-х годов (рис.). Фактическая пастбищная нагрузка в среднем по региону составила 1,2 условных голов овец на 1 га, что выше нормативной в 2,2-4,1 раза.

Экспериментальные исследования по разработке агрофитомелиоративных приемов, способствующих восстановлению деградированных пастбищных агроэкосистем, были проведены в аридной зоне российского Северо-Западного Прикаспия в 2017-2021 гг. На опытном участке Черноземельского района Республики Калмыкия преобладают бурые полупустынные легкосуглинистые почвы. Зональные почвы характеризуются малым содержанием гумуса, низкой обеспеченностью азотом и фосфором,

повышенной — калием. Методической основой исследований являлся метод «залужения» или «агростепей» [3], способствующий более быстрому восстановлению деградированных пастбищных угодий.

Для реализации поставленных задач отбирали доминирующие виды растений естественных кормовых угодий с учетом эколого-ценотических параметров: житняка сибирский (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), пырей удлинённый (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), пырей сизый (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*).

**Технологические приемы и обсуждение результатов.** Обработку почвы проводили при помощи флоскореза-глубокорыхлителя КПГ-250 на глубину 12-14 см в I-II декаду сентября 2017 г. по полосам с шириной 150 м. Посев растений житняка сибирского (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy), пырея удлинённого (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), пырея сизого (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski subsp. *intermedia*) осуществлялся в 2018 г. 23 марта, с нормой высева для растений житняка — 3,0-4,0 млн шт./га, для растений житняка — 5,5-6,5 млн шт./га с одновременным внесением азотных удобрений N<sub>20-30</sub> кг д.в./га. После посева, как правило, на легких по гранулометрическому составу почвах следует осуществлять послепосевное прикатывание с помощью

катков. Данная технологическая операция сглаживает отрицательное воздействие активного ветрового режима.

В первый год жизни растений (2018 г.) уход за агроценозом включал мероприятия борьбы с сорной растительностью (подкашивание). Результаты полевых наблюдений свидетельствуют, что общее количество стеблей в травостое за 2019-2021 гг. варьировало от 352 до 520 шт./м<sup>2</sup>. При этом наибольшая густота травостоя изучаемых видов многолетних растений наблюдалась в фенологической фазе развития «выход в трубку». В этот период биометрические показатели роста растений достигают наибольших значений. Самые высокие растения (96 см) отмечены у пырея удлинённого в 2019 г., у житняка сибирского высота варьировала от 76 до 85 см.

Результаты исследований показали, что на деградированных землях виолентными свойствами эколого-фитоценотической стратегии, в первую очередь, обладают растения пырея. Кроме того, злаковые многолетние травы обладают пациентными свойствами выносливости, имеют наибольшую скорость линейного роста. Так, суточный прирост растений в высоту в период «начало весеннего отрастания» у пырея удлинённого достигал 1,6±0,06 см/сутки, у пырея сизого — 1,4±0,03 см/сутки.

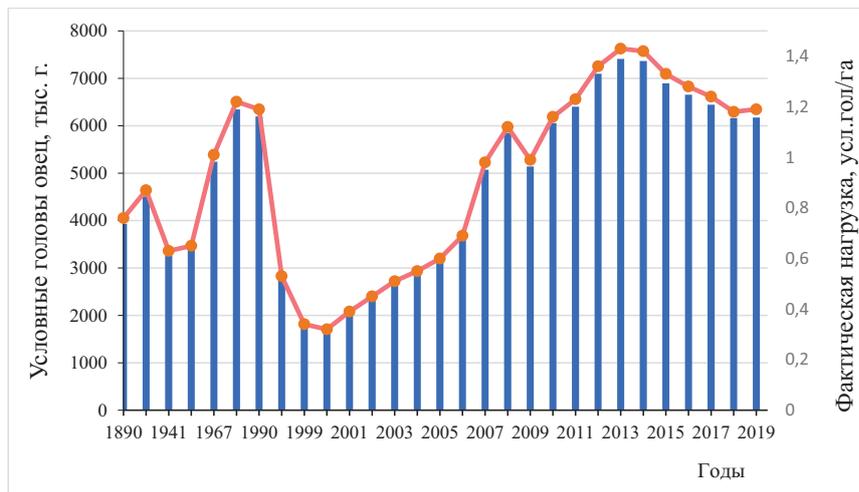


Рисунок. Динамика численности сельскохозяйственных животных и фактической нагрузки на пастбище в Республике Калмыкия

Figure. Dynamics of the number of farm animals and the actual pressure on the pasture in the Republic of Kalmykia

Таблица. Продуктивность многолетних трав на бурых полупустынных почвах, т/га  
Table. Productivity of perennial grasses on brown semi-desert soils, t/ha

Вид и сорт многолетней злаковой культуры	Норма высева, млн шт./га	2019 г. 2-й год жизни		2020 г. 3-й год жизни		2021 г. 4-й год жизни	
		семена	сено	семена	сено	семена	сено
Пырей удлинённый сорт Солончаковский	3,0	0,427	3,77	0,035	1,23	0,316	3,04
	3,5	0,548	4,18	0,041	1,41	0,348	3,97
	4,0	0,431	3,92	0,039	1,34	0,294	3,84
Пырей сизый сорт Ставропольский 1	3,0	0,382	3,54	0,028	1,11	0,291	2,89
	3,5	0,396	3,68	0,032	1,26	0,302	3,07
	4,0	0,412	4,07	0,037	1,31	0,318	3,53
НСР <sub>05</sub>		0,02	0,18	0,01	0,13	0,04	0,10
Житняк сибирский сорт Новатор	5,5	0,155	1,49	0,010	0,75	0,139	1,36
	6,0	0,205	2,15	0,016	0,88	0,148	1,98
	6,5	0,186	1,83	0,014	0,79	0,142	1,43
Житняк сибирский сорт Боярин	5,5	0,163	1,58	0,011	0,91	0,157	1,56
	6,0	0,230	2,03	0,020	1,04	0,191	1,93
	6,5	0,167	1,71	0,018	0,95	0,163	1,65
НСР <sub>05</sub>		0,01	0,16	0,01	0,11	0,01	0,12





С фенологической фазы «кущение» рост растений значительно ускорился. Особенно быстрый рост наблюдался в начале фазы «выход растений в трубку». По вариантам опыта наибольший прирост надземной массы наблюдался у растений пырея — 3,1-3,6 см/сутки.

Наибольшая продуктивность злаковых трав на бурых полупустынных легко- и среднесуглинистых почвах получена у пырея удлиненного в 2019 г. — 4,18 т/га сена при норме высева 3,5 млн шт./га. У житняка сибирского урожайность надземной массы варьировала по вариантам опыта с 1,49 до 2,15 т/га. Следует отметить, что продуктивность в 2020 г. была наименьшей по всем вариантам опыта, что связано с практическим отсутствием атмосферных осадков с июня по ноябрь (табл.).

Фитомелиоративные технологии, основанные на использовании доминирующих видов растений естественных кормовых угодий, обеспечивают реставрацию деградированных пастбищных агроэкосистем. При этом урожайность сухой массы в пастбищных агрофитоценозах в 2-4 раза превышает уровень естественных деградированных кормовых угодий.

**Заключение.** Разработаны фитомелиоративные приемы реставрации пастбищных агроэкосистем II и III степени (стадии) деградации с участием доминантных кормовых растений житняка сибирского (*Agropyrum fragile* (Roth) P. Candargy) и пырея удлиненного (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski), позволяющие на 3-4-й год использовать данный агроценоз в качестве сенокосных угодий, а в условиях продолжительной засухи — как высокопродуктивные пастбища.

#### Список источников

- Бакинова Т.И., Оконов М.М. Пастбищные ресурсы аридных территорий: оценка состояния и использования. Элиста: Изд-во Калмыцкого университета, 2013. 146 с.
- Булахтина Г.К., Тютюма Н.В. Исследование потенциала самовосстановления естественного травостоя деградированных природных пастбищ Северного Прикаспия // Пути повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов в условиях аридного земледелия: материалы научно-практической конференции. Солоное Займище, 2012. С. 26-30.
- Дзыбов Д.С. Метод агростепей: Ускоренное восстановление природной растительности: методическое пособие. Саратов: Научная книга, 2001. 40 с.
- Дедова Э.Б., Дедов А.А., Бородычев В.В., Сангаджиева С.А. Оценка эколого-мелиоративного состояния пастбищных угодий юго-восточной зоны Республики Калмыкия // Научная жизнь. 2019. № 3. С. 103-113.
- Dedova, E.B., Goldvarg, B.A., Tsagan-Mandzhiev, N.L. (2020). Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods. *Arid Ecosystems*, vol. 10, no. 2, pp. 140-147. Available at: [http://www.sced.ru/ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=656:nauchna-ya-zhizn-09-2018&catid=39:arhjournal&Itemid=156](http://www.sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=656:nauchna-ya-zhizn-09-2018&catid=39:arhjournal&Itemid=156)

#### Информация об авторах:

**Дедова Эльвира Батырвна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, [elviola27@gmail.com](mailto:elviola27@gmail.com)

**Маштыков Кирилл Владимирович**, младший научный сотрудник, [kirill.mashtykov@mail.ru](mailto:kirill.mashtykov@mail.ru)

**Кониева Галина Нагашевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Researcher ID: J-6619-2018, [konieva.g@yandex.ru](mailto:konieva.g@yandex.ru)

**Гольдварг Борис Айзикович**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом аридного земледелия, семеноводства и кормопроизводства, ведущий научный сотрудник, Scopus ID: 57216801265, [gb\\_kniish@mail.ru](mailto:gb_kniish@mail.ru)

#### Information about the authors:

**Elvira B. Dedova**, doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, [elviola27@gmail.com](mailto:elviola27@gmail.com)

**Kirill V. Mashtykov**, junior researcher, [kirill.mashtykov@mail.ru](mailto:kirill.mashtykov@mail.ru)

**Galina N. Konieva**, candidate of agricultural sciences, leading researcher, Researcher ID: J-6619-2018, [konieva.g@yandex.ru](mailto:konieva.g@yandex.ru)

**Boris A. Goldvarg**, candidate of agricultural sciences, head of the department of arid agriculture, seed production and feed production, leading researcher, Scopus ID: 57216801265, [gb\\_kniish@mail.ru](mailto:gb_kniish@mail.ru)

6. Джапова Р.Р. Структура, продуктивность и устойчивость степных и пустынных фитоценозов в условиях Калмычии АССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983. 22 с.

7. Залибеков З.Г., Гамзатова Х.М. Типы опустынивания почв и критерии оценки деградационных процессов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2017. № 2 (194). С. 50-56.

8. Кулик К.Н., Габунщина Э.Б., Кружилин И.П. и др. Опустынивание и комплексная мелиорация агроландшафтов засушливой зоны. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. 85 с.

9. Кулик К.Н., Петров В.И., Рулев А.С., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. К 30-летию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» // Аридные экосистемы. 2018. № 1. С. 5-12.

10. Лачко О.А., Сусякова Г.О. Создание и функционирование пастбищных и противоэрозийных экосистем в Северо-Западном Прикаспии // Научная мысль Кавказа. 2000. № 4. С. 39-45.

11. Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А. Пастбищные дигрессии и восстановительные сукцессии в Северном Казахстане // Вестник науки и образования. 2019. № 17 (71). С. 14-18.

12. Усманов Р.З. Экологическая оценка и научные основы восстановления природного потенциала деградированных почв Северо-Западного Прикаспия: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Махачкала, 2009. 46 с.

13. Шабанов Р.М. Пылевые бури как следствие деградации и опустынивания земель в Республике Калмыкия // А posteriori. 2021. № 1. С. 5-8.

14. Шамсутдинов З.Ш. Мировой опыт биологических мелиораций и перспективы их использования в устойчивом развитии пастбищного хозяйства Западного Прикаспия // Биота и природная среда Калмыкии. М.; Элиста, 1995. С. 106-157.

15. Шинкаренко С.С. Динамика площадей опустынивания на Черных землях. В сборнике: Степи Северной Евразии: материалы девятого международного симпозиума. Оренбург, 2021. С. 863-865.

#### References

- Bakinova, T.I., Okonov, M.M. (2013). *Pastbishchnye resursy aridnykh territorii: otsenka sostoyaniya i ispol'zovaniya* [Pasture resources of arid territories: assessment of condition and use]. Elista, Publishing House of the Kalmyk University, 146 p.
- Bulakhina, G.K., Tyutyuma, N.V. (2012). Issledovanie potentsiala samovosstanovleniya estestvennogo travostoya degradirovannykh prirodnykh pastbishch Severnogo Priskaspiya [Investigation of the self-healing potential of the natural herbage of degraded natural pastures of the Northern Caspian]. *Puti povysheniya produktivnosti oroshaemykh agrolandshaftov v usloviyakh aridnogo zemledeliya: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Ways to increase the productivity of irrigated agricultural landscapes in arid agriculture: materials of the scientific and practical conference]. Solonoe Zajmishhe, pp. 26-30.
- Dzybov, D.S. (2001). *Metod agrostepei: Uskorennoe vosstanovlenie prirodnoi rastitel'nosti: metodicheskoe posobie* [Agrostepei method: Accelerated restoration of natural vegetation: methodical manual]. Saratov, Nauchnaya kniga Publ., 40 p.
- Dedova, E.B., Dedov, A.A., Borodychev, V.V., Sangadzhieva, S.A. (2019). Otsenka ehkologo-meliorativnogo sostoyaniya pastbishchnykh ugodii yugo-vostochnoi zony Respubliki Kalmykiya [Assessment of the ecological

and meliorative state of pasture lands in the south-eastern zone of the Republic of Kalmykia]. *Nauchnaya zhizn'*, no. 3, pp. 103-113.

5. Dedova, E.B., Goldvarg, B.A., Tsagan-Mandzhiev, N.L. (2020). Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods. *Arid Ecosystems*, vol. 10, no. 2, pp. 140-147. Available at: [http://www.sced.ru/ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=656:nauchna-ya-zhizn-09-2018&catid=39:arhjournal&Itemid=156](http://www.sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=656:nauchna-ya-zhizn-09-2018&catid=39:arhjournal&Itemid=156)

6. Dzhapova, R.R. (1983). *Struktura, produktivnost' i ustoychivost' stepnykh i pustynnykh fitotsenozov v usloviyakh Kalmytskoi ASSR* [Structure, productivity and stability of steppe and desert phytocenoses in the conditions of the Kalmyk ASSR]. Cand. biological sci. diss. Abstr. Moscow, 22 p.

7. Zalibekov, Z.G., Gamzatova, Kh.M. (2017). Tipy opustynivaniya pochv i kriterii otsenki degradatsionnykh protsessov [Types of soil desertification and criteria for assessing degradation processes]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Seriya: Estestvennyye nauki*, no. 2 (194), pp. 50-56.

8. Kulik, K.N., Gabunshchina, E.B., Kruzhillin, I.P. i dr. (2007). *Opustynivanie i kompleksnaya melioratsiya agrolandshaftov zasushlivoi zony* [Desertification and complex reclamation of agricultural landscapes in the dry zone]. Volgograd, VNIALMI, 85 p.

9. Kulik, K.N., Petrov, V.I., Rulev, A.S., Kosheleva, O.Yu., Shinkarenko, S.S. (2018). K 30-letiyu «General'noi skhemy po bor'be s opustynivaniem Chernykh zemel' i Kizlyarskikh pastbishch» [On the 30th anniversary of the "General Scheme to combat desertification of Black Lands and Kizlyar pastures"]. *Aridnyye ehkosistemy* [Arid ecosystems], no. 1, pp. 5-12.

10. Lachko, O.A., Suslyakova, G.O. (2000). Sozdanie i funktsionirovaniye pastbishchnykh i protivoerozionnykh ehkosistem v Severo-Zapadnom Priskaspii [Creation and functioning of pasture and erosion control ecosystems in the North-Western Caspian region]. *Nauchnaya mysl' Kavkaza* [Scientific thought of Caucasus], no. 4, pp. 39-45.

11. Stybaev, G.Z.H., Baitelenova, A.A. (2019). Pastbishchnye digrressii i vosstanovitel'nyye suksessii v Severnom Kazkhstane [Pasture digressions and restorative successions in Northern Kazakhstan]. *Vestnik nauki i obrazovaniya*, no. 17 (71), pp. 14-18.

12. Usmanov, R.Z. (2009). *Ehkologicheskaya otsenka i nauchnyye osnovy vosstanovleniya prirodno potentsiala degradirovannykh pochv Severo-Zapadnogo Priskaspiya* [Ecological assessment and scientific basis for the restoration of the natural potential of degraded soils of the North-Western Caspian]. Dr. biological sci. diss. Abstr. Makhachkala, 46 p.

13. Shabanov, R.M. (2021). Pylevye buri kak sledstvie degradatsii i opustynivaniya zemel' v Respublike Kalmykiya [Dust storms as a consequence of land degradation and desertification in the Republic of Kalmykia]. *A posteriori*, no. 1, pp. 5-8.

14. Shamsutdinov, Z.Sh. (1995). Mirovoi opyt biologicheskikh melioratsii i perspektivy ikh ispol'zovaniya v ustoychivom razvitiit pastbishchnogo khozyaistva Zapadnogo Priskaspiya [World experience of biological land reclamation and prospects for their use in the sustainable development of pasture farming in the Western Caspian region]. *Biota i prirodnyaya sreda Kalmykii* [Biota and natural environment of Kalmykia]. Moscow; Elista, pp. 106-157.

15. Shinkarenko, S.S. (2021). Dinamika ploshchadei opustynivaniya na Chernykh zemlyakh [Dynamics of desertification areas on Black Lands]. In: *Stepi Severnoi Evrazii: materialy devyatogo mezhdunarodnogo simpoziuma* [Steppes of Northern Eurasia: proceedings of the ninth international symposium]. Orenburg, pp. 863-865.



Научная статья  
 УДК 633.1:661.162.66  
 doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_351

## ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРА РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ ДАГЕСТАНА

Н.Р. Магомедов, А.А. Абдуллаев, Ж.Н. Абдуллаев, Т.Г. Бабаев

Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан,  
 Махачкала, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных на орошаемых землях в условиях Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан, почва лугово-каштановая тяжелого гранулометрического состава, изучалась эффективность применения биостимулятора — регулятора роста Спринталга, при обработке семян и вегетирующих растений в фазе кущения новых перспективных сортов озимой твердой пшеницы (Крупинка — контроль, Круча, Одари). Одним из способов усиления роста и развития растений, увеличения продуктивности озимой пшеницы, повышение устойчивости растений к стрессовым факторам является применение биостимуляторов роста. Значительное влияние на урожайность твердых сортов озимой пшеницы оказал регулятор роста Спринталга, который обеспечил повышение урожайности при двукратной обработке семян и в фазу весеннего кущения растений озимой пшеницы по сравнению с однократной обработкой семян биостимулятором роста районированных сортов: по сорту Крупинка — на 0,79 т/га, сорт Круча — на 0,71 и Одари — на 0,67 т/га.

**Ключевые слова:** регулятор роста, озимая твердая пшеница, сорт, урожайность, экономическая эффективность

**Благодарности:** работа выполнена согласно тематическому плану (Госзадание № 0733-2020-0005).

Original article

## THE INFLUENCE OF THE BIOSTIMULANT OF GROWTH ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER DURUM WHEAT VARIETIES IN THE IRRIGATION CONDITIONS OF DAGESTAN

N.R. Magomedov, A.A. Abdullaev, J.N. Abdullaev, T.G. Babaev

Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan,  
 Makhachkala, Russia

**Abstract.** The results of studies conducted on irrigated lands in the conditions of the Tersk-Sulak subprovince of the Republic of Dagestan, the meadow-chestnut soil of heavy granulometric composition were presented, the effectiveness of using the biostimulant — growth regulator Sprintalga, in the processing of seeds and vegetative plants in the tillering phase of new promising varieties of winter durum wheat (Krupinka — control, Krucha, Odari) were studied. One of the ways to enhance the growth and development of plants, increase the productivity of winter wheat, increase the resistance of plants to stress factors is the use of biostimulants of growth. A significant impact on the yield of winter wheat durum varieties was exerted by the Sprintalga growth regulator, which provided an increase in yield during double seed treatment and in the spring tillering phase of winter wheat plants compared to a single treatment of seeds with a biostimulant for the growth of zoned varieties: for the Krupinka variety — by 0.79 t / ha, the Krucha variety — by 0.71 and the Odari — by 0.67 t / ha.

**Keywords:** growth regulator, winter durum wheat, variety, yield, economic efficiency

**Acknowledgments:** the work was carried out according to the thematic plan (State Task No. 0733-2020-0005).

**Введение.** Для увеличения количества и качества производства зерна необходимо наравне с внедрением новых сортов озимой пшеницы, разрабатывать организационные и агротехнологические мероприятия, благодаря которым улучшаются условия роста и развития растений. Защита растений от болезней и вредителей, неблагоприятных факторов внешней среды, уменьшение потерь озимой пшеницы при уборке урожая. Одним из способов увеличения продуктивности озимой пшеницы является применение полифункциональных препаратов обладающие возможностью влиять на физиологические и морфогенетические процессы растений [1].

Практика совместно с аграрной наукой показала, что использование элитных семян лучших районированных сортов для посева, дает

прибавку урожая зерна и другой продукции растениеводства до 50%. Основное достоинство сортов озимой твердой пшеницы — высокая урожайность, устойчивость к полеганию и осыпанию, засухоустойчивость [2]. Озимые зерновые на орошаемых землях размещаются в основном по поздно убираемым пропашным культурам такие как сорго, кукуруза в том числе и подсолнечник. Глубоко проникающие корни подсолнечника потребляет при формировании урожая достаточное количество влаги и питательных элементов из почвы. После поздно убираемых пропашных культур необходимо вносить высокие дозы минеральных удобрений для восстановления структуры почвы и получения высоких урожаев озимой пшеницы, что не всегда экономически и экологически оправдано. За годы экономических преобразований

внесение минеральных удобрений значительно снизилось при выращивании сельскохозяйственных культур, что привело к снижению продуктивности пашни и появлению отрицательного баланса питательных элементов в почве [3]. Большие дозы минеральных и органических удобрений ведут к большим экономическим затратам и в последствии к негативному воздействию на окружающую среду. Поэтому особого внимания заслуживает применение биологических факторов, являющейся одним из элементов экологического земледелия для повышения плодородия почвы и улучшение условий формирования урожая. Эффективное использование (ФАВ) физиологически активных веществ регуляторов роста, микроэлементов и т.д. в небольших дозировках улучшают качество получаемой продукции,

повышают урожайность сельскохозяйственных культур и экономия основных и переменных расходов. [4,5].

**Цель и задачи исследований.** Целью проведения данного исследования является совершенствование агротехнологий возделывания озимой твердой пшеницы путем использования биостимулятора роста растений Спринталга, при обработке перед посевом семян и обработка в фазу весеннего кущения посевов озимой пшеницы, позволяющего стимулировать развитие корневой системы, усиление кущения растений, сохранение потенциала сортов озимой пшеницы.

В современном земледелии сорт это важная составляющая имеет большое значение для получения высоких урожаев. В сравнении сортов были использованы семена озимой твердой пшеницы, допущенные к использованию в регионах Северо-Кавказских. Для данной почвенно-климатической зоны. На фоне только минерального питания, не позволяет сделать объективную оценку сортов их потенциальной продуктивности. Поэтому изучение на орошаемых землях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана новых продуктивных сортов озимой твердой пшеницы на фоне обработки семян и посевов регулятором роста является актуальным [6,7].

**Методы исследований.** Опыты закладывали в Хасавюртовском районе на опытной станции имени Кирова (2019-2021 гг.). Почва на опытном поле, лугово-каштановая тяжелого гранулометрического состава средней степени окультуренности, в районе опытной станции метеорологические условия характеризуются климатом без резких колебаний, умеренный континентальный засушливый, средняя температура января (+5°C), средняя температура воздуха самого жаркого июля месяца составляет (+28°C).

Посев проводили в оптимальные для зоны сроки — 10-11 октября, норма высева — 5,0 млн семян на 1 га, глубина заделки — 5-6 см.

За годы исследований (2019-2021гг.) количество осадков выпало в пределах нормы (350-450 мм. среднегодовалый показатель).

В течение вегетационного периода влажность почвы на орошаемых землях поддерживалось на уровне 70-75% НВ. Для этого, кроме влагозарядкового полива (1300 -1500 м<sup>3</sup>/га) проводили два вегетационных полива нормой по 1200 м<sup>3</sup>/га, в фазах кущения, до выхода растений в трубку, применялся поверхностный способ

полива по полосам с боковым пуском воды. Проводилась обработка посевов против сорняков гербицидом Примадонна — 0,5-0,6 л/га.

Для изучения эффективности органоминерального биостимулятора роста — Спринталга на продуктивность трех новых перспективных сортов озимой твердой пшеницы (Крупинка, Круча, Одари), использовался биостимулятор роста в опытах согласно дозе (0,5 л/т), указанной в рекомендациях. Семена обрабатывали за 2 дня перед посевом путем смачивания и опрыскивали вегетирующие растения в фазе весеннего кущения.

Предшественник — подсолнечник. Площадь деланки — 110 м<sup>2</sup>; учетной — 100 м<sup>2</sup>. Полевой опыт закладывался методом последовательных повторений.

Схема 1. Обработка семян сортов озимой пшеницы: Крупинка, Круча, Одари, биостимулятором роста растений Спринталга.

Схема 2. Обработка семян озимой твердой пшеницы Крупинка, Круча, Одари, и посевов в фазу весеннего кущения биостимулятором роста растений Спринталга.

Sprintalga — профессиональный высокоэффективный с низкой нормой расхода, органоминеральный биостимулятор роста корневой системы на основе экстракта морских водорослей (72%), общий азот (N) — 14,4%, который обеспечивает высокую энергию прорастания семян, стимулирует развитие полноценной первичной и вторичной корневой системы и усиливает рост вегетативной массы (усиливает кущение).

Полевые наблюдения, лабораторные анализы и обработку результатов исследований проводили в соответствии методики полевого опыта (Б.А. Доспехова).

В исследовании эффективности препарата проводили наблюдения за ростом и развитием растений, на посевах по общепринятым методикам.

— влажность почвы — методом высушивания в диапазоне активной влаги слое почвы (0-60 см) послойно перед посевом, и перед уборкой урожая:

- по содержанию гумуса почвы по Тюрину — 2,6%;
- содержание нитратного азота — 55,0 мг/кг почвы;
- подвижного фосфора — 117,0 мг/кг почвы;
- калий содержание в почве высокое — 386,0 мг/кг почвы.

— РН солевой вытяжки (РН-7,0). Плотность почвы 1,26 г/см<sup>3</sup> пахотного слоя (0-30 см).

Учеты и наблюдения на опытном участке проводились в соответствии с общепринятыми методиками. Урожайные данные подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа. В полевых условиях проводили наблюдения за ростом и развитием растений, а также фитосанитарного состояния, агроценоза посевов по общепринятой методике. На площадках (0,25 м<sup>2</sup>), определяли полевую всхожесть, количество, и густоту стояния растений. Учет степени поражения и распространенности болезней по общепринятой методике учета [8,9].

**Результаты и их обсуждение.** Биостимулятор роста Спринталга имеет высокую физиологическую активность, влияет как на внутреннюю (клеточная структура, аминокислоты, макроэлементы и т.д.) так и на внешние факторы (климатические, влагообеспеченность, болезни и т.д.), что в свою очередь улучшает рост корневой системы и развитие растений [10,11]. Основным показателем качества семян это всхожесть, на количество всхожих семян и интенсивность прорастания значительное влияние оказывают и регуляторы роста [12]. Нами изучалось влияние регулятора роста, на процессы развития растений озимой пшеницы. Данные представленные в таблице 1 свидетельствуют о степени влияния препарата на всхожесть семян и структуру урожайности исследуемых сортов озимой пшеницы, по сравнению с контрольным вариантом.

Предпосевная обработка семян показала, что применение препарата способствует лучшей приживаемости растений формирование сильных и гармонично развитых растений с высоким потенциалом продуктивности элементов структуры урожая по отношению к контрольному варианту. Значительное увеличение показателей из сортов отмечено у сорта Одари при обработке семян биопрепаратом Спринталгой, коэффициент продуктивной кустистости — 1,11 (в контроле — 1,08); количество продуктивных стеблей — 346 шт./м<sup>2</sup> (в контроле — 326 шт./м<sup>2</sup>); масса зерен с 1-го колоса — 2,23 г. (в контроле — 2,12 г.); масса 1000 зерен — 49,5 г. (в контроле — 47,1 г.). Отсюда напрашивается вывод, что биостимулятор роста способствует лучшей приживаемости растений, увеличивая корневую систему. В вариантах опыта с сортами Крупинка, Круча у исследуемых сортов также наблюдалось значительное прибавление всех абсолютных значений по сравнению с контролем на 1,9-5%.

Таблица 1. Влияние на элементы структуры урожайности озимой пшеницы при обработке семян биостимулятором роста Спринталга (среднее за 2019-2021 гг.)  
Table 1. Influence on the elements of the yield structure of winter wheat when treating seeds with the Sprintalga growth biostimulant (average for 2019-2021)

Вариант	Крупинка					Круча					Одари				
	Кол-во растений на 1 м <sup>2</sup>	Кол-во прод. стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Коэф. продукт. кустистости	Масса зерен с 1 кол. г.	Масса 1000 зерен, г.	Кол-во растений на 1 м <sup>2</sup>	Кол-во прод. стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Коэф. продукт. кустистости	Масса зерен с 1 кол. г.	Масса 1000 зерен, г.	Кол-во растений на 1 м <sup>2</sup>	Кол-во прод. стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Коэф. продукт. кустистости	Масса зерен с 1 кол. г.	Масса 1000 зерен, г.
Контроль (без обработки)	298	318	1,07	2,01	44,7	302	324	1,08	2,05	45,2	302	326	1,08	2,12	47,1
Обработка семян регулятор. роста (0,5 л/т)	305	338	1,11	2,09	47,4	307	335	1,09	2,17	48,2	306	340	1,11	2,23	49,1
Обработка семян и посевов регулятор. Роста (0,5 л/т)	302	340	1,12	2,2	48,3	303	341	1,12	2,24	49,8	302	348	1,15	2,35	51,9



При обработке семян биопрепаратом перед посевом у озимой пшеницы прорастания и всхожесть семян, формирование корневой системы, кустистость увеличивается, масса зерна с колоса повысилась. Применение препарата повлияло на ростовые процессы, стимулирующее воздействие на растение привели к образованию большего количества продуктивных стеблей.

Нами были проведены исследования совместной двукратной обработки семян и вегетирующих растений озимой пшеницы (обработка семян и посевов), направленные на изучения воздействия на рассматриваемые показатели. Исследования при совмещении двух способов использования биостимулятора роста, обнаруживается суммарное значение влияние препарата на развитие растений. Применение препарата повлияло на ростовые процессы, стимулирующее воздействие на растения привели к образованию большего количества продуктивных стеблей. Данная закономерность проявляется у всех трех сортов, как при однократной обработке семян, так и двукратно семян и посевов.

При обработке семян и посевов в фазе кущения отличился сорт Одари, как по отношению к однократной обработке семян так и к контрольному варианту. Количество продуктивных стеблей составило 348 шт./м<sup>2</sup>, масса зерен в 1 колосе — 2,35 г., масса 1000 зерен — 51,9 г., а при однократной обработке количество продуктивных стеблей на 8 шт./м<sup>2</sup> меньше, (контроль на 46 шт./м<sup>2</sup>), масса зерен в 1 колосе при обработке семян на — 0,12 г. меньше, (контроль на 0,23 г.), при однократной обработке масса 1000 зерен на 0,28 г. меньше, (контроль на 0,48 г.)

При совмещении двух способов обработки (семян и посевов) биостимулятором роста приводит к более высокой хозяйственно-экономической эффективности по прибавке урожая и более рациональное использование дорогостоящих водорастворимых удобрений. Исследования по биостимулятору роста показали, что Спринталга оказала положительное влияние на повышение урожайности зерна изучаемых сортов озимой твердой пшеницы. В среднем за 2019-2021 годы проведения исследований наибольший урожай зерна — 7,88 т/га, достигнут по сорту Одари, в варианте обработки семян перед посевом и посевов в фазе кущения биостимулятором роста. Сравнительная оценка данных, представленных, в таблице 2 показывает, что наиболее эффективно двукратное применение исследуемого препарата, так во всех вариантах опыта зафиксирована наибольшая прибавка урожая по сравнению с од-

Таблица 2. Урожайность сортов озимой твердой пшеницы в зависимости от обработки регулятором роста  
Table 2. Yield of winter durum wheat varieties depending on the treatment by the growth regulator

сорта	Использование регулятора роста	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Крупинка	Без обработки	6,21	6,43	6,35	6,33
	С обработкой семян	6,41	6,75	6,81	6,66
	С обработкой семян и посевов	7,06	7,50	7,78	7,45
Круча	Без обработки	6,37	6,79	6,84	6,66
	С обработкой семян	6,61	6,93	7,22	6,92
	С обработкой семян и посевов	7,33	7,61	7,94	7,63
Одари	Без обработки	6,59	6,72	6,92	6,74
	С обработкой семян	16,88	7,26	7,49	7,21
	С обработкой семян и посевов	7,52	7,88	18,25	7,88
НСР <sub>05</sub>		0,17	0,18	0,19	0,18

нократным использованием препарата (обработка семян): по сорту Одари — 0,67 т/га, Круча — 0,71 и Крупинка — 0,79 т/га. По отношению к контролю (без обработки семян и посевов) показатели урожайности еще выше, Одари — на 1,14 т/га., Круча — на 0,97 т/га. и Крупинка — 1,12 т/га.

Экономическая эффективность возделывания зерновых культур является главным критерием и показывает в денежном выражении выгоду от применения различных технологий производств. Повышения экономической эффективности агрономических приемов, это снижение затрат постоянных и переменных на единицу площади, увеличение объема валовой продукции [13].

Один из факторов влияния на величину прибыли это урожайности. Проведена сравнительная оценка экономической эффективности, применения препарата биостимулятора роста Спринталга на семенах, и при комбинированной обработке семян и растений озимой пшеницы в фазе кущения (таблица 3). В среднем за 2019-2021 гг., был получен наибольший чистый доход по сорту, Одари — 58115 руб./га, при рентабельности производства 280,9%, что на 6240 руб./га. больше, чем в варианте без обработки посевов раствором, и на 10710 руб./га. без обработки семян и посевов.

Согласно нашим опытам подтверждается эффективность возделывания озимой пшеницы на фоне внесения двукратно биостимулятора Спринталга, включающих в себя протравливание семян перед посевом и вегетирующих растений в фазе кущения, что обеспечивает более высокую урожайность зерна, экономически оправданную.

Проведенные опыты и наблюдения показали, применение биостимулятора роста растений

Спринталга на озимой пшенице оказывает значительное воздействие на ростовые процессы быстрое образование корней и вегетативной массы посевов, устойчивость растений к стрессовым ситуациям (пестицидному, перепадам температур и др.) [14]. Эффективность применения препарата зависит от правильно выбранного способа его применения, обработки семян и посевов (раздельно или в комбинации).

**Выводы.** Следовательно делаем выводы, что из изученного набора сортов наибольшая урожайность озимой твердой пшеницы — 7,88 т/га, в среднем была достигнута по сорту Одари, при обработке семян и посевов регулятором роста — Спринталгой. В среднем за 2019-2021 гг., урожайность сортов озимой твердой пшеницы при обработке семян и посевов регулятором роста, была выше, чем без обработки (контроль) у сорта Одари — на 1,14 т/га, Круча — на 0,97 т/га. и у сорта Крупинка (контроль) — на 1,12 т/га. Так же отметим положительную тенденцию изменения массы 1000 зерен у сорта Одари, которая увеличивалась на 4,8 г. Озерненность колоса и масса 1000 зерен оказали влияние на массу зерна в колосе, которая изменялась по вариантам опыта и была наибольшей у сорта Одари — 2,35 г. в контрольном варианте были более легковесными на 0,23 г.

Важна здесь и экономическая составляющая применение регуляторов роста, при небольших затратах стимулятор роста дает прибавку урожая и общая прибыль в результате чего увеличивается.

Наибольший чистый доход Регулятор роста — Спринталга, обеспечил при двукратном его применении (семян и посевов) по сорту Одари — 58115 руб. с 1 га, при рентабельности производства 280,9%, в среднем за годы проведения исследований.

Таблица 3. Экономическая оценка возделывание сортов озимой пшеницы в зависимости от обработки биостимулятором роста, среднее за 2019-2021 гг., (руб./га)  
Table 3. Economic assessment of the cultivation of winter wheat varieties depending on the treatment with a growth biostimulant, average for 2019-2021, (rubles / ha)

Сорта	Использование регулятора роста	Урожайность	Затраты	Стоимость продукции	Чистый доход	Себестоимость, т/руб.	Рентабельность, %
Крупинка	Без обработки	6,33	20195	63300	43135	3190,3	213,4
	С обработкой семян	6,92	20225	66600	46375	3036,8	229,3
	С обработкой семян и посевов	7,45	20685	74500	53815	2776,5	260,2
Круча	Без обработки	6,66	20195	66600	46405	3032,2	229,8
	С обработкой семян	6,92	20225	69200	48975	2922,7	242,1
	С обработкой семян и посевов	7,63	20685	76300	55615	2711,0	266,9
Одари	Без обработки	6,74	20195	67400	47205	2996,3	233,7
	С обработкой семян	7,21	20225	72100	51875	2805,1	256,5
	С обработкой семян и посевов	7,88	20685	78800	58115	2625,0	280,9





## Список источников

1. А.П. Твердюков и др. Экологически безопасный метод защиты растений // Химия в сельском хозяйстве. 1992. № 4. С. 43-46.
2. Воронов С.И., Плескачев Ю.Н., Ильяшенко П.В. Основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы // Плодородие, 2020. № 2(113). С. 64-66.
3. Магомедов Н.Н. Продуктивность озимой твердой пшеницы на лугово-каштановых почвах Терско-Сулакской подпровинции Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2012. № 1(9). С. 44-48.
4. Калинин Ф.Л. Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве Ф.Л. Калинин. Киев: Урожай, 1989. С. 168
5. Semykin, V.A., Pigorev, I.Ya., Zyukin, D.A. (2020). The influence of scale factor on the realization of natural potential of grain farming in the region. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming, p. 012003.
6. Мудрова А.А. Селекция озимой твердой пшеницы на Кубани // Краснодар, 2004. С. 190
7. Пасько С.В. Сортовая вариабельность, продуктивный адаптивный потенциал и качество урожая сортов озимой пшеницы // Земледелие. 2011. № 6. С. 22-23.
8. Балашов В.В., Агафонов А.К. Влияние регуляторов роста и фунгицидов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в подзоне светлокштановых почв Волгоградской области // Плодородие. 2013. № 1(70). С. 28-30.
9. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений // М.: Агропромиздат, 1987. С. 224.

10. Тараканов И.Г. Фундаментальные и прикладные исследования регуляторов роста. // XX Международной конференции по ростовым веществам растений. Гавриш. 2011. № 1. С. 48-51.
11. Shirasu Ken. Regulators of cell death in disease resistance // Plant Mol. Biol. 2000. № 3. P. 371-385.
12. Князева Т.В. Регулятор роста растений в Краснодарском крае. Монография. Краснодар. 2013. С. 95-103.
13. Говоркова С.Б. Экономическая эффективность применения регуляторов роста растений в технологии возделывания озимой пшеницы // Защита и карантин растений. 2019. № 8. С. 15-17.
14. Желев Н. Снижение влияния абиотических факторов стресса на растения Triticum aestivum L. использованием природного регулятора роста регалг // Науки о жизни. 2016. № 3(330). С. 72-79.

## References

1. A.P. Tverdyyukov et al. (1992). Ecologically safe method of plant protection. Chemistry in agriculture, no. 4, pp. 43-46.
2. Voronov S.I., Pleskachev Yu.N., Ilyashenko P.V. (2020). Fundamentals of production of high-quality grain of winter wheat. Fertility, no. 2(113), pp. 64-66.
3. Magomedov N.N. (2012). Productivity of winter durum wheat on meadow-chestnut soils Tersko-Sulakskoy podprovintii Dagestana. Problemy razvitiya APK regiona, no. 1(9), pp. 44-48.
4. Kalinin F.L. (1989). Application of growth regulators in agriculture. F.L. Kalinin. Kyiv: Urozhay, p. 168
5. Semykin V.A., Pigorev I.Ya., Zyukin D.A. (2020). The influence of scale factor on the realization of natural po-

- tential of grain farming in the region. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming, p. 012003.
6. Mudrova A.A. (2004). Selection of winter durum wheat in Kuban. Krasnodar, 190 p.
7. Pasko S.V. (2011). Varietal variability, productive adaptive potential and quality of harvest of winter wheat varieties. Agriculture, no. 6, pp. 22-23.
8. Balashov V.V., Agafonov A.K. (2013). The influence of growth regulators and fungicides on the yield and quality of the grain of winter wheat in the subzone of light chestnut soils of the Volgograd region. Fertility, no. 1(70), pp. 28-30.
9. Methods of determination of diseases and pests of agricultural plants. Moscow: Agropromizdat, 1987, 224 p.
10. Tarakanov I.G. (2011). Fundamental and Applied Research of Growth Regulators. XX International Conference on Plant Growth Substances. Gavriush, no. 1, pp. 48-51.
11. Shirasu Ken. Regulators of cell death in disease resistance. Plant Mol. Biol. 2000, no. 3, pp. 371-385.
12. T.V. Knyazeva (2013). Plant growth regulator in the Krasnodar region. Monograph. Krasnodar, pp. 95-103.
13. Govorkova S.B. (2019). Economic efficiency of the use of plant growth regulators in the technology of cultivation of winter wheat. Protection and quarantine of plants, no. 8, pp. 15-17.
14. Zhelev N. (2016). Reducing the influence of abiotic stress factors on plants Triticum aestivum L. using the natural regulator of growth regalg. Life Sciences, no. 3(330), pp. 72-79.

## Информация об авторах:

- Магомедов Нурулислам Раджабович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией семеноводства и кормопроизводства, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4391-3321>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)
- Бабаев Тофик Тагиевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и кормопроизводства, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3243-3367>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)
- Абдуллаев Жамиддин Нисреддинович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и кормопроизводства, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-647X>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)
- Абдуллаев Алисалам Абдуллаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и кормопроизводства, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7653-7531>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)

## Information about the authors:

- Nurulislam R. Magomedov**, doctor of agricultural sciences, professor, head of the laboratory of seed production and feed production, Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4391-3321>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)
- Tofig T. Babayev**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of seed production and feed production, Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3243-3367>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)
- Zamididdin N. Abdullayev**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of seed production and feed production, Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-647X>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)
- Alisalam A. Abdullayev**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of seed production and feed production, Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7653-7531>, [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)

✉ [ozemledeliya@mail.ru](mailto:ozemledeliya@mail.ru)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»

**Международный журнал прикладных наук и технологий «INEGRAL»** издается 6 раз в год.

- Стратегический научный партнер журнала «Государственный университет по землеустройству».
- **INEGRAL** цитируется в РИНЦ, Google Scholar, КиберЛенинке.
- Научным публикациям присваивается международный **цифровой индикатор DOI**.
- Журнал участник программы **открытого доступа** к научным публикациям.

Контакты: <https://e-integral.ru>, [e-science@list.ru](mailto:e-science@list.ru)



Научная статья  
УДК 631:631.458  
doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_355

## АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ С УРОЖАЙНОСТЬЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

О.А. Митрохина, Л.Н. Караулова

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос содержания основных микроэлементов (медь, цинк, марганец, бор) в различных по типовому составу почвах Центрально-Черноземного региона и их влияние на урожайность основных сельскохозяйственных культур. Исследования выполнялись на территории Курской области, на базе лаборатории агрохимии и геоинформационных систем Курского ФАНЦ. Источником информации являются данные почвенно-агрохимического обследования территорий районов Курской области за 1960–2020 гг., выполненных агрохимической службой по различным турам, и литературные данные. Цель работы — определить содержание микроэлементов в основных типах почв, распространенных на территории Курской области и установить их взаимосвязи с урожайностью основных сельскохозяйственных культур на изучаемой территории. Результаты исследований и анализом литературных данных установлено, что на территории Курской области содержание таких микроэлементов, как медь, цинк, марганец — низкое, содержание бора — среднее. Наименее обеспечены микроэлементами (медью, цинком) серые лесные почвы, имеющие легкий гранулометрический состав и более низкое содержание гумуса. Более низкое содержание подвижного марганца отмечалось в черноземе типичном и карбонатном. Микроэлементный состав почв имеет различные по степени тесноты связи с урожайностью сельскохозяйственных культур на изучаемой территории.

**Ключевые слова:** микроэлементы, медь, цинк, марганец, бор, почва, содержание, серые лесные почвы, чернозем, урожайность, взаимосвязь

Original article

## ANALYSIS OF THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN DIFFERENT SOIL TYPES AND THEIR RELATIONSHIP WITH CROP YIELDS ON THE TERRITORY OF CENTRAL CHERNOZEM REGION

О.А. Mitrokhina, L.N. Karaulova

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

**Abstract.** The article deals with the issue of the content of main trace elements (copper, zinc, manganese, boron) in the soils of Central Chernozem region with different typical composition and their effect on the yield of main crops. The research was carried out on the territory of Kursk region, on the basis of the Laboratory of agrochemistry and geoinformation systems of Federal Agricultural Kursk Research Center. The source of information is the data of the soil-agrochemical survey of the district territories of Kursk region for the periods of 1960–2020, performed by the agrochemical service on various tours and literary data. The purpose of the work was to determine the content of trace elements in the main types of soils common in Kursk region and to establish their relationship with the yields of main crops in the studied area. The results of the research and the analysis of literary data showed that in the area of Kursk region the content of trace elements such as copper, zinc, manganese is low, the content of boron is average. Gray forest soils with light granulometric composition and lower humus content are the least provided with trace elements (copper, zinc). Lower content of mobile manganese was observed in typical and carbonate chernozem. The microelement composition of soils has a different degree of closeness with the yield of crops in the studied area.

**Keywords:** microelements, copper, zinc, manganese, boron, soils, content, gray forest soils, chernozem soils, yield, relationship

**Введение.** Первое научное определение почвы было дано в 1886 г. В.В. Докучаевым: почва — это горизонты горных пород (все равно каких), которые были в различной степени изменены влиянием воды, воздуха и различного рода организмов (живых и мертвых), что и сказывается известным образом на структуре, составе и цвете таких образований [1].

Пахотные почвы Курской области имеют не только различный типовой состав, но и разную степень обеспеченности микроэлементами. Известно, что основным источником поступления микроэлементов в почву являются почвообразующие породы, они имеют разный гранулометрический состав и заметно различающийся микроэлементный состав [2]. Почвы Курской области разнообразны, но основными типами почв на данной территории являются различные черноземы (типичные, оподзоленные, выщелоченные и др.). Они занимают около 2/3 территории. Существенная часть почвенного покрова

(1/5 площади) представлена серыми лесными почвами и их подтипами (темно-серые, светло-серые и др.), они распространены в северо-западных районах области. В общий массив черноземных и серых лесных почв пятнами включены песчаные, лугово-черноземные, болотные и некоторые другие типы почв [3–5].

По гранулометрическому составу черноземы делятся на тяжелосуглинистые или глинистые, а серые почвы — на легкосуглинистые и средне-суглинистые разновидности [6].

Черноземы типичные (мощные) — это структурные почвы, на данных почвах растения имеют лучшие условия для роста, это объясняется тем, что в крупные поры этих почв свободно проникает воздух, кроме того, для них характерен большой запас питательных веществ, прочная комковато-зернистая структура и значительное плодородие. Общие запасы гумуса таких черноземов доходят до 9% и более [7]. Чернозем типичный мощный является лучшей

почвой Курской области и занимает 26,1% территории. На ней выращивают такие сельскохозяйственные культуры, как пшеница, кукуруза, сахарная свекла и др. Встречаются данные почвы в Горшеченском, Солнцевском, Щигровском районах. Однако сплошного распространения они и здесь не имеют.

Чернозем выщелоченный (занимает 20,8% территории) существенно отличается от типичного чернозема по своим морфологическим и физико-химическим признакам. Такие почвы распространены в Курском, Щигровском, Льговском районах.

Оподзоленные черноземы (19,9% территории) совмещают в себе признаки лесных почв и черноземов типичных. Районами распространения оподзоленного чернозема вместе с серыми лесными почвами являются Дмитриевский, Золотухинский, Рьльский и другие районы. На остальной территории он может встречаться в виде отдельных массивов [7].

Карбонатный чернозем менее распространен в Курской области. Содержание гумуса в этих почвах составляет около 8-9%. Материнской породой служат лесовидные суглинки и глины.

Лугово-черноземные почвы занимают незначительную часть области (0,5%), характеризуются высоким содержанием гумуса в верхних горизонтах (до 17%), с глубиной происходит его снижение. Эти почвы в ряде случаев тяжелые по гранулометрическому составу, обладают благоприятной водопроходной структурой и высокой водоудерживающей способностью [7].

В северо-западной части Курской области с наиболее расчлененным рельефом имеют преимущественное распространение дерново-подзолистые и серые лесостепные почвы (10,5% территории). Сравнительно крупные массивы серых лесных почв встречаются в Беловском, Бесединском, Золотухинском районах. Мелкие пятна этих почв встречаются и в других районах области [8].

Серые лесостепные почвы по содержанию гумуса, степени оподзоленности и другим свойствам делятся на три группы: светло-серые, серые и темно-серые. Пахотные горизонты этих почв обычно имеют комковато-пылеватую структуру, содержание гумуса составляет 3-6%. Светло-серые и серые почвы большей частью расположены на пологих склонах, примыкающих к долинам рек (0,8% территории). Для них характерен маломощный гумусовый горизонт (18-20 см), содержание гумуса — 2-3%. Эти почвы по своим качествам считаются менее плодородными. Они нуждаются во внесении минеральных и органических удобрений [7, 9]. Темно-серые лесные почвы обладают наилучшими физико-химическими свойствами по сравнению с серыми и светло-серыми, содержание перегноя доходит до 4-5%. Они распространены островами в Льговском, Глушковском, Рыльском и Кореневском районах [7-12].

Многое в вопросе влияния микроэлементного состава почв на урожайность сельскохозяйственных культур уже довольно хорошо изучено. Но, несмотря на столь важную роль и длительный опыт изучения данной проблемы, все еще существует много открытых вопросов, связанных с особенностями взаимодействия микроэлементов и урожайности сельскохозяйственных культур [13, 14]. Поэтому необходимость более детального комплексного изучения содержания микроэлементов в почвах различного типа и влияния их на урожайность сельскохозяйственных культур в настоящее время становится очевидной.

**Цель исследований** — определить содержание микроэлементов в основных типах почв, распространенных на территории Курской области, и установить их взаимосвязи с урожайностью основных сельскохозяйственных культур на изучаемой территории.

**Объектом научно-теоретических исследований** являются взаимосвязи между урожайностью сельскохозяйственных культур в Центрально-Черноземном регионе (ЦЧР) и содержанием микроэлементов в изучаемых почвах.

**Научная новизна исследований** состоит в научном обосновании количественного учета ресурсного потенциала почв Курской области, учете фактора содержания микроэлементов в почвах и их влияния на урожайность основных сельскохозяйственных культур на изучаемой территории.

**Методы и методология проведения исследований.** Исследования выполняются на территории Курской области, на базе лаборатории агрохимии и геоинформационных систем

Курского федерального аграрного научного центра. Источником информации являются данные почвенно-агрохимического обследования территорий районов Курской области за 1960-2020 гг., выполненных агрохимической службой по различным турам, и литературные данные.

Для агрохимической характеристики почвы применялись следующие методики: подвижная медь (ГОСТ 50683-94), подвижный марганец (ГОСТ P50682-94), подвижный цинк (ГОСТ 50686-94), подвижный бор (ГОСТ 50688-94). В работе используются корреляционно-регрессионный и дисперсионный методы анализа данных, тематическое моделирование и статистическая обработка данных с использованием программного обеспечения Microsoft-Office (MS Excel).

**Ход исследований.** Обобщение результатов собственных исследований и литературных данных свидетельствует о сложности изучаемых процессов поведения форм микроэлементов в почвах. Содержание их в почвах — это результат влияния ряда факторов и условий, которые в различных почвах складываются по-особому и приводят к получению различных по значению данных [15,16].

Известно, что различные типы почв имеют разный гранулометрический состав, содержание и качество гумуса, реакцию среды и запас элементов питания. Микроэлементы не являются исключением. Поэтому большой интерес и практическое значение имеет установление содержания микроэлементов в почвах различного типового состава на территории Курской области.

**Результаты исследований.** В таблице представлено содержание подвижных микроэлементов (бора, меди, марганца и цинка) в различных типах почв Курской области. Анализ данных таблицы указывает на то, что по содержанию таких элементов, как цинк, медь, марганец почвы области независимо от их типа и соответствующих показателей, от которых зависит содержание данных элементов (гумус, pH, и т.д.), относятся к низкообеспеченным. Причем самое низкое содержание меди и цинка наблюдалось в светло-серых лесных почвах, марганца — в черноземе карбонатном и типичном. Более высокое содержание подвижного марганца в серых лесных почвах можно объяснить кислой реакцией среды почв данного типа. Известно, что кислые и слабокислые почвы содержат большее количество марганца. Содержание бора в почвах среднее. Все это свидетельствует о серьезной проблеме обеспеченности почв области данными микроэлементами. Причин этому может быть много, возможно главной же из них выступает нарушение баланса элементов питания между выносом их урожаем сельскохозяйственных культур и возвращением их в почву.

Анализ варьирования подвижных микроэлементов в изучаемых почвах показал, что коэффициенты варьирования микроэлементов выше в карбонатном черноземе, лугово-черноземном типе почв и серых лесных почвах.

Несмотря на то, что микроэлементы необходимы растениям в малых количествах, их роль огромна. Функции каждого необходимого микроэлемента в растениях строго специфичны, ни один элемент не может быть заменен другим. Недостаток любого макро- или микроэлемента приводит к нарушению физиологических процессов у растений, ухудшению их роста и развития, снижению урожая и его качества [12].

Взаимосвязь между зависимыми явлениями может быть правильно выражена и оценена с помощью корреляционного и регрессионных анализов. Проведенные нами исследования

указывают на то, что различные культуры имеют разную потребность в том или ином микроэlemente. По усредненным величинам содержания микроэлементов в почвах областей и количественной величине урожайности отдельных сельскохозяйственных культур получены регрессионные уравнения взаимосвязи данных показателей ( $Y$  — урожайность изучаемой культуры, ц/га;  $Zn$  — содержание подвижного цинка в почве, мг/кг;  $Mn$  — содержание подвижного марганца в почве, мг/кг;  $B$  — содержание подвижного бора в почве, мг/кг).

Таблица. Содержание подвижных микроэлементов в почвах Курской области  
Table. The content of mobile trace elements in the soils of the Kursk region

Подтип почвы	Lim min-max	$x \pm Sd$	V%
<b>Бор</b>			
Светло-серые	0,31-0,44	0,35 $\pm$ 0,006	12
Серые лесные	0,34-0,46	0,37 $\pm$ 0,004	8
Темно-серые лесные	0,31-0,42	0,35 $\pm$ 0,003	8
Черноземы оподзоленные	0,31-0,49	0,38 $\pm$ 0,006	13
Черноземы выщелоченные	0,3-0,4	0,36 $\pm$ 0,003	7
Чернозем типичный	0,33-0,46	0,38 $\pm$ 0,004	9
Чернозем карбонатный	0,28-0,47	0,38 $\pm$ 0,01	16
Лугово-черноземные	0,31-0,49	0,39 $\pm$ 0,009	16
<b>Медь</b>			
Светло-серые	0,04-0,12	0,06 $\pm$ 0,004	41
Серые лесные	0,05-0,1	0,07 $\pm$ 0,002	23
Темно-серые лесные	0,09-0,05	0,07 $\pm$ 0,002	21
Черноземы оподзоленные	0,04-0,09	0,07 $\pm$ 0,002	28
Черноземы выщелоченные	0,04-0,1	0,07 $\pm$ 0,003	32
Чернозем типичный	0,04-0,11	0,08 $\pm$ 0,003	25
Чернозем карбонатный	0,05-0,11	0,09 $\pm$ 0,003	25
Лугово-черноземные	0,06-0,11	0,08 $\pm$ 0,003	22
<b>Цинк</b>			
Светло-серые	0,44-1,2	0,70 $\pm$ 0,03	34
Серые лесные	0,45-1,2	0,81 $\pm$ 0,03	28
Темно-серые лесные	0,44-1,0	0,75 $\pm$ 0,02	18
Черноземы оподзоленные	0,5-1,1	0,78 $\pm$ 0,02	20
Черноземы выщелоченные	0,4-1,1	0,77 $\pm$ 0,02	24
Чернозем типичный	0,7-1,1	0,89 $\pm$ 0,02	16
Чернозем карбонатный	0,2-1,3	0,81 $\pm$ 0,05	43
Лугово-черноземные	0,4-1,2	0,74 $\pm$ 0,04	32
<b>Марганец</b>			
Светло-серые	4-9,2	6,61 $\pm$ 0,2	22
Серые лесные	5-10,7	7,60 $\pm$ 0,23	25
Темно-серые лесные	4,6-9,8	6,96 $\pm$ 0,27	21
Черноземы оподзоленные	4,0-11,0	7,29 $\pm$ 0,24	27
Черноземы выщелоченные	3,6-11,2	6,96 $\pm$ 0,27	32
Чернозем типичный	4,0-9,9	5,45 $\pm$ 0,31	34
Чернозем карбонатный	3,4-9,8	5,69 $\pm$ 0,35	40
Лугово-черноземные	4,2-8,8	6,36 $\pm$ 0,25	25



На территории Курской области выявлена тесная зависимость урожайности таких культур, как озимая пшеница, ячмень, подсолнечник, соя, сахарная свекла, овес от содержания подвижного цинка в почве. Увеличение уровня микроэлемента в почве способствует росту урожайности культур:

У озимой пшеницы =  $31,02+15,39 \cdot \text{Zn}$   $R^2=36,17$   
 У ячменя =  $20,51+18,99 \cdot \text{Zn}$   $R^2=54,63$   
 У подсолнечника =  $14,31+13,0 \cdot \text{Zn}$   $R^2=66,24$   
 У сои =  $8,06+20,39 \cdot \text{Zn}$   $R^2=52,90$   
 У сахарной свеклы =  $207,84+45,73 \cdot \text{Zn}$   $R^2=62,52$   
 У овса =  $21,01+8,69 \cdot \text{Zn}$   $R^2=70,38$

Согласно полученному уравнению регрессии, урожайность кукурузы на зеленый корм в изучаемой местности имеет связь с содержанием подвижного марганца в почвах области:

У кукурузы на зеленый корм =  $17,61+11,38 \cdot \text{Mn}$   $R^2=42,79$

Урожайность проса существенно зависит от содержания марганца и цинка в почве. Причем при росте подвижного цинка растет урожайность культуры:

У проса =  $7,04-0,77 \cdot \text{Mn}+16,6 \cdot \text{Zn}$   $R^2=96,52$

На урожайность сои в большей степени оказало влияние содержание подвижного бора в почвах:

У сои =  $13,10+15,83 \cdot \text{B}$   $R^2=57,18$

**Выводы.** Таким образом, на территории Курской области наблюдается низкая обеспеченность почв разной типовой принадлежности такими микроэлементами, как медь, цинк, марганец. Наименее обеспечены микроэлементами (медью, цинком) серые лесные почвы (среднее содержание подвижной меди — 0,06-0,07 мг/кг, цинка — 0,70-0,89 мг/кг), имеющие легкий гранулометрический состав и более низкое содержание гумуса. Низкое содержание подвижного марганца отмечалось в черноземе типичном и карбонатном (5,45-5,69 мг/кг). Содержание подвижного бора среднее.

Проведенные нами исследования указывают на различные по своей значимости взаимосвязи урожайности изучаемых сельскохозяйственных культур с микроэлементным составом почв. Так, на территории Курской области выявлена тесная зависимость урожайности таких культур, как озимая пшеница, ячмень, подсолнечник, соя, сахарная свекла, овес от содержания подвижного цинка в почве.

Урожайность кукурузы на зеленый корм в изучаемой местности имеет связь с содержанием подвижного марганца в почвах области. Урожайность проса существенно зависит от содержания марганца и цинка в почве.

В связи с этим очень важно обеспечить земледелие области необходимым ассортиментом и количеством микроудобрений, найти

правильные научно обоснованные, оптимальные решения по сбалансированному комплексному их применению и на этой основе увеличить урожайность и качество продукции возделываемых сельскохозяйственных культур.

**Список источников**

- Макаренко Т.М., Воробьева Е.В. Большой практикум почвы: практическое пособие для студентов биологического факультета. Гомель, 2007. 155 с.
- Дубовик Д.В., Дубовик Е.В. Тяжелые металлы в склоновом агроландшафте: монография. Курск, 2016. 170 с.
- Безлер Н.В., Девятова Т.А., Горбунова Н.С., Черепухина И.В., Громовик А.И. Влияние длительного использования соломы зерновых культур и целлюлозолитического микроорганизма на микробное сообщество почвы и содержания обменных соединений цинка в черноземах выщелоченных // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 36-44.
- Федоров А.С., Горячкин С.В., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. География почв: учебное пособие. СПб., 2016. 256 с.
- Муха Д.В. Естественно-антропогенная эволюция почв (обучение закономерности и зональные особенности): монография. Курск, 2004. 271 с.
- Пироженко В.В., Цыганков Д.Н., Мирошниченко О.Н. Мониторинг состояния плодородия пахотных почв Курской области // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 4. С. 12-15.
- Кураченко Н.Л. Свойства и режим почв: лабораторный практикум. Красноярск, 2020. 108 с.
- Кудинова М.Р., Колокольникова Т.К. Почвы. URL: <https://gorenka.org/index.php/iz-istorii-kraya/1719> (дата обращения: 05.03.22).
- Лазарев В.И., Айдиев А.А., Золотарева И.А., Стифеев А.И., Шершнева О.М. Эффективность микроэлементных удобрений в условиях Курской области: монография. Курск, 2013. 117 с.
- Антонова Ж.А., Климентова Е.Г., Рассадина Е.В. Почвы Поволжья: учебно-методическое пособие. Ульяновск, 2016. 272 с.
- Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace Elements in Soils and Plants*. 4th ed. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 534 p.
- Rutkowska, B., Szulc, W., Spychaj-Fabisiak, E., Pior N. (2017). Prediction of molybdenum availability to plants in differentiated soil conditions. *Plant Soil Environ*, vol. 63, no. 11, pp. 491-497.
- Котлярова Е.Г., Титовская Л.С. Подсолнечник. Интенсификация и адаптация технологии возделывания: монография. Белгород, 2020. 153 с.
- Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1984. 304 с.
- Митрохина О.А. Содержание микроэлементов в почве и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур // Агрохимический вестник. 2021. № 5. С. 40-46.
- Чуян О.Г., Караулова Л.Н., Митрохина О.А. К вопросу управления плодородием почв и продуктивностью пашни в агроландшафтах Центрально-Черноземного региона // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5 (383). С. 27-31.

**References**

- Макаренко, Т.М., Воробьева, Е.В. (2007). *Bol'shoi praktikum pochvy: prakticheskoe posobie dlya studentov biologicheskogo fakul'teta* [Large soil workshop: a practical guide for students of the faculty of biology]. Gomel, 155 p.

2. Dubovik, D.V., Dubovik, E.V. (2016). *Tyazhelye metally v sklonovom agrolandshafte: monografiya* [Heavy metals in the sloping agricultural landscape: monograph]. Kursk, 170 p.

3. Bezler, N.V., Devyatova, T.A., Gorbunova, N.S., Cherupukhina, I.V., Gromovik, A.I. (2022). Vliyaniye dlitel'nogo ispol'zovaniya solomy zernovykh kul'tur i tsellyulozoliticheskogo mikromitseta na mikrobnoye soobshchestvo pochvy i soderzhaniya obmennyykh soedineniy tsinka v chernozemakh vyshchelochennykh [Influence of long-term use of cereal straw and cellulolytic micromycete on soil microbial community and content of zinc exchange compounds in leached chernozems]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 1, pp. 36-44.

4. Fedorov, A.S., Goryachkin, S.V., Kasatkina, G.A., Fedorova, N.N. (2016). *Geografiya pochv: uchebnoye posobie* [Soil geography: study guide]. Saint-Petersburg, 256 p.

5. Mukha, D.V. (2004). *Estestvenno-anthropogennaya ehvolyutsiya pochv (obshchie zakonornosti i zonal'nye osobennosti): monografiya* [Natural-anthropogenic evolution of soils (general patterns and zonal features): monograph]. Kursk, 271 p.

6. Pirozhenko, V.V., Tsygankov, D.N., Miroshnichenko, O.N. (2019). Monitoring sostoyaniya plodorodiya pakhotnykh pochv Kurskoi oblasti [Monitoring of the fertility of arable soils of the Kursk region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 4, pp. 12-15.

7. Kurachenko, N.L. (2020). *Svoystva i rezhim pochv: laboratornyi praktikum* [Soil properties and regime]. Krasnoyarsk, 108 p.

8. Kudinova, M.R., Kolokol'nikova, T.K. (2012). *Pochvy* [Soil]. Available at: <https://gorenka.org/index.php/iz-istorii-kraya/1719> (accessed: 05.03.22).

9. Lazarev, V.I., Aidiev, A.A., Zolotareva, I.A., Stifeev, A.I., Shersheva, O.M. (2013). *Ehffektivnost' mikroelementnykh udobrenii v usloviyakh Kurskoi oblasti: monografiya* [The effectiveness of trace element fertilizers in the conditions of the Kursk region: monograph]. Kursk, 117 p.

10. Antonova, Zh.A., Klimentova, E.G., Rassadina, E.V. (2016). *Pochvy Povolzh'ya: uchebno-metodicheskoe posobie* [Soils of the Volga region: educational and methodical manual]. Ulyanovsk, 272 p.

11. Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace Elements in Soils and Plants*. 4th ed. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 534 p.

12. Rutkowska, B., Szulc, W., Spychaj-Fabisiak, E., Pior N. (2017). Prediction of molybdenum availability to plants in differentiated soil conditions. *Plant Soil Environ*, vol. 63, no. 11, pp. 491-497.

13. Kotlyarova, E.G., Titovskaya, L.S. (2020). *Podsolnechnik. Intensifikatsiya i adaptatsiya tekhnologii vozdelvaniya: monografiya* [Sunflower. Intensification and adaptation of cultivation technology: monograph]. Belgorod, 153 p.

14. Smirnov, P.M., Muravin, E.A. (1984). *Agrokhimiya* [Agrochemistry]. Moscow, 304 p.

15. Mitrokhina, O.A. (2021). Soderzhanie mikroelementov v pochve i ikh vliyaniye na urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [The content of trace elements in the soil and their impact on crop yields]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 5, pp. 40-46.

16. Chuyan, O.G., Karaulova, L.N., Mitrokhina, O.A. (2021). K voprosu upravleniya plodorodiem pochvy i produktivnost'yu pashni v agrolandshafтах Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [On the issue of managing soil fertility and arable land productivity in agrolandscapes of the Central Black Earth region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (383), pp. 27-31.

**Информация об авторах:**

**Митрохина Ольга Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и геоинформационных систем, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5035-841X>, [mitrokhina1977@mail.ru](mailto:mitrokhina1977@mail.ru)  
**Караулова Людмила Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и геоинформационных систем, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0633-109X>, [karaulovaln@gmail.com](mailto:karaulovaln@gmail.com)

**Information about the authors:**

**Olga A. Mitrokhina**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agrochemistry and geoinformation systems, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5035-841X>, [mitrokhina1977@mail.ru](mailto:mitrokhina1977@mail.ru)  
**Lyudmila N. Karaulova**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agrochemistry and geoinformation systems, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0633-109X>, [karaulovaln@gmail.ru](mailto:karaulovaln@gmail.ru)





Научная статья

УДК 633.85:631:526.32

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_358

## ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНЫЕ СВОЙСТВА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Т.Я. Прахова**

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение  
«Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,  
Лунино, Пензенская область, Россия

**Аннотация.** В статье представлено изучение влияния микроудобрений и стимуляторов роста на продуктивность и урожайные свойства масличных культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводили в 2019-2021 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Объектом исследований служили горчица белая, крамбе абиссинская, сафлор красильный и гвизотия абиссинская. Семена культур обрабатывали биопрепаратами перед посевом из расчета 1,0 л/т. Применение изучаемых микроудобрений стимулировало интенсивность начального роста культур. Наиболее эффективными при обработке семян были препараты Гумат К/Na, Циркон, Мегамикс и Изagri Вита, применение которых способствовало увеличению всхожести семян от 1,5 до 15,0%. Длина проростков увеличивалась от 0,4 до 2,1 см. Сохранность растений к уборке увеличивалась до 87,6-91,2% при 79,6-88,0% в контроле, в зависимости от микроудобрений. Применение изучаемых стимуляторов роста позволило получить прибавку урожая культур на 0,13-0,22 т/га. Наибольшая урожайность горчицы получена на вариантах с применением микроудобрения Агроверм и Мегамикс и составила 1,58 т/га. У гвизотии и сафлора увеличение продуктивности семян отмечено с применением Изagri Вита, урожайность составила 1,62 и 1,48 т/га. Наибольшая урожайность крамбе получена в варианте с применением Циркона (2,18 т/га), что превысило вариант без обработки на 0,17 т/га. Применение препаратов Агрика и Цитовит привело к несущественному снижению урожайности культур на 0,02 и 0,07 т/га. Наибольшая масличность отмечена на вариантах с применением биопрепарата Циркон, Изagri Вита и Агроверм, где прибавка содержания масла составила от 1,32 до 3,12% относительно контроля. Наиболее высокая масса 1000 семян сформировалась у гвизотии (3,76 г) и у сафлора (41,74 г) на варианте с обработкой Изagri Вита. Применение препаратов Агроверм и Гумат+7 способствовало увеличению крупности семян горчицы (до 6,68 г) и крамбе (до 8,60 г). Таким образом, применение микроэлементных удобрений оказывают влияние на продуктивность и урожайные свойства масличных культур.

**Ключевые слова:** масличные культуры, горчица белая, крамбе абиссинская, сафлор красильный, гвизотия абиссинская, микроудобрения, урожайность, масличность, масса 1000 семян

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

## INFLUENCE OF GROWTH STIMULANTS ON YIELD PROPERTIES OF OIL-CROPS UNDER THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

**Т.Я. Prakhova**

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division  
“Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

**Abstract.** The article presents a study of the effect of microfertilizers and growth stimulants on the productivity and yield properties of oilseeds in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The research was carried out in 2019-2021 in the fields of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”. The objects of research were white mustard, crambe abyssinica, safflower tinctorial and guizotia abyssinica. Seeds of cultures were treated with biological preparations before sowing at the rate of 1.0 l/t. The use of the studied microfertilizers stimulated the intensity of the initial growth of crops. The most effective preparations for seed treatment were Gumat K/Na, Zircon, Megamix and Izagri Vita, the use of which contributed to an increase in seed germination from 1.5 to 15.0%. The seedling length increased from 0.4 to 2.1 cm. The safety of plants for harvesting increased to 87.6-91.2% with 79.6-88.0% in the control, depending on microfertilizers. The use of the studied growth stimulants made it possible to obtain an increase in crop yield by 0.13-0.22 t/ha. The highest yield of mustard was obtained on the variants with the use of Agroverm and Megamix microfertilizers, and amounted to 1.58 t/ha. In guizotia and safflower, an increase in seed productivity was noted with the use of Isagri Vita, the yield was 1.62 and 1.48 t/ha. The highest yield of crambe was obtained in the variant with the use of Zircon (2.18 t/ha), which exceeded the variant without treatment by 0.17 t/ha. The use of Agrika and Cytovit preparations led to an insignificant decrease in crop yields by 0.02 and 0.07 t/ha. The highest oil content was noted in the variants with the use of the biopreparation Zircon, Izagri Vita and Agroverm, where the increase in oil content ranged from 1.32 to 3.12% relative to the control. The highest mass of 1000 seeds was formed in Guizotia (3.76 g) and safflower (41.74 g) in the variant with Isagri Vita treatment. The use of Agroverm and Gumat+7 contributed to an increase in the size of mustard seeds (up to 6.68 g) and crambe (up to 8.60 g). Thus, the use of microelement fertilizers has an impact on the productivity and yield properties of oilseeds.

**Keywords:** oilseeds, white mustard, crambe abyssinica, safflower tinctorial, guizotia abyssinica, microfertilizers, yield, oil content, weight of 1000 seeds

**Acknowledgments:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State Assignment of the Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The author thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.



**Введение.** В настоящее время основным направлением мирового земледелия является интенсивное наращивание производства масличных культур и максимальное использование их продуктивного потенциала, реализация которого осуществляется путем рационального использования агроэкологических ресурсов и основываясь при этом на использовании преимущественно биологических факторов [1]. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение качества их сырья — это одна из главных задач, которая стоит перед производителями любой растениеводческой продукции, в том числе и масличных культур [2].

Следствие климатических изменений в сторону повышения температур, происходящих в последние годы, поднимается вопрос расширения более засухоустойчивых культур, которые способны формировать стабильные урожаи при изменении теплового и водного режимов [3]. К таким культурам относятся горчица белая (*Sinapis alba*), гвизоция абиссинская (*Guizotia abyssinica*), крамбе абиссинская (*Crambe abyssinica*) и сафлор красильный (*Carthamus tinctorius*) — перспективные масличные культуры для различных целей использования [4-7]. Данные культуры представляют агрономический интерес как неприхотливые к почвенно-климатическим условиям и характеризуются жаростойкостью и засухоустойчивостью, что подтверждается многими научными исследованиями [8, 9].

Сафлор красильный — масличное, лекарственное растение семейства Астровые, культивируемое во многих странах мира. По данным многих как Российских [10], так и зарубежных [9, 11] исследований, в семенах сафлора содержится до 38%, а ядрах — до 46% масла, которое используется в пищевой, косметической, фармацевтической промышленности и даже для производства биодизеля. Кроме этого, многие исследователи определяют сафлор как засухоустойчивую, жаровыносливую культуру, способную давать устойчивые урожаи в различных природно-климатических условиях [4, 10].

Горчица белая является одной из важнейших масличных и кормовых культур семейства Капустных. Масличность ее семян достигает 25-35%, что позволяет использовать горчицу как в пищевой промышленности, так и на технические цели [6, 12].

Гвизоция абиссинская перспективная культура семейства Астровых масличного и кормового назначения [5]. В ее семенах содержится до 43% масла, которое по своим качествам напоминает подсолнечное и используется как в пищу, так и на технические цели [13]. По данным May W.E. с соавторами [14], гвизоция характеризуется жаростойкостью, засухоустойчивостью и адаптацией к различным погодным условиям.

Крамбе абиссинская — масличная культура с возможностью ее применения в качестве источника для биотоплива. В ее семенах содержится 41-45% масла, в состав которого входит до 60% эруковой кислоты [15]. Многочисленные испытания показали неприхотливость культуры, ее засухоустойчивость и большую способность выживать в различных условиях окружающей среды [8, 15].

В последнее время все более актуальным становится вопрос применения технологий возделывания культур, связанных с использованием биопрепаратов, которые в наибольшей степени способствуют как повышению продуктивности урожая, так устойчивости растений к стрессовым ситуациям [16]. Применение таких препаратов на основе микроэлементов позволяет оптимизировать питание растений, оказывать направленное влияние на отдельные этапы онтогенеза, более полно реализовать потенциальные урожайные возможности культуры [17].

Например, согласно исследованиям, описанным Е.Ю. Кузьминой и В.П. Савенковым, применение микроудобрений при возделывании редьки масличной оказывало положительное влияние на структуру ее урожая. При этом они увеличивали высоту растений, число стручков и массу семян на растении [18]. Кроме того, по мнению А.С. Мастерова с соавторами [19], обработка семян микроудобрениями позволяет не только изменить темпы роста и развития растений, но и улучшить качество урожая, простимулировать устойчивость растений к стрессовым воздействиям среды.

Исследования А.Н. Кшникаткиной и Е.Ю. Журавлева показали, что при обработке семян льна препаратом Силиплант урожайность его превысила контрольный вариант на 44,5%, а масличность составила 41,7-42,3% против 40,8% на варианте без обработки [17].

Для большинства культур система применения микроудобрений изучена достаточно подробно [17, 18, 20], однако исследований по

изучению биологических препаратов на данных культурах встречается мало, при этом проведенных в других климатических условиях [10, 14, 19].

Однако, как известно, диапазон эффективности микроэлементных стимуляторов роста растений может значительно изменяться в зависимости от климатических условий и приемов возделывания культуры.

В связи с этим **целью исследований** являлось изучение влияния микроэлементных удобрений и стимуляторов роста на продуктивность и урожайные свойства масличных культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Методика исследований.** Исследования проводили в 2019-2021 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Опыт заключался в предпосевной обработке семян масличных культур микроудобрениями и регуляторами роста. Объектом исследований служили: горчица белая сорта Люция, сафлор красильный сорта Александрит, крамбе абиссинская сорта Полет и гвизоция абиссинская сорта Медя. Семена культур обрабатывали биопрепаратами перед посевом из расчета 1,0 л/г. Посев культур проводили согласно оптимальным технологическим параметрам: срок посева — ранний (1 декада мая), способ посева — рядовой, норма высева была оптимальной для данных культур и составляла для крамбе и гвизоции 2,5 млн всхожих семян/га, для сафлора — 0,35 млн всхожих семян/га и для горчицы — 2,0 млн всхожих семян/га.

Вегетационный период культур в 2019 г. протекал в засушливых условиях, ГТК составлял 0,65-0,70 в зависимости от продолжительности вегетационного периода культуры. Период вегетации культур 2020 г. протекал с небольшим дефицитом осадков, ГТК варьировал от 0,72 у горчицы до 0,80 у крамбе. Условия 2020 г. были более благоприятными для развития культур и характеризовались как умеренно засушливые (ГТК составил 0,80-0,90). Все учеты урожая, фенологические наблюдения и анализы проводили согласно методическим рекомендациям [21].

**Результаты исследований.** Первоначальные изменения, возникающие в семенах после их обработки биологически активными стимулирующими веществами, оказывают большое влияние на прохождение дальнейшей стадии развития взрослого организма и на продуктивность в целом.

Таблица 1. Посевные качества масличных культур в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)  
Table 1. Sowing qualities of oilseeds depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Препарат	Горчица		Гвизоция		Крамбе		Сафлор	
	сила роста, см	всхожесть, %						
Контроль	2,20	96,0	1,71	69,0	2,98	81,2	0,87	58,0
Гумат+7	3,57	94,5	2,38	77,5	3,71	82,0	1,09	63,0
Гумат К/Na	2,48	99,0	2,02	77,5	3,55	81,5	1,79	69,5
Агроверм	3,64	93,0	2,83	81,0	3,50	76,0	1,48	72,0
Изагри Бор	2,01	87,8	1,05	60,0	1,39	57,5	0,71	61,0
Изагри Вита	4,16	99,0	2,40	69,5	3,33	69,5	1,77	66,0
Изагри Фосфор	3,25	80,5	3,21	76,5	3,41	80,5	1,23	67,0
Циркон	2,64	99,0	1,87	92,0	2,90	69,5	1,21	69,5
Мегамикс	3,45	97,0	2,69	69,5	3,64	82,4	1,72	72,5
Цитовит	2,93	98,0	2,46	79,3	4,15	72,5	1,64	68,0
Агрика	3,19	95,5	1,86	97,5	3,02	79,6	1,10	67,0
НСР <sub>05</sub>	0,75	2,57	0,42	3,55	1,27	3,75	0,35	2,42



Результаты лабораторных исследований показали, что обработка семян микроэлементами удобрениями положительно влияла на посевные качества семян, увеличивала и силу роста проростков, и их всхожесть.

Наиболее эффективными при обработке семян горчицы были препараты Гумат К/Na, Циркон и Изягри Вита, применение которых способствовало увеличению всхожести семян до 99,0%, при 96,0% в контрольном варианте. При

этом обработка семян Изягри Вита максимально увеличивала силу роста, которая составила 4,16 см (табл. 1).

Лабораторная всхожесть крамбе абиссинской варьировала в пределах 57,5-82,4%. Лишь только три препарата: Гумат+7, Гумат К/Na и Мегамикс стимулировали лабораторную всхожесть семян на 0,3-1,2% относительно к контролю (81,2%) при наименьшей существенной разнице 3,7%. При этом практически все препараты уве-

личивали силу роста на 0,04-1,17 см при 2,98 см в варианте без обработки, за исключением вариантов с применением микроудобрений Изягри Бор и Циркон, которые снижали силу ростовых процессов. Наибольших значений лабораторная всхожесть семян гвизоции (92,0 и 97,5%) достигает при их обработке Цирконом и Агрикой. Длина проростков наибольшей была на варианте с применением Изягри Фосфор (3,21 см).

Наибольшая интенсивность начального роста сафлора отмечена на вариантах с Гуматом К/Na (1,79 см), Изягри Вита (1,77 см) и Мегамиксом (1,72 см). При этом лабораторная всхожесть под действием препаратов увеличивалась и варьировала от 61,0% на варианте с препаратом Изягри Бор до 72,5% с применением Мегамикса при 58,0% в контроле.

Густота стояния растений к уборке варьировала в пределах от 78,4 до 91,2% в зависимости от изучаемых препаратов. Наибольшие значения сохранности растений у горчицы (89,5%) отмечены на вариантах с применением удобрений Изягри Вита и Циркон, что превышало контроль на 1,5% (табл. 2).

У гвизоции максимальная густота стояния растений была при обработке семян Цирконом и Гуматом К/Na и составила 87,2 и 87,6% соответственно. Высокие значения сохранности растений у сафлора отмечены на вариантах с применением удобрений Агроверм (87,6%) и Изягри Вита (91,2%), что существенно превышало контроль — на 6,6 и 10,2%. Наибольший положительный эффект на показатель сохранности растений крамбе получен при обработке ее семян Цирконом (90,9%) и Изягри Вита (87,9%).

Исследования показали, что применение некорневого микроэлементного питания оказало положительное влияние на продуктивность семян масличных культур, где наблюдалась тенденция увеличения урожая и его качества. Урожайность семян горчицы увеличилась на 0,02-0,13 т/га относительно контроля. Наибольшая урожайность получена на вариантах с применением микроудобрения Агроверм и Мегамикс и составила 1,58 т/га (табл. 3).

Увеличение продуктивности семян гвизоции при использовании микроэlementных удобрений по сравнению с контрольным вариантом варьировало от 0,01 до 0,22 т/га. Наиболее эффективным было применение препаратов Агроверм и Изягри Вита, которые способствовали получению урожая 1,58 и 1,62 т/га соответственно.

Применение данных препаратов также способствовало существенному увеличению урожая и сафлора красильного. На данных вариантах сформировалась наиболее высокая продуктивность семян, которая составила 1,42 и 1,48 т/га против 1,28 т/га в контроле без обработки. Обработка семян препаратом Агрика привела к несущественному снижению урожая — на 0,02 т/га при НСР 0,09 т/га.

Наибольшая урожайность крамбе получена в варианте с применением Циркона (2,18 т/га) и Изягри Вита (2,14 т/га), которая превысила контрольный вариант без обработки на 0,17 и 0,13 т/га. Применение Цитовита привело к некоторому снижению урожайности крамбе — до 1,94 т/га, тогда как в контроле урожайность составила 2,01 т/га.

Обработка семян микроэlementными препаратами оказала существенное влияние и на процесс маслонакопления. В среднем за 3 года масличность крамбе по вариантам опыта составила 30,56-37,85%, в контроле — 35,22%.

Таблица 2. Густота стояния растений к уборке в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)  
Table 2. Density of plant standing for harvesting depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Препарат	Густота стояния, %			
	Горчица	Гвизоция	Крамбе	Сафлор
Контроль	88,0	79,6	83,5	81,0
Гумат+7	89,0	80,8	82,6	86,1
Гумат К/Na	85,5	87,6	80,0	86,4
Агроверм	88,0	80,3	87,4	87,6
Изягри Бор	85,0	84,4	80,4	84,0
Изягри Вита	89,5	84,8	87,9	91,2
Изягри Фосфор	89,0	83,6	87,4	82,5
Циркон	89,5	87,2	90,9	84,6
Мегамикс	85,5	78,4	80,0	86,2
Цитовит	86,0	84,4	80,1	86,0
Агрика	86,0	80,0	78,7	80,9
НСР <sub>05</sub>	1,12	2,31	1,75	2,45

Таблица 3. Урожайность масличных культур в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)  
Table 3. Yields of oilseeds depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Препарат	Урожайность, т/га			
	Горчица	Гвизоция	Крамбе	Сафлор
Контроль	1,45	1,40	2,01	1,28
Гумат+7	1,53	1,47	2,13	1,37
Гумат К/Na	1,48	1,41	2,09	1,36
Агроверм	1,58	1,58	2,09	1,42
Изягри Бор	1,50	1,49	2,04	1,33
Изягри Вита	1,56	1,62	2,14	1,48
Изягри Фосфор	1,53	1,56	2,11	1,38
Циркон	1,49	1,53	2,18	1,36
Мегамикс	1,58	1,40	2,04	1,29
Цитовит	1,47	1,45	1,94	1,39
Агрика	1,49	1,42	2,03	1,26
НСР <sub>05</sub>	0,04	0,07	0,05	0,09

Таблица 4. Содержание масла в семенах в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)  
Table 4. Oil content in seeds depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Препарат	Масличность, %			
	Горчица	Гвизоция	Крамбе	Сафлор
Контроль	25,67	36,77	35,22	28,46
Гумат+7	25,85	37,10	35,74	27,40
Гумат К/Na	26,76	36,42	36,18	30,67
Агроверм	25,71	37,47	35,68	28,31
Изягри Бор	25,19	36,58	31,51	28,74
Изягри Вита	26,27	36,60	32,58	31,58
Изягри Фосфор	26,58	36,51	32,02	29,86
Циркон	26,99	38,09	37,85	31,43
Мегамикс	26,31	35,92	30,56	27,34
Цитовит	25,36	36,83	35,36	27,68
Агрика	25,12	34,73	32,16	28,39
НСР <sub>05</sub>	0,98	0,91	1,02	1,11



Таблица 5. Масса 1000 семян масличных культур в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)

Table 5. Mass of 1000 oilseeds depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Препарат	Масса 1000 семян, г			
	Горчица	Гвизоция	Крамбе	Сафлор
Контроль	6,39	3,49	7,75	31,76
Гумат+7	6,21	3,41	8,60	37,78
Гумат К/Na	6,59	3,51	7,95	37,83
Агроверм	6,68	3,65	8,09	40,28
Изагри Бор	6,63	3,35	8,29	39,28
Изагри Вита	6,58	3,76	8,10	41,74
Изагри Фосфор	6,55	3,42	7,91	38,89
Циркон	6,43	3,47	8,02	40,78
Мегамикс	6,67	3,65	8,03	36,96
Цитовит	6,12	3,63	6,43	38,02
Агрика	6,60	3,34	7,68	37,51
НСР <sub>05</sub>	0,47	0,27	0,37	1,05

Наибольшая масличность семян отмечена на варианте с Гуматом К/Na (36,18%) и на варианте с Цирконом (37,85%). В варианте с применением Мегамикса наблюдалось некоторое снижение содержания жира — до 30,56%, что было ниже контрольного варианта на 4,66% (табл. 4).

Следует отметить, что использование Мегамикса на сафлоре также снижало масличность семян до 27,34% относительно контрольного варианта, где содержание масла составило 28,46%. Применение биопрепаратов Циркон и Изагри Вита способствует максимальному повышению маслосодержания — до 31,43 и 31,58% соответственно.

Максимального значения показатель масличности у горчицы достигал в вариантах с применением препаратов Гумат К/Na (26,76%) и Циркон (26,99%), что превышало контроль на 1,09-1,32%.

Наибольшее содержание жира в семенах гвизоции отмечено на вариантах с применением Агроверма и Циркона, где масличность семян составила 37,47 и 38,09%. При этом и у горчицы и гвизоции действие биоудобрения Агрика снижает содержание жира в семенах до 25,12 и 34,73% при масличности в контрольном варианте 25,67 и 36,77% соответственно.

Еще одно качество полученного урожая — это крупность семян, которая также в разной степени изменяется в зависимости от действия микроудобрений. Наиболее крупные семена горчицы сформировались на вариантах с применением препаратов Мегамикс и Агроверм, масса 1000 семян которых составила 6,67 и 6,68 г (табл. 5).

Масса 1000 семян гвизоции была на одном уровне и варьировала от 3,34 до 3,76 г. Наиболее крупные семена сформировались на вариантах с применением микроудобрений Мегамикс (3,65 г), Агроверм (3,65 г) и Изагри Вита (3,76 г), что не существенно превышает массу 1000 семян в контрольном варианте. Максимальные значения массы 1000 семян у крамбе отмечены в варианте с некорневой подкормкой препаратом Гумат+7 — 8,60 г. У сафлора при применении Изагри Вита отмечена наиболее высокая масса 1000 семян — 41,74 г. На вариантах с обработкой Агровермом и Цирконом масса 1000 семян была несколько ниже и составила 40,28 и 40,78%, что существенно выше других вариантов.

**Заключение.** Таким образом, применение микроэлементных удобрений в той или иной

степени влияет на продуктивность и урожайные свойства масличных культур. Наиболее эффективными микроэлементными удобрениями для масличных культур являются Изагри Вита, Агроверм и Циркон, применение которых позволило получить прибавку урожая 0,13-0,22 т/га относительно контрольного варианта.

Кроме этого, обработка семян микроэлементными препаратами оказала существенное влияние и на процесс маслонакопления. Наибольшая масличность отмечена на вариантах с применением биопрепарата Циркон, Изагри Вита и Агроверм, где прибавка содержания масла относительно контроля составила от 1,32 до 3,12%. Применение изучаемых микроудобрений стимулировало интенсивность начального роста масличных культур и способствовало увеличению массы 1000 семян.

**Список источников**

- Nasiyev, B.N., Yessenguzhina, A.N. (2021). Formation of agricultural landscapes of saflor (*Carthamus Tinctorius*) in the system of biologized crop. *Intellect, Idea, Innovation*, no. 1, pp. 35-39. doi: 10.12345/22266070\_2021\_1\_35
- Vinogradov, D.V., Makarova, M.P., Kryuchkov, M.M. (2020). The use of mineral fertilizers in sunflower crops in the conditions of Ryazan region. *International Conference on World Technological Trends in Agribusiness IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, vol. 624, pp. 012077. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012204
- Turina, E.L., Pashtetskiy, V.S., Turin, E.N., Prakhova, T.Y., Efimenko, S.G. (2020). Camelina SP. L. in field trials and crop production of Crimea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming*, pp. 012011. doi: 10.1088/1755-1315/422/1/012011
- Timoshkin, O.A., Prakhova, T.Ya., Druzhinin, V.G. (2021). Influence of growth regulators on the quality of safflower seeds in the conditions of the Middle Volga. *Volga Region Farmland*, no. 2 (10), pp. 53-56. doi: 10.26177/VRF.2021.10.2.008
- Прахова Т.Я., Прахов В.А. Интродукция культуры *Guizotia abyssinica* Cass в условиях Средневожского региона // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 2 (14). С. 96-102. doi: 10.25637/TVAN.2018.02.09
- Ростова Е.Н. Семенная продуктивность и эффективность выращивания разных видов горчицы в степной зоне Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2021. № 26 (189). С. 59-67.
- Исакова А.Л. Крамбе абиссинская — перспективная масличная культура для Беларуси // Наше сельское хозяйство. 2021. № 19 (267). С. 23-27.
- Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Радченко Л.А. Значение крамбе абиссинской (*Crambe Abyssinica*) и ее урожайность в различных странах мира (обзор) //

Зерновое хозяйство России. 2021. № 4 (76). С. 66-72. doi: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-66-72

9. Zemor, K., Adda, A., Labelli, A., Merah, O. (2021). Effects of Genotype and Climatic Conditions on the Oil Content and Its Fatty Acids Composition of *Carthamus tinctorius* L. Seeds. *Agronomy*, no. 11, pp. 2048. doi: 10.3390/agronomy11102048

10. Разумнова Л.А., Каменев Р.А., Баленко Е.Г. Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании сафлора в зоне рискованного земледелия Ростовской области // Аграрный научный журнал. 2019. № 4. С. 23-27. DOI: 10.28983/asjy2019i4pp23-27

11. Menegaes, J., Nunes, U. (2020). Safflower: importance, use and economical exploitation. *Scientia Agraria Paranaensis*, no. 1 (1), pp. 1-9. doi: 10.18188/sap.v19i1.21250

12. Шипиевская Е.Ю., Сердюк О.А., Трубина В.С., Горлова Л.А. Горчица белая. История, применение. Сорты селекции ВНИИМК // АгроСнабФорум. 2018. № 8 (164). С. 66-68.

13. Bhavsar, G.J., Syed, H.M., Andhale, R.R. (2017). Characterization and quality assessment of mechanically and solvent extracted Niger (*Guizotia abyssinica*) Seed oil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, no. 6 (2), pp. 17-21.

14. May, W.E., Wood, M.D., Piero, K.D. (2019). Niger Response to Nitrogen and Seeding Depth in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, vol. 111, issue 2, pp. 741-748.

15. Zoz, T., Steiner, F., Zoz, A., Castagnara, D.D., Witt, T.W., Zanotto, M.D., Auld, D.L. (2018). Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components of *Crambe abyssinica* Hochst. *Semina: Ciências Agrárias*, no. 39, pp. 393-402. doi: 10.5433/1679-0359.2018v39n1p393

16. Лукьянова О.В., Вавилова Н.В., Виноградов Д.В., Ступин А.С., Соколов А.А. Роль биологически активных препаратов в повышении продуктивности агрокультур // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2021. № 1 (49). С. 30-39.

17. Кшикаткина А.Н., Журавлев Е.Ю. Регуляторы роста и микроудобрения — факторы повышения продуктивности льна масличного // Нива Поволжья. 2018. № 4 (49). С. 67-71.

18. Кузьмина Е.Ю., Савенков В.П. Влияние макро- и микроудобрений на урожай семян редьки масличной в условиях лесостепи ЦФО России // Масличные культуры. 2021. № 1 (185). С. 52-62. doi: 10.25230/2412-608X-2021-1-185-52-62

19. Мастеров А.С., Романцевич Д.И., Журавлев А.С. Влияние регуляторов роста на эффективность возделывания горчицы белой на семена // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 98-101.

20. Ryndin, A., Belous, O., Abilfazova, Y., Prytula, Z. (2017). The regulation of the functional state of subtropical crops with micronutrients. *Potrvinarstvo*, no. 1 (11), pp. 175-182. doi: 10.5219/669

21. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 323 с.

**References**

- Nasiyev, B.N., Yessenguzhina, A.N. (2021). Formation of agricultural landscapes of saflor (*Carthamus Tinctorius*) in the system of biologized crop. *Intellect, Idea, Innovation*, no. 1, pp. 35-39. doi: 10.12345/22266070\_2021\_1\_35
- Vinogradov, D.V., Makarova, M.P., Kryuchkov, M.M. (2020). The use of mineral fertilizers in sunflower crops in the conditions of Ryazan region. *International Conference on World Technological Trends in Agribusiness IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, vol. 624, pp. 012077. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012204
- Turina, E.L., Pashtetskiy, V.S., Turin, E.N., Prakhova, T.Y., Efimenko, S.G. (2020). Camelina SP. L. in field trials and crop production of Crimea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming*, pp. 012011. doi: 10.1088/1755-1315/422/1/012011
- Timoshkin, O.A., Prakhova, T.Ya., Druzhinin, V.G. (2021). Influence of growth regulators on the quality of safflower seeds in the conditions of the Middle Volga. *Volga Region Farmland*, no. 2 (10), pp. 53-56. doi: 10.26177/VRF.2021.10.2.008





5. Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2018). Introduktsiya kul'tury Guizotia abyssinica Cass v usloviyakh Srednevolzhskogo regiona [Introduction of culture Guizotia abyssinica Cass in the conditions of the Middle Volga region]. *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki* [Taurida herald of the agrarian sciences], no. 2 (14), pp. 96-102. doi: 10.25637/TVAN.2018.02.09

6. Rostova, E.N. (2021). Semennaya produktivnost' i ehffektivnost' vyrashchivaniya raznykh vidov gorchitsy v stepnoi zone Kryma [Seed productivity and efficiency of cultivation of different types of mustard in the steppe zone of the Crimea]. *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoi nauki Tavridy* [Transactions of Taurida agricultural science], no. 26 (189), pp. 59-67.

7. Isakova, A.L. (2021). Krambe abissinskaya — perspektivnaya maslichnaya kul'tura dlya Belarusi [Crambe Abyssinian — a promising oilseed crop for Belarus]. *Nashe sel'skoe khozyaistvo* [Our agriculture], no. 19 (267), pp. 23-27.

8. Turina, E.L., Prakhova, T.Ya., Radchenko, L.A. (2021). Znachenie krambe abissinskoi (Crambe Abyssinica) i ee urozhainost' v razlichnykh stranakh mira (obzor) [The value of the Abyssinian crambe (Crambe Abyssinica) and its productivity in various countries of the world (review)]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 4 (76), pp. 66-72. doi: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-66-72

9. Zemour, K., Adda, A., Labdelli, A., Merah, O. (2021). Effects of Genotype and Climatic Conditions on the Oil Content and Its Fatty Acids Composition of Carthamus tinctorius L. Seeds. *Agronomy*, no. 11, pp. 2048. doi: 10.3390/agronomy11102048

10. Razumnova, L.A., Kamenev, R.A., Balenko, E.G. (2019). Ehffektivnost' primeneniya mineral'nykh udobrenii

i bakterial'nykh preparatov pri vyrashchivaniya saflova v zone riskovannogo zemledeliya Rostovskoi oblasti [The effectiveness of the use of mineral fertilizers and bacterial preparations in the cultivation of safflower in the zone of risky agriculture in the Rostov region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 4, pp. 23-27. doi: 10.28983/asjy2019i4pp23-27

11. Menegaes, J., Nunes, U. (2020). Safflower: importance, use and economical exploitation. *Scientia Agraria Paranaensis*, no. 1 (1), pp. 1-9. doi: 10.18188/sap.v19i1.21250

12. Shipievskaya, E.Yu., Serdyuk, O.A., Trubina, V.S., Gorlova, L.A. (2018). Gorchitsa belaya. Istoriya, primenenie. Sorta selektsii VNIIMK [Mustard is white. History, application. Varieties of VNIIMK breeding]. *AgroSrabForum*, no. 8 (164), pp. 66-68.

13. Bhavsar, G.J., Syed, H.M., Andhale, R.R. (2017). Characterization and quality assessment of mechanically and solvent extracted Niger (Guizotia abyssinica) Seed oil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, no. 6 (2), pp. 17-21.

14. May, W.E., Wood, M.D., Piero, K.D. (2019). Niger Response to Nitrogen and Seeding Depth in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, vol. 111, issue 2, pp. 741-748.

15. Zoz, T., Steiner, F., Zoz, A., Castagnara, D.D., Witt, T.W., Zanutto, M.D., Auld, D.L. (2018). Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components of Crambe abyssinica Hochst. *Semina: Ciências Agrárias*, no. 39, pp. 393-402. doi: 10.5433/1679-0359.2018v39n1p393

16. Luk'yanova, O.V., Vavilova, N.V., Vinogradov, D.V., Stupin, A.S., Sokolov, A.A. (2021). Rol' biologicheski aktivnykh preparatov v povyshenii produktivnosti agrokul'tur [The role of biologically active preparations in improving the productivity of agricultural crops]. *Vestnik Ryazanskogo*

*gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva* [Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev], no. 1 (49), pp. 30-39.

17. Kshnikatkina, A.N., Zhuravlev, E.Yu. (2018). Regulyatory rosta i mikroudobreniya — faktory povysheniya produktivnosti l'na maslichnogo [Growth regulators and microfertilizers — factors for increasing the productivity of oil flax]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 4 (49), pp. 67-71.

18. Kuz'mina, E.Yu., Savenkov, V.P. (2021). Vliyanie makro- i mikroudobrenii na urozhai semyan red'ki maslichnoi v usloviyakh lesostepi TSKO Rossii [Influence of macro- and microfertilizers on the yield of oil radish seeds in the conditions of the forest-steppe of the Central Federal District of Russia]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 1 (185), pp. 52-62. doi: 10.25230/2412-608X-2021-1-185-52-62

19. Masterov A.S., Romantsevich D.I., Zhuravskii A.S. (2021). Vliyanie regulyatorov rosta na ehffektivnost' vozdeleyvaniya gorchitsy beloi na semena [Influence of growth regulators on the efficiency of cultivation of white mustard for seeds]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], no. 2, pp. 98-101.

20. Ryndin, A., Belous, O., Abilfazova, Y., Prytula, Z. (2017). The regulation of the functional state of subtropical crops with micronutrients. *Potravinarstvo*, no. 1 (11), pp. 175-182. doi: 10.5219/669

21. VNIIMK (2010). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, 323 p.

#### Информация об авторе:

**Прахова Татьяна Яковлевна**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

#### Information about the author:

**Tatyana Ya. Prakhova**, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

✉ [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

IV Федеральный ИТ-форум агропромышленного комплекса России

**SMART AGRO**

Цифровая трансформация в сельском хозяйстве

27 октября 2022 г.

отель «Хилтон Гарден Инн Москва Красносельская»  
Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 11а, стр. 4

Организатор: COMNEWS CONFERENCES

При поддержке: Своё | Фермерство, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Московской области, Открытые сетевые технологии, РУССОФТ, iotas

[www.comnews-conferences.ru/smartagro2022](http://www.comnews-conferences.ru/smartagro2022)



Научная статья

УДК 631.459:631.416:631.95

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_363

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДОЖДЕВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫНОСА ИЗ ПОЧВЫ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Ю.П. Сухановский, А.В. Прущик, В.А. Вытовтов, А.Г. Титов

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

**Аннотация.** Почвы сельскохозяйственных угодий стали диффузным источником загрязнения поверхностных водных объектов. Необходимы экспериментальные исследования выноса растворенных веществ из почвы с дождевым стоком. При отсутствии натурных наблюдений за выпадающими на почву дождями новый метод дождевания является единственным методом для проведения таких исследований. Цель работы — экспериментальные исследования влияния температуры почвы на вынос из нее растворенных биогенных веществ ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) и тяжелых металлов (Pb, Zn). В металлических цилиндрах с боковым водосливом были созданы одинаковые почвенные образцы. Площадь поверхности почвы  $0,049 \pm 0,001 \text{ м}^2$ . Эксперимент проведен при температурах почвы 1, 2, 17 и  $20^\circ\text{C}$ . Использована портативная дождевальная установка. Для исследуемого вещества проведены измерения концентраций в стекающей с почвы воде и в дождевой воде. Рассчитана их разность. При разности больше нуля почва теряла вещество, а при разности меньше нуля почва получала его из дождевой воды. Для всех биогенных веществ при температурах почвы 2 и  $20^\circ\text{C}$  установлено: почва потеряла эти вещества; для разных температур значения разности были одинаковыми (в пределах их погрешности). Например, для  $\text{P}_2\text{O}_5$  при  $2^\circ\text{C}$  значение разности равнялось  $1,95 \pm 0,39 \text{ мг/л}$ , а при  $20^\circ\text{C}$  значение разности —  $1,75 \pm 0,35 \text{ мг/л}$ . Цинк, наоборот, почва получила из дождевой воды: при  $1^\circ\text{C}$  значение разности равнялось  $-0,0506 \pm 0,0071 \text{ мг/л}$ , а при  $17^\circ\text{C}$  —  $-0,0420 \pm 0,0087 \text{ мг/л}$ . Для цинка при разных температурах значения разности концентраций были также одинаковыми. Для исследованных веществ в большом интервале температур почвы можно принять одно значение разности концентраций. Это упрощает исследования и расчеты выноса из почвы этих веществ. Полученные экспериментальные данные можно использовать для расчетов выноса из почвы исследованных веществ в отношении естественных дождей.

**Ключевые слова:** загрязнение поверхностных водных объектов, дождевой сток, почва, биогенные вещества, тяжелые металлы, дождевальная установка

**Благодарности:** исследование выполнено в рамках Государственного задания ФБГНУ «Курский ФАНЦ» по теме № FGZU-2022-0002.

Original article

## APPLICATION OF RAINFALL SIMULATION METHOD TO STUDY SOLUTE LOSSES FROM THE SOIL

Yu.P. Sukhanovskii, A.V. Prushchik, V.A. Vytovtov, A.G. Titov

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

**Abstract.** The soils of agricultural lands became a diffusive source contaminating surface water objects. Experimental studies of the loss of dissolved substances with rainfall runoff from the soil are needed. With the lack of full-scale observations of the rains falling out on the soil a new method of sprinkling is the only method to conduct such studies. The aim of the work is experimental study of the soil temperature effect on the loss of dissolved biogenic substances ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) and heavy metals (Pb and Zn) from the soil. Equal soil samples were made in a metallic cylinder with a side weir. The area of the soil surface was  $0.049 \pm 0.001 \text{ м}^2$ . The experiment was conducted at the soil temperature 1, 2, 17 and  $20^\circ\text{C}$ . A portable sprinkler was used. The concentrations of the substance studied in the rain water and in the running off the soil water were measured. The difference was calculated. When a difference greater than zero, the soil lost the substance, and when the difference is less than zero the soil received it from the rain water. For all biogenic substances it was established that the soil lost the substances at the soil temperatures 2 and  $20^\circ\text{C}$ ; for different values temperatures values were equal (within their error). For example, for  $\text{P}_2\text{O}_5$  at  $2^\circ\text{C}$  value were equal to  $1.95 \pm 0.39 \text{ mg/l}$ , and at  $20^\circ\text{C}$  difference value were equal to  $1.75 \pm 0.35 \text{ mg/l}$ . The soil obtained zinc from the rain water: at  $1^\circ\text{C}$  value were equal to  $-0.0506 \pm 0.0071 \text{ mg/l}$ , and at  $17^\circ\text{C}$  it were equal to —  $-0.0420 \pm 0.0087 \text{ mg/l}$ . For different temperatures concentration differences values were also equal. For the substances under study within a large range of soil temperatures a single concentration differences value can be assumed. That simplifies the study and the calculations of the loss of the substances from the soil. The obtained experimental data can be used for natural rainfalls.

**Keywords:** contamination of surface water objects, rain runoff, soil, biogenic substances, heavy metals, sprinkler

**Acknowledgments:** the research was carried out within the framework of the State tasks of Federal Agricultural Kursk Research Center on topic No. FGZU-2022-0002.

**Введение.** Происходит глобальное загрязнение почвы и атмосферы [1-3]. Основными источниками загрязнения почв являются минеральные удобрения, пестициды, промышленные предприятия и автотранспорт [3-7]. В дождевой воде были зарегистрированы концентрации: аммонийного азота —  $0,6-2,7 \text{ мг/л}$ , калия —  $0,1-6,0 \text{ мг/л}$ , фосфатов —  $0,0-0,3 \text{ мг/л}$ , нитратного азота —  $0,1-1,2 \text{ мг/л}$  [7]. Биогенные вещества, содержащиеся в почве сельскохозяйственных угодий, являются загрязнителями водных объектов [3, 8]. При выпадении дождя на

почву, образующего поверхностный поток воды, происходит эрозия почвы и массообмен растворенными веществами между почвой и потоком воды. Эти процессы приводят к деградации почвы, а также к заилению, эвтрофикации и загрязнению поверхностных водных объектов. С целью прогнозирования загрязнения и принятия мер разрабатывают сложные математические модели массопереноса в системе водосбор — водоток — водоем [9]. Для применения моделей и дальнейшего их развития необходимы экспериментальные исследования, в частности,

массообмена растворенными веществами между почвой и поверхностным потоком дождевой воды.

В таких исследованиях применяют дождевальные установки (ДУ). Начало их применения для исследований эрозионных потерь почвы и дождевого стока связывают с работой [10]. В настоящее время ДУ широко используют для исследования эрозии почвы, гидрологии и качества воды [11-15]. Десятилетия существовала нерешенная задача: как для естественных дождей можно использовать данные, полученные для

искусственного дождя? Решение этой задачи относится к физическому моделированию дождей, которое основано на понятии подобия и на поиске критериев подобия для искусственных и естественных дождей. В работе [16] предложены такие критерии:  $A$  — эрозионная характеристика для искусственных дождей;  $Al$  — эрозионный индекс для естественных дождей. Между ними выполняется равенство  $Al = 2,3 \cdot 10^4 A$ . Если в экспериментальной зависимости для инфильтрации величину  $A$  заменить на  $Al$ , то полученную зависимость можно использовать для естественных дождей. Метод дождевания [17] включен в Глобальную базу данных измерения инфильтрации [18]. Для исследования потерь из почвы растворенных веществ принят третий критерий подобия — одинаковое содержание этих веществ в искусственном и в естественном дожде [19]. Применение критериев подобия дает возможность экспериментальные данные, полученные для искусственного дождя, использовать для естественных дождей.

Почвы сельскохозяйственных угодий стали диффузным источником загрязнения поверхностных водных объектов. Необходимы экспериментальные исследования потерь растворенных веществ из почвы с дождевым стоком. При отсутствии натурных наблюдений за выпадающими на почву дождями новый метод дождевания является единственным методом для проведения таких экспериментальных исследований.

Физические, химические и биологические процессы, протекающие в почве, зависят от температуры почвы. Как следствие, вынос из почвы с поверхностным потоком воды растворенных веществ также зависит от температуры. В течение сезона дождей температура почвы сельскохозяйственных угодий изменяется в относительно большом интервале значений.

**Цель работы** — применение и развитие метода дождевания для исследования влияния температуры почвы на вынос из нее растворенных биогенных веществ и тяжелых металлов.

**Объект и методы исследования.** Объект исследования — процессы массообмена растворенными веществами между почвой и поверхностным дождевым потоком воды. Проведение экспериментов основано на методике с использованием портативной дождевальной установки [19]. Для любых дождей количество любого растворенного вещества, потерянного с определенной площади поверхности почвы, записано простым уравнением:

$$m = dC \cdot h, \quad dC = C_{\text{run}} - C_{\text{rain}}, \quad (1)$$

где  $m$  — вынос из почвы растворенного вещества, мг/м<sup>2</sup>;  $dC$  — изменение концентрации в стекающей воде, мг/л;  $C_{\text{run}}$  — концентрация в стекающей воде, мг/л;  $C_{\text{rain}}$  — концентрация в дождевой воде, мг/л.

При  $dC > 0$  почва теряет растворенное вещество. Это означает, что диффузия растворенного вещества направлена из почвы в поверхност-

ный поток воды и она больше конвекции. При инфильтрации конвекция всегда направлена в почву. При таких условиях вещество с дождевым стоком попадает в водные объекты. При  $dC < 0$ , наоборот, почва получает растворенное вещество из дождевой воды. Если в дожде отсутствует растворенное вещество ( $C_{\text{rain}} = 0$ ), то почва всегда его теряет.

Использована оценка погрешностей прямых и косвенных измерений, а также методов определения содержания исследованных веществ в почве и в воде. Для уменьшения погрешности использована дистиллированная вода и в некоторых вариантах внесено в почву исследуемое растворенное вещество. Во всех вариантах интенсивность дождя определена по 10 повторным измерениям, а влажность почвы — по 5. Для создания искусственного дождя использована портативная ДУ: диаметр капель —  $4,0 \pm 0,3$  мм, высота падения —  $1,0$  м, скорость капель при ударе о почву —  $V_d = 4,2$  м/с. Интенсивность дождя регулировали. Насыпные почвенные образцы подготовлены в металлических цилиндрах с боковым водосливом (почва — чернозем типичный тяжелосуглинистый). Диаметр цилиндра  $D = 25,0 \pm 0,2$  см, высота  $H = 20,3 \pm 0,2$  см. Площадь поверхности почвы, с которой стекала вода, равнялась  $S = 0,049 \pm 0,001$  м<sup>2</sup>. Влажность почвы определена термостатно-весовым методом.

Проведены две серии дождеваний в лабораторных условиях на базе лаборатории защиты почв от эрозии ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2020–2021 гг. В первой серии исследован вынос из почвы биогенных веществ ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) для двух вариантов с разными температурами почвы. Все образцы почвы подготовлены одинаково с внесением в растворенной форме минеральных удобрений (нитроаммофоски 16:16:16 ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$ ) в расчете  $1,5$  г/кг. В варианте 1–1 температура почвы была значительно меньше, чем в варианте 1–2. В обоих вариантах концентрация ионов определена для объема стекающей воды равного  $V = 1,00 \pm 0,01$  л. Это соответствует толщине слоя стока  $h = 20,4 \pm 0,6$  мм.

Во второй серии опытов для трех вариантов исследован вынос из почвы свинца (Pb) и цинка (Zn). В варианте 2–1 исследован вынос из почвы свинца. При подготовке почвенного образца в растворенной форме в почву был внесен свинец азотнокислый 99,50% ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) в расчете  $690$  мг/кг. В варианте 2–1 дождевание проведено при одной температуре почвы. Для определения концентрации свинца в стекающей воде использован такой же объем воды, как в первой серии. В вариантах 2–2 и 2–3 исследован вынос из почвы цинка. При подготовке образца в почву ничего не вносили. Для дождевой воды измерения концентраций цинка проведены для трех проб воды, взятых в течение 1 минуты. Для стекающей воды это сделано для четырех проб воды в начале стока. В варианте 2–2 дождевание проведено при низкой температуре почвы

и при меньшей интенсивности дождя. В варианте 2–3 повторно использован образец почвы из варианта 2–2 через 2 дня после дождевания.

Результат измерения представлен измеренным значением и его погрешностью, согласно РМГ-29-2013. Если относительная погрешность равняется или больше 100%, то измеренное значение — недостоверное. Для измерения содержания исследуемых веществ в почве и в воде использованы следующие методы и приборы. Биогенные вещества в воде (ПНД Ф 14.1:2.4.167-2000, ПНД Ф 14.1:2.4.157-99) и свинец в воде и почве (РД 52.18.289-90, ПНД Ф 14.1:2.4.139-98) определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М» (Россия). В почве подвижные формы фосфора и калия определяли по Чирикову (ГОСТ 26204-91), аммонийный и нитратный азот — с использованием фотометрии, по методу ЦИНАО (ГОСТ 26489-85). Содержание цинка в почве и воде определяли на приборе Liberty II (США), используя метод оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES). Для исследуемого образца результат однократного измерения по указанному выше методу представлен измеренным значением и его погрешностью. В проведенных исследованиях использованы прямые и косвенные измерения (согласно РМГ-29-2013). Для измерения температуры почвы и объема стекающей с почвы воды использовано однократное прямое измерение. Остальные измерения относят к косвенным.

При повторных измерениях получены выборки измеренных значений. В таких случаях за результат измерения (измеренное значение и его абсолютную погрешность) принято среднее арифметическое и стандартное отклонение выборки. Для косвенных измерений использован метод приведения к многократным измерениям следующие национальные стандарты: Р 50.2.038-2004 Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений; ГОСТ Р 8.736-2011 Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения; МИ 2083-90 ГСИ Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей; ПМГ 96-2009 Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления.

**Результаты и обсуждение.** Данные, характеризующие условия проведенных экспериментов с помощью портативной лабораторно-полевой дождевальной установки с биогенными веществами при разной температуре почвы представлены в таблице 1. Из этих данных следует: 1) для обоих вариантов в пределах погрешности плотность и влажность почвы одинаковые; 2) значения характеристик дождя близкие; 3) температура почвы для варианта 1–2 в 10 раз больше, чем для варианта 1–1.

Таблица 1. Характеристики состояния почвы и искусственного дождя в эксперименте с биогенными веществами  
Table 1. Characteristics of soil condition and simulated rain in the biogenic substances experiment

Вариант	Почва			$l$ , мм/мин	$t_{\text{rain}}$ , мин	$t_{\text{cr}}$ , мин
	$T$ , °C	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\gamma$ , %			
1–1	$2,0 \pm 0,5$	$1,11 \pm 0,02$	$17,2 \pm 0,2$	$1,65 \pm 0,03$	22,0	2,0
1–2	$20,0 \pm 0,5$	$1,14 \pm 0,01$	$17,1 \pm 0,1$	$1,70 \pm 0,03$	22,7	2,7

Примечание:  $\pm$  — абсолютная погрешность;  $T$  — температура;  $\rho$  — плотность почвы;  $\gamma$  — влажность почвы;  $l$  — интенсивность дождя;  $t_{\text{rain}}$  — продолжительность дождя;  $t_{\text{cr}}$  — время до начала стока.



Таблица 2. Концентрации биогенных веществ в почве и в дождевой и стекающей воде  
Table 2. Concentrations of biogenic substances in soil and rain and runoff water

Вариант	Ион	$C_{\text{soil}}$ , мг/кг	$C_{\text{rain}}$ , мг/л	$C_{\text{run}}$ , мг/л	$dC = C_{\text{run}} - C_{\text{rain}}$ , мг/л
1-1	$\text{NH}_4^+$	6,8±1,0	0	1,11±0,22	1,11±0,22 (20)
	$\text{NO}_3^-$	8,3±1,3	0,38±0,11	2,96±0,59	2,58±0,70 (27)
	$\text{K}_2\text{O}^+$	31,0±4,7	0,67±0,13	2,45±0,34	1,78±0,47 (26)
	$\text{P}_2\text{O}_5^{3-}$	31,2±4,7	0	1,95±0,39	1,95±0,39 (20)
1-2	$\text{NH}_4^+$	6,21±0,93	0	1,66±0,33	1,66±0,33 (20)
	$\text{NO}_3^-$	7,4±1,1	0,38±0,11	4,19±0,84	3,81±0,95 (25)
	$\text{K}_2\text{O}^+$	30,4±4,6	0,67±0,13	2,05±0,29	1,38±0,42 (30)
	$\text{P}_2\text{O}_5^{3-}$	31,1±4,7	0	1,75±0,35	1,75±0,35 (20)

Примечание: ( ) — относительная погрешность, %.

Таблица 3. Характеристики состояния почвы и искусственного дождя в эксперименте с тяжелыми металлами  
Table 3. Characteristics of soil condition and simulated rain in the heavy metals experiment

Вариант	Ион	Почва			$l$ , мм/мин	$t_{\text{rain}}$ , мин	$t_{\text{cr}}$ , мин
		$T$ , °C	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\nu$ , %			
2-1	$\text{Pb}^{2+}$	20,0±0,5	1,14±0,02	17,4±0,1	1,72±0,04	22,8	2,8
2-2	$\text{Zn}^{2+}$	1,0±0,5	1,21±0,03	15,0±0,2	1,08±0,03	16,5	1,5
2-3	$\text{Zn}^{2+}$	17,0±0,5	—	27,0±0,2	1,70±0,02	15,2	0,2

Примечание: «—» — обозначает отсутствие измерений.

Таблица 4. Концентрации свинца и цинка в почве, в дождевой и стекающей воде  
Table 4. Lead and zinc concentrations in soil, rain and runoff water

Вариант	Ион	$C_{\text{soil}}$ , мг/кг	$C_{\text{rain}}$ , мг/л	$C_{\text{run}}$ , мг/л	$dC = C_{\text{run}} - C_{\text{rain}}$ , мг/л
2-1	$\text{Pb}^{2+}$	173±42	0	0,061±0,015	0,061±0,015 (25)
2-2	$\text{Zn}^{2+}$	30,7±2,7	0,0643±0,0023	0,0137±0,0048	-0,0506±0,0071 (14)
2-3	$\text{Zn}^{2+}$	30,7±2,7	0,0635±0,0027	0,0215±0,0060	-0,0420±0,0087 (21)

Примечание: ( ) — относительная погрешность, %.

В таблице 2 представлены данные измеренных значений концентрации биогенных веществ в почве и в дождевой и стекающей воде. Из этих данных следует: 1) все значения концентраций достоверные; 2) все значения  $dC > 0$  (почва теряет биогенные вещества); 3) для всех биогенных веществ значения  $dC$  для разных температур одинаковые (с учетом пределов погрешности). Вывод: в интервале температур от 2 до 20°C значение  $dC$  в пределах погрешности можно принять постоянной величиной, не зависящей от температуры почвы. Это упрощает проведение экспериментальных исследований и разработку методов расчета потерь из почвы биогенных веществ.

В таблице 3 представлены данные, характеризующие условия проведенных экспериментов с тяжелыми металлами. Из этих данных следует: 1) для свинца дождевание проведено при одной температуре 20,0±0,5°C; 2) для цинка в обоих вариантах характеристики почвы и дождя разные (в варианте 2-3 использован почвенный образец из варианта 2-2 после его дождевания, температура почвы в варианте 2-3 в 17 раз больше, чем в варианте 2-2).

В таблице 4 представлены данные измеренных значений концентрации тяжелых металлов в почве и в дождевой и стекающей воде. Из этих данных следует: 1) для свинца все значения концентраций достоверные, а  $dC > 0$ , то есть почва теряет свинец; 2) для цинка все значения концентраций достоверные, а  $dC < 0$  (почва получила цинк из дождевой воды); 3) в пределах погрешности измерений получение почвой цинка ( $dC$ ) можно принять постоянной величиной (не зависящей от температуры почвы). Вывод: для цинка величина  $dC$  является устой-

чивой по отношению к температуре и влажности почвы, а также к интенсивности дождя и к повторному его выпадению. Эта устойчивость также упрощает проведение экспериментальных исследований и разработку методов расчета массообмена цинком между почвой и поверхностным потоком воды.

Для любого естественного дождя метод расчета массообмена растворенным веществом определяется уравнением (1) и величинами  $dC$  и  $h$ . Используя метод дождевания, сначала можно определить слой стока  $h$  [16], затем для этого слоя стока определить разность концентраций исследуемого вещества  $dC$ . Далее по уравнению (1) можно рассчитать количество вещества  $m$ , которое почва теряет или получает. Для загрязнения поверхностных водных объектов рассматриваются только случаи, когда почва теряет загрязняющее вещество ( $dC > 0$ ).

**Заключение.** С использованием метода дождевания проведены экспериментальные исследования массообмена растворенных веществ в системе почва — дождевой поток воды. Теория массообмена допускает, что почва может как терять вещества, так и получать их из дождевой воды. Проведенный эксперимент подтвердил это. Почва теряет биогенные вещества и свинец, а цинк получала из дождевой воды. Также установлено, что, в пределах погрешности измерения, вынос из почвы биогенных веществ и получение почвой цинка не зависят от температуры почвы. Эксперименты проведены при двух разных температурах почвы: для биогенных веществ — 2 и 20°C, для цинка — 1 и 17°C. Слабая зависимость от температуры упрощает экспериментальные исследования

и разработку нормативов для расчетных методов. При разработке нормативов необходимо учитывать не только содержание в почве исследуемых растворенных веществ, но и их содержание в дождевой воде.

Полученные экспериментальные данные можно использовать для расчетов выноса из почвы исследуемых веществ в отношении естественных дождей. При отсутствии натурных наблюдений за выпадающими на почву дождями метод дождевания является единственным методом для экспериментальных исследований почвы как диффузного источника загрязнения поверхностных водных объектов. В этом случае учитываются только события, когда почва теряет загрязняющее вещество.

#### Список источников

- Italy, Rome (2015). *Status of the world's soil resources (SWSR) — main report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Italy, Rome, 650 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf> (accessed: 30.01.2022).
- Михайлушкин П.В., Алиева А.Р. Органическое земледелие — направление перехода к «зеленой» экономике в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2 (374). С. 17-19. doi: 10.24411/2587-6740-2020-12022
- Rodriguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., Pennock, D. (2018). *Soil pollution: a hidden reality*, Rome, Italy, 142 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i9183en/i9183en.pdf> (accessed: 01.03.2022).
- Неведров Н.П., Проценко Е.П., Балабина И.П., Кочуров Б.И., Куликова Е.В. Ресурсный подход к оценке загрязнения почв тяжелыми металлами и изучению емкости геохимических барьеров на примере города Курска //





Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 28-34. doi: 10.25750/1995-4301-2020-1-028-034

5. Дубовик Д.В., Дубовик Е.В. Тяжелые металлы в склоновом агроландшафте. Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. 170 с.

6. Тяжелые металлы в агроценозах: миграция, действие, нормирование / под ред. чл.-кор. РАН Н.И. Санжаровой, к.б.н. П.Н. Цынгвинцева. Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2019. 398 с.

7. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор. Барнаул: День, 2000. 130 с.

8. Долгов С.В., Коронкевич Н.И. Современные изменения выноса биогенных веществ в реки бассейна Волги на юге лесной зоны // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 5. С. 43-55. doi: 10.31857/S2587-55662019543-55

9. Кондратьев С.А., Шмакова М.В. Математическое моделирование массопереноса в системе водосбор — водоток — водоем. СПб.: Нестор-История, 2019. 248 с.

10. Zingg, A.W. (1940). Degree and length of land slopes as it affects soil loss in runoff. *Agricultural Engineering*, vol. 21 (2), pp. 59-64.

11. Norton, L.D., Savabi, R. (2010). Evolution of a linear variable intensity rainfall simulator for surface hydrology and erosion studies. *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 26, pp. 239-245.

12. Mahmoodabadi, M., Sajjadi, S.A. (2016). Effects of rain intensity, slope gradient and particle size distribution on the relative contributions of splash and wash loads to rain-induced erosion. *Geomorphology*, vol. 253, no. 1, pp. 159-167. doi: 10.1016/j.geomorph.2015.10.010

13. Sobol, N.V., Gabbasova, I.M., Komissarov, M.A. (2017). Effect of rainfall intensity and slope steepness on the development of soil erosion in the Southern Cis-Ural Region (a model experiment). *Eurasian Soil Science*, vol. 50, no. 9, pp.1098-1104. doi: 10.1134/S106422931709006X

14. Minea, G., Ioana-Toroimac, G. (2016). Land use impact on overland flow: micro-scale field experimental analysis. *Journal of Water and Land Development*, vol. 29, no. 1, pp. 67-74. doi: 10.1515/jwld-2016-0013

15. Saber, A.N., Somjunyakul, P., Ok, J., Watanabe, H. (2019). Rainfall-runoff simulation of radioactive cesium transport by using a small-scale portable rainfall simulator. *Water Air Soil Pollution*, vol. 226, pp. 230-245. doi: 10.1007/s11270-019-4268-9

16. Sukhanovskii, Yu.P., Ollesh, G., Khan, K.Y., Meisner, R. (2002). A new index for rainfall erosivity on a physical basis. *Plant Nutrition Soil Science*, vol. 165, pp. 51-57.

17. Sukhanovskij, Y.P., Vitovtov, V.A., Prushchik, A.V., Solov'eva, Y.A., Sanzharova, S.I. (2015). Assessment of soil infiltration capacity by using portable rainfall simulator. *Dokuchaev Soil Bulletin*, vol. 78, pp. 26-35.

18. Rahmati, M., Weihermuller, L., Vanderborght, J. et al. (2018). Development and analysis of the soil water infiltration global database. *Earth System Science Data*, vol. 10, pp. 1237-1263.

19. Сухановский Ю.П., Вытовтов В.А., Соловьева Ю.А., Прущик А.В., Санжарова С.И., Титов А.Г. Методика определения потерь из почвы биогенных веществ с использованием портативной дождевальной установки // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 6. С. 68-71.

## References

1. Italy, Rome (2015). *Status of the world's soil resources (SWSR) — main report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Italy, Rome, 650 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf> (accessed: 30.01.2022).

2. Mikhailushkin, P.V., Alieva, A.R. (2020). Organicheskoe zemledelie — napravlenie perekhoda k «zelenoi» ehkonomike v Rossii [Organic agriculture — direction of transition to the “green” economy in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2 (374), pp. 17-19. doi: 10.24411/2587-6740-2020-12022

3. Rodriguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., Pennock, D. (2018). *Soil pollution: a hidden reality*, Rome, Italy, 142 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i9183en/i9183en.pdf> (accessed: 01.03.2022).

4. Nevedrov, N.P., Protsenko, E.P., Balabina, I.P., Kochurov, B.I., Kulikova, E.V. (2020). Resursnyi podkhod k otsenke zagryazneniya pochv tyazhelyimi metallami i izucheniyu emkosti geokhicheskikh bar'еров на примере города Kurska [Resource approach to assessment of heavy metal pollution of soils and studying the capacity of geochemical barriers on the example of Kursk City]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ehkologiya* [Theoretical and applied ecology], no. 1, pp. 28-38. doi: 10.25750/1995-4301-2020-1-028-034

5. Dubovik, D.V., Dubovik, E.V. (2016). *Tyazhelye metally v sklonovom agrolandshafte* [Heavy metals in the slope agrolandscape]. Kursk, FGBNU VNIIZiZPE, 170 p.

6. Sanzharova, N.I., Tsyngvintsev, P.N. (ed.) (2019). *Tyazhelye metally v agrotsenozakh: migratsiya, deistvie, normirovanie* [Heavy metals in acrocyanoses: migration, effect, regulation]. Obninsk, RIRAE, 398 p.

7. Mikhailov, S.A. (2000). *Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ehkositsem. Metody otsenki i matematicheskie modeli: Analiticheskii obzor* [Diffusion pollution of ecosystems. Valuation methods and mathematical models: Analysis Series]. Barnaul, Den' Publ., 130 p.

8. Dolgov, S.V., Koronkech, N.I. (2019). Sovremennye izmeneniya vynosa biogennykh veshchestv v reki basseina Volgi na yuge lesnoi zony [Modern changes of nutrients removal into the southern forest zone rivers of Volga basin]. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geo-*

*graficheskaya* [News of the Russian Academy of Sciences. Geographic series], no. 5, pp. 43-55. doi: 10.31857/S2587-55662019543-55

9. Kondrat'ev, S.A., Shmakova, M.V. (2019). *Matematicheskoe modelirovanie massoperenosa v sisteme vodosbor — vodotok — vodoe* [Mathematical modeling of mass transfer in the system: catchment area — watercourse — water body]. Saint-Petersburg, Nestor-Istoriya Publ., 248 p.

10. Zingg, A.W. (1940). Degree and length of land slopes as it affects soil loss in runoff. *Agricultural Engineering*, vol. 21 (2), pp. 59-64.

11. Norton, L.D., Savabi, R. (2010). Evolution of a linear variable intensity rainfall simulator for surface hydrology and erosion studies. *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 26, pp. 239-245.

12. Mahmoodabadi, M., Sajjadi, S.A. (2016). Effects of rain intensity, slope gradient and particle size distribution on the relative contributions of splash and wash loads to rain-induced erosion. *Geomorphology*, vol. 253, no. 1, pp. 159-167. doi: 10.1016/j.geomorph.2015.10.010

13. Sobol, N.V., Gabbasova, I.M., Komissarov, M.A. (2017). Effect of rainfall intensity and slope steepness on the development of soil erosion in the Southern Cis-Ural Region (a model experiment). *Eurasian Soil Science*, vol. 50, no. 9, pp.1098-1104. doi: 10.1134/S106422931709006X

14. Minea, G., Ioana-Toroimac, G. (2016). Land use impact on overland flow: micro-scale field experimental analysis. *Journal of Water and Land Development*, vol. 29, no. 1, pp. 67-74. doi: 10.1515/jwld-2016-0013

15. Saber, A.N., Somjunyakul, P., Ok, J., Watanabe, H. (2019). Rainfall-runoff simulation of radioactive cesium transport by using a small-scale portable rainfall simulator. *Water Air Soil Pollution*, vol. 226, pp. 230-245. doi: 10.1007/s11270-019-4268-9

16. Sukhanovskii, Yu.P., Ollesh, G., Khan, K.Y., Meisner, R. (2002). A new index for rainfall erosivity on a physical basis. *Plant Nutrition Soil Science*, vol. 165, pp. 51-57.

17. Sukhanovskij, Y.P., Vitovtov, V.A., Prushchik, A.V., Solov'eva, Y.A., Sanzharova, S.I. (2015). Assessment of soil infiltration capacity by using portable rainfall simulator. *Dokuchaev Soil Bulletin*, vol. 78, pp. 26-35.

18. Rahmati, M., Weihermuller, L., Vanderborght, J. et al. (2018). Development and analysis of the soil water infiltration global database. *Earth System Science Data*, vol. 10, pp. 1237-1263.

19. Sukhanovskii, Yu.P., Vitovtov, V.A., Solov'eva, Yu.A., Prushchik, A.V., Sanzharova, S.I., Titov, A.G. (2016). Metodika opredeleniya poter' iz pochvy biogennykh veshchestv s ispol'zovaniem portativnoi dozhdieval'noi ustanovki [Methodology for determining soil losses of biogenic substances using a portable rainfall simulator]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 30, no. 6, pp. 68-71.

## Информация об авторах:

**Сухановский Юрий Петрович**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории моделирования и защиты почв от эрозии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1782-501X>, soil-er@kursknet.ru

**Прущик Анастасия Викторовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории моделирования и защиты почв от эрозии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9010-5548>, model-erosion@mail.ru

**Вытовтов Владимир Алексеевич**, старший научный сотрудник лаборатории моделирования и защиты почв от эрозии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3098-5053>, v.a.vitovtov@mail.ru

**Титов Александр Григорьевич**, научный сотрудник лаборатории моделирования и защиты почв от эрозии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3110-5481>, titov\_a\_g@mail.ru

## Information about the authors:

**Yurii P. Sukhanovskii**, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of modelling and soil erosion protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1782-501X>, soil-er@kursknet.ru

**Anastasia V. Prushchik**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of modelling and soil erosion protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9010-5548>, model-erosion@mail.ru

**Vladimir A. Vitovtov**, senior researcher of the laboratory of modelling and soil erosion protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3098-5053>, v.a.vitovtov@mail.ru

**Alexandr G. Titov**, researcher of the laboratory of modelling and soil erosion protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3110-5481>, titov\_a\_g@mail.ru



Научная статья

УДК 633.85:631:526.32

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_367

## ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ

В.Г. Дружинин<sup>1</sup>, Т.Я. Прахова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Лунино, Пензенская область, Россия

**Аннотация.** В статье представлен анализ фотосинтетической деятельности сафлора красильного и его продуктивности в зависимости от применения микроудобрений. Исследования проводились в 2019-2021 гг. Объектом исследований являлся сафлор красильный сорта Ершовский 4. Использование микроэлементных удобрений повышает фотосинтетическую активность посевов сафлора красильного. Применение микроудобрений способствовало увеличению площади ассимиляционной поверхности на 5,2-11,9 %, фотосинтетического потенциала — на 2,8-8,8 % и чистой продуктивности фотосинтеза — на 1,5-4,9 %. Коэффициент полезного действия фотосинтеза сафлора увеличивался до 1,24-1,46. В начальный период роста сафлора площадь листьев нарастает медленно и составляет 7,72-9,82 тыс. м<sup>2</sup>/га. В фазе бутонизации площадь листовой поверхности увеличивается до 17,61-19,11 тыс. м<sup>2</sup>/га, и максимум ее достигается в фазе цветения (26,72-29,92 тыс. м<sup>2</sup>/га), затем существенно снижается в период спелости и составляет 8,41-9,26 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наибольшая площадь листьев сформировалась на варианте с обработкой семян препаратами Гумат+7 и Агроверм, превышение составило 3,08-3,20 тыс. м<sup>2</sup>/га. Максимальная величина фотосинтетического потенциала отмечена на варианте с применением Гумат+7 (1735,5 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки). Наибольший показатель чистой продуктивности фотосинтеза (4,27 и 4,29 г/м<sup>2</sup> в сутки) сформировался на вариантах с обработкой микроудобрениями Агроверм и Изагри Вита. Коэффициент использования фотосинтетически активной радиации (ФАР) сафлором составлял от 1,08 до 1,22 в зависимости от применяемых препаратов при 1,04 в контрольном варианте. Наилучшее использование растениями сафлора ФАР отмечено на вариантах с применением Агроверма и Изагри Виты — 1,21 и 1,22 % соответственно. Продуктивность семян сафлора в среднем за 2019-2021 гг. составила 1,28-1,48 т/га. Применение микроудобрений способствовало увеличению урожайности, прибавка составила от 0,02 до 0,20 т/га. Наиболее эффективными были варианты с применением препаратов Агроверм и Изагри Вита, которые обеспечили получение наибольшей урожайности семян — 1,42 и 1,48 т/га соответственно. Это составило 67,9 и 69,7 % от потенциальной возможной урожайности сафлора. Применение препарата Мегамикс дало несущественную прибавку урожайности — на 0,02 т/га, при наименьшей существенной разнице 0,06 т/га.

**Ключевые слова:** сафлор красильный, микроудобрения, фотосинтетическая деятельность, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

## PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SAFFLOWER TINCTORIAL DEPENDING ON THE USE OF MICROFERTILIZERS

V.G. Druzhinin<sup>1</sup>, T.Ya. Prakhova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Penza State Agrarian University, Penza, Russia

<sup>2</sup>Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division

“Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

**Abstract.** The article presents an analysis of the photosynthetic activity of safflower tinctorial and its productivity depending on microfertilizers. The studies were carried out in 2019-2021. The object of research was safflower tinctorial variety Ershovsky 4. The use of microelement fertilizers increases the photosynthetic activity of crops safflower tinctorial. The use of microfertilizers contributed to an increase in the assimilation surface area by 5.2-11.9 %, the photosynthetic potential by 2.8-8.8 % and the net productivity of photosynthesis by 1.5-4.9 %. The efficiency of safflower photosynthesis increased to 1.24-1.46. In the initial period of safflower growth, the leaf area increases slowly and amounts to 7.72-9.82 thousand m<sup>2</sup>/ha. In the budding phase, the leaf surface area increases to 17.61-19.11 thousand m<sup>2</sup>/ha, and reaches its maximum in the flowering phase (26.72-29.92 thousand m<sup>2</sup>/ha). Then it significantly decreases during the ripening period and amounts to 8.41-9.26 thousand m<sup>2</sup>/ha. The largest leaf area was formed on the variant with seed treatment with Gumat+7 and Agroverm, the excess amounted to 3.08-3.20 thousand m<sup>2</sup>/ha. The maximum value of the photosynthetic potential was noted in the variant with the use of Humat+7 (1735.5 thousand m<sup>2</sup>/ha per day). The highest indicator of net productivity of photosynthesis (4.27 and 4.29 g/m<sup>2</sup> per day) was formed on the variants with microfertilizers Agroverm and Izagri Vita. The coefficient of use of PAR by safflower ranged from 1.08 to 1.22, depending on the drugs used, with 1.04 in the control variant. The best use of PAR safflower by plants was noted in the variants with the use of Agroverm and Izagri Vita — 1.21 and 1.22 %. The productivity of safflower seeds on average for 2019-2021 was 1.28-1.48 t/ha. The use of microfertilizers contributed to an increase in yield, the increase was from 0.02 to 0.20 t/ha. The most effective were the variants with the use of preparations Agroverm and Izagri Vita, which ensured the highest seed yield — 1.42 and 1.48 t/ha, respectively. This amounted to 67.9 and 69.7 % of the potential possible yield of safflower. The use of the Megamix preparation gave an insignificant increase in yield, by only 0.02 t/ha, with the smallest significant difference of 0.06 t/ha.

**Keywords:** safflower tinctorial, microfertilizers, photosynthetic activity, leaf area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis

**Acknowledgments:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State Assignment of the Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The author thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Введение.** В современных условиях все большее внимание уделяют вопросам увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур. Это определяет не только интенсификацию исследований в области селекции, но и разработку сортовых технологий и их отдельных элементов [1].

Повышение продуктивности растений обеспечивается балансом двух основных процессов их жизнедеятельности — фотосинтеза и роста. А.А. Ничипорович [2, 3] в своих работах отмечал, что рост урожайности обеспечивают такие посева, которые способны наиболее эффективно использовать энергию фотосинтетически активной радиации (ФАР) с высоким коэффициентом полезного действия. В свою очередь, А.А. Жученко писал, что процесс фотосинтеза является первоисточником жизненно важных элементов и именно благодаря фотосинтезу обеспечивается энерго- и массонакопление, круговорот азота, углерода, кислорода, водорода и другие жизнеобеспечивающие процессы на земле [4]. Кроме этого, многие исследователи отмечают высокую способность растительных фотосинтезирующих систем к адаптивным изменениям в варьирующих условиях среды [5, 6].

Продуктивность фотосинтеза растений определяется двумя главными показателями: суммарной площадью листьев (ассимилирующей поверхности) и интенсивностью фотосинтетических процессов на единицу площади листьев, от функционирования которых зависит в целом онтогенез растений и, в конечном счете, урожайность культуры [7, 8].

Площадь листьев — мобильный показатель фотосинтетической деятельности растений, который в значительной степени изменяется под воздействием агрометеорологических условий и агротехнических приемов возделывания, в том числе и от применения микроудобрений и регуляторов роста [3, 9]. При этом последние влияют не только на размер ассимиляционной поверхности растений, но и на продолжительность ее функционирования [6, 10]. На динамику развития листовой поверхности и фотосинтетическую деятельность посевов в целом большое влияние оказывают биологические особенности самой культуры.

Сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.) является одной из перспективных масличных культур, семена которого и продукты их переработки играют важную роль в продовольственном комплексе страны [11]. Говоря о достоинствах сафлора, следует отметить его значение как одного из источников растительного масла, содержание которого в семенах достигает 35-38% [12]. Масло сафлора относится к полувывсыхающим и содержит до 80-90% линолевой, 7-8% олеиновой и до 5,5-6,0% пальмитиновой жирных кислот и широко используется в пищевой и технической промышленности [13, 14].

Биология сафлора полностью соответствует условиям микрозон засушливого климата, он является одной из самых жаростойких и засухоустойчивых культур. Но при этом — это растение-ксерофит, и его выращивание актуально и в условиях континентального климата [12, 15].

Для получения высокой урожайности семян сафлора необходимо оптимальное сочетание всех элементов технологии его возделывания, в том числе и применение микроэлементных удобрений.

**Целью исследований** был анализ показателя деятельности фотосинтетического аппарата сафлора красильного и его продуктивности в зависимости от применения микроудобрений.

**Методика исследований.** Исследования проводились в 2019-2021 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Объектом исследований являлся сафлор красильный сорта Ершовский 4.

Закладка опыта, все фенологические наблюдения, учеты и оценка урожайности сафлора проводились в соответствии с методическими указаниями по проведению опытов с масличными культурами [16]. В опыте изучалось использование микроэлементных удобрений в качестве предпосевной обработки семян: Гумат+7 (1,0 л/т), Циркон (1,0 л/т), Агроверм (1,0 л/т), Изагри Вита (1,0 л/т) и Мегамикс — Семена (1,0 л/т).

Посев сафлора проводили согласно оптимальным технологическим параметрам: срок посева — ранний (1 декада мая), способ посева — рядовой, норма высева составляла 0,3 млн всхожих семян/га.

Вегетационный период сафлора красильного в 2019 г. протекал в засушливых условиях (ГТК 0,65). Условия 2020 г. были отмечены как более благоприятные (ГТК 0,75), чем в предыдущем году. Период вегетации 2021 г. характеризовался как умеренно засушливый (ГТК 0,86).

Определение параметров фотосинтетических показателей (площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал (ФП), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), индекс листовой поверхности, коэффициент полезного действия фотосинтеза) проводили согласно методике, описанной А.А. Ничипоровичем [17].

Коэффициент использования растениями фотосинтетически активной радиации (ФАР) рассчитывали по методике Х.Г. Тооминга [18]. Величину потенциальной урожайности рассчитывали путем отношения суммы ФАР за период вегетации культуры и калорийности органического вещества единицы урожая, умноженных на соответствующие коэффициенты [19].

**Результаты исследований.** В начальный период роста сафлора (фаза розетки) площадь листьев нарастает очень медленно, их ассимиляционная поверхность составляла 7,72-9,82 тыс. м<sup>2</sup>/га в зависимости от применения микроудобрений (табл. 1).

Наибольшая площадь листьев сформировалась на варианте с обработкой семян препаратами Изагри Вита и Гумат+7 и составила 9,44 и 9,82 тыс. м<sup>2</sup>/га и превышала контрольный ва-

риант без обработки на 1,72 и 2,10 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно. Далее было отмечено, что площадь листовой поверхности у сафлора увеличивается в фазе бутонизации до 17,61-19,11 тыс. м<sup>2</sup>/га, и максимум ее достигается в фазе цветения (26,72-29,92 тыс. м<sup>2</sup>/га), затем существенно снижается в течение спелости сафлора до 8,41-9,26 тыс. м<sup>2</sup>/га, независимо от обработки растений препаратами.

Однако следует отметить, что применение микроудобрений увеличивало развитие ассимиляционной поверхности растений сафлора в течение всего периода вегетации относительно варианта без обработки.

Так, наибольшая площадь листьев (19,11 тыс. м<sup>2</sup>/га) в фазе бутонизации отмечена на фоне применения Агроверма. В фазе цветения существенное увеличение ассимиляционной поверхности относительно контрольного варианта было на фоне препаратов Гумат+7 и Агроверм, превышение составило 3,08-3,20 тыс. м<sup>2</sup>/га. Также на данных вариантах отмечена и максимальная площадь листовой поверхности в фазе спелости (9,11 и 9,26 тыс. м<sup>2</sup>/га) при 8,28-8,43 тыс. м<sup>2</sup>/га на других вариантах. Вероятно, здесь более медленно происходит подсыхание биомассы и отмирание листьев нижнего и среднего ярусов, при этом на остальных вариантах происходит более интенсивное засыхание и сбрасывание листьев.

Регуляторы роста воздействуют не только на размер ассимилирующей поверхности растений, но и на продолжительность ее функционирования, а следовательно, на фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза. Величина фотосинтетического потенциала (ФП) сафлора варьировала в пределах от 1594,9 до 1735,5 тыс. м<sup>2</sup> в сутки/га (табл. 2).

Максимальная величина фотосинтетического потенциала отмечена на варианте с применением Гумат+7, что превышало контрольный вариант без обработки на 140,6 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки и было выше на 22,8-34,7 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки относительно вариантов с обработкой препаратами Агроверм и Изагри Вита. При этом на вариантах с применением последних отмечен наибольший показатель чистой продуктивности фотосинтеза (4,27 и 4,29 г/м<sup>2</sup> в сутки), вероятно данные препараты способствуют более интенсивному изменению сухой биомассы растений, которое синтезирует листовая поверхность за сутки в период вегетации растений.

Как известно, чистая продуктивность фотосинтеза — наиболее стабильный показатель фотосинтеза, который меньше других изменяется в зависимости от условий периода вегетации.

Таблица 1. Динамика площади ассимиляционной поверхности сафлора в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)

Table 1. Dynamics of the assimilation surface area of safflower depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Вариант	Площадь листьев по фазам развития, тыс. м <sup>2</sup> /га			
	розетка	бутонизация	цветение	спелость
Контроль	7,72	17,61	26,72	8,41
Гумат+7	9,82	18,39	29,80	9,11
Циркон	8,38	18,48	28,81	8,53
Агроверм	8,90	19,11	29,92	9,26
Изагри Вита	9,44	18,03	28,96	8,28
Мегамикс	8,76	17,93	28,11	8,43
НСР <sub>05</sub>	1,28	1,18	1,35	1,15



Таблица 2. Показатели фотосинтетической деятельности сафлора в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)  
Table 2. Indicators of photosynthetic activity of safflower depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Вариант	Фотосинтетический потенциал, тыс. м <sup>2</sup> в сутки/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/ м <sup>2</sup> в сутки	Индекс листовой поверхности	КПД фотосинтеза
Контроль	1594,9	4,09	3,04	1,19
Гумат+7	1735,5	4,16	3,47	1,32
Циркон	1638,5	4,16	3,34	1,25
Агроверм	1712,7	4,27	3,29	1,34
Изагри Вита	1700,8	4,29	3,37	1,46
Мегамикс	1639,4	4,15	3,30	1,24

Таблица 3. Урожайность сафлора в зависимости от применения микроудобрений (2019-2021 гг.)  
Table 3. Safflower yield depending on the use of microfertilizers (2019-2021)

Вариант	Коэффициент использования ФАР, %	Потенциальная урожайность, т/га	Фактическая урожайность, т/га	Прибавка к урожаю, т/га
Контроль	1,04	1,87	1,28	-
Гумат +7	1,18	2,07	1,37	0,09
Циркон	1,12	1,95	1,36	0,08
Агроверм	1,21	2,09	1,42	0,14
Изагри Вита	1,22	2,27	1,48	0,20
Мегамикс	1,08	1,92	1,30	0,02
НСР <sub>05</sub>	-	-	0,06	-

Так, если площадь листьев сафлора за годы исследований изменялась в зависимости от применения микроудобрений на 11,5-12,0%, фотосинтетический потенциал — на 7,4-8,8%, то чистая продуктивность фотосинтеза — всего на 4,4-4,8% в среднем по вариантам. Прибавка ЧПФ по вариантам составила 0,06-0,20 г/м<sup>2</sup> в сутки относительно контроля.

Следует отметить, что все-таки листья растений обеспечивают условия для процесса фотосинтеза, поэтому важным показателем, который оказывает существенное влияние на интенсивность этого процесса, является индекс листовой поверхности (ИЛП), по которому можно судить о степени обеспеченности посева водой и элементами минерального питания. В зависимости от культуры и условий произрастания его показатель обычно варьирует от 1 до 7 и выше, при этом установлено, что у большинства сельскохозяйственных растений оптимальный листовой индекс составляет от 4 до 5 [17].

Применение на сафлоре микроэлементных удобрений увеличивало ИЛП по сравнению с контролем. Наибольшее увеличение индекса листовой поверхности наблюдалось на фоне препаратов Гумат+7 и Изагри Вита, который составил 3,47 и 3,37 соответственно, где превышение над контрольным вариантом составило 0,33-0,43.

В целом эффективность фотосинтеза растения характеризует коэффициент полезного действия (КПД) фотосинтеза, который обычно в посевах не высокий и приблизительно равен 1,0%. При оптимальных агротехнических мероприятиях его можно увеличить до 2,0%. В проведенных нами исследованиях КПД фотосинтеза посева сафлора в контрольном варианте составил 1,19, но при обработке семян микроудобрениями значения его увеличились до 1,24-1,46.

По мнению А.А. Ничипоровича, формирование высокого урожая во многом предопределяется способностью растений наиболее эффективно использовать энергию фотосинтетически активной радиации (ФАР) с высоким коэффициентом полезного действия.

В среднем за 3 года исследований продолжительность вегетационного периода сафлора составила 113-119 дней, суммарный приход ФАР составил 108,6-114,4 кДж/см<sup>2</sup>.

Конечным этапом фотосинтетической деятельности посевов является урожайность культуры как фактическая, так и потенциальная, которая реализуется при удовлетворении всех требований биологии культуры в оптимальных агрометеорологических условиях [19].

Коэффициент использования ФАР может служить объективным показателем величины урожая и зависит как от культуры и сорта, так и от элементов технологии возделывания и на практике достигает лишь 0,5-1,0%. В проведенных нами исследованиях коэффициент использования ФАР сафлором составлял от 1,08 до 1,22 в зависимости от применяемых препаратов при 1,04 в варианте без них (табл. 3).

Наилучшее использование растениями сафлора ФАР отмечено на вариантах с применением Агроверма и Изагри Виты — 1,21 и 1,22% соответственно. Вероятно, применение данных препаратов способствует лучшему росту и развитию растений сафлора. На варианте с использованием препарата Мегамикс отмечен самый низкий коэффициент использования ФАР (1,08%), однако и данный вариант хоть и в меньшей степени, но все-таки превышал вариант посева сафлора без обработки.

При оптимальном сочетании идеальных почвенных и метеорологических условий и соблюдении всех элементов агротехнологии складываются такие агроценозы посева культуры, которые в полной мере используют приход фотосинтетически активной солнечной радиации и где может быть достигнута наиболее высокая потенциальная урожайность [18].

Потенциальная урожайность сафлора в проведенных нами исследованиях составляла 1,92-2,27 т/га в вариантах с обработкой микроудобрениями и 1,87 т/га в контрольном варианте. Наиболее высокая урожайность (2,27 т/га) отмечена при использовании препарата Изагри

Вита. Можно сказать, что применение данного удобрения способствует формированию такого посева, который наиболее эффективно и рационально использует суммарный приход ФАР и, как следствие, имеет большие резервы для формирования высокой урожайности.

Соотношение между потенциальной и фактической урожайностью сафлора в исследованиях было достаточно высоким и составило 65,2-69,7%.

Фактическая урожайность семян сафлора в среднем за 2019-2021 гг. составила 1,28-1,48 т/га. Все изучаемые микроудобрения способствовали некоторому увеличению урожайности относительно варианта без обработки, прибавка составила от 0,02 до 0,20 т/га.

Наиболее существенная прибавка урожая семян отмечена на вариантах с обработкой удобрением Агроверм и Изагри Вита, где была получена максимальная урожайность, которая составила 1,42 и 1,48 т/га соответственно. Следует отметить, что на данных вариантах фактическая урожайность составила 67,9 и 69,7% от потенциальной возможности формирования урожайности культуры.

Применение препарата Мегамикс дало незначительную прибавку урожайности — всего на 0,02 т/га при наименьшей существенной разнице 0,06 т/га. Однако на данном варианте был отмечен достаточно высокий процент фактической урожайности (67,2%) от потенциально возможной.

**Заключение.** Таким образом, при использовании микроэлементных удобрений повышается фотосинтетическая активность посевов сафлора красильного, что способствует созданию благоприятных условий для его роста и развития и, как следствие, продуктивности. Применение микроудобрений способствовало увеличению площади ассимиляционной поверхности на 5,2-11,9%, фотосинтетического потенциала — на 2,8-8,8% и чистой продуктивности фотосинтеза — на 1,5-4,9%. Коэффициент полезного действия фотосинтеза сафлора увеличивался до 1,24-1,46. Наиболее эффективными





были варианты с применением препаратов Агроверм и Изагри Вита, что обеспечило получение наибольшей урожайности семян — 1,42 и 1,48 т/га соответственно.

#### Список источников

1. Снигирева О.М., Ведерников Ю.Е., Баталова Г.А. Формирование фотосинтетического аппарата яровой пшеницы сорта Баженка под влиянием регуляторов роста // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 7-10.
2. Ничипорович А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений // Современные проблемы фотосинтеза. М., 1973. С. 17-43.
3. Кшникаткина А.Н., Прахова Т.Я., Крылов А.П. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность масличных культур в условиях Средневолжского региона // Нива Поволжья. 2018. № 2 (47). С. 65-69.
4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. 1. С. 45-46.
5. Arora, P., Bidalia, A., Rao, K. (2016). Growth and photosynthetic response of wheat and mustard plants to intercropping. *Phytomorphology: An International Journal of Plant Morphology*, no. 66, pp. 35-44.
6. Гущина В.А., Тимошкин О.А., Ильина Г.В., Володькина Г.Н. Сроки посева и фотосинтетическая деятельность агроценоза люцерны изменчивой первого года жизни // Нива Поволжья. 2020. № 1 (54). С. 22-28. doi: 10.36461/NP.2020.54.1.004
7. Poliakov, O.I., Aliieva, O.Yu. (2021). Photosynthetic activity and yield of safflower under the influence of additional nutrition. *Colloquium-journal*, no. 10 (97), pp. 23-25. doi: 10.24412/2520-6990-2021-1097-23-25
8. Прахова Т.Я., Кшникаткина А.Н., Ильина Г.В., Шагиев Б.З. Параметры фотосинтеза масличных культур семейства Brassicaceae // Аграрный научный журнал. 2020. № 5. С. 34-37. doi: 10.28983/asj.y2020i5pp34-37
9. Kazemeini, S.A., Mohamadi, S., Pirasteh-Anosheh, H. (2015). Growth and Photosynthesis Responses of Safflower Cultivars to Water Stress at two Developmental Stages. *Biological Forum*, no. 7, pp. 923-929.
10. Никитин С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов // Успехи современного естествознания. 2017. № 1. С. 33-38.
11. Турина Е.Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) и обоснование актуальности исследований с ним в Центральной степи Крыма (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 1 (21). С. 100-121. doi: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121
12. Разумнова Л.А., Каменев Р.А., Баленко Е.Г. Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании сафлора в зоне рискованного земледелия Ростовской области // Аграрный научный журнал. 2019. № 4. С. 23-27. doi: 10.28983/asj.y2019i4pp23-27
13. Zemour, K., Adda, A., Labdelli, A., Merah, O. (2021). Effects of Genotype and Climatic Conditions on the Oil Content and Its Fatty Acids Composition of *Carthamus tinctorius* L. Seeds. *Agronomy*, no. 11, pp. 2048. doi: 10.3390/agronomy11102048

#### Информация об авторах:

**Дружинин Виталий Геннадьевич**, аспирант, vitalijdruzinin8@gmail.com

**Прахова Татьяна Яковлевна**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

#### Information about the authors:

**Vitaly G. Druzhinin**, graduate student, vitalijdruzinin8@gmail.com

**Tatyana Ya. Prakhova**, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

14. Матеев Е.З., Терехина А.В., Копылов М.В. Исследование качественных показателей сафлорового масла // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 3 (73). С. 115-119. doi: 10.20914/2310-1202-2017-3-115-119

15. Nasyiev, B.N., Yessenguzhina, A. N. (2021). Formation of agricultural landscapes of saflor (*Carthamus Tinctorius*) in the system of biologized crop. *Intellect, Idea, Innovation*, no. 1, pp. 35-39. doi: 10.12345/22266070\_2021\_1\_35

16. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 323 с.

17. Ничипорович А.А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. М., 1969. 48 с.

18. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 200 с.

19. Можаяев Н.И., Серикаев Н.А., Стыбаев Г.Ж. Программирование урожая сельскохозяйственных культур. Астана: Фолиант, 2013. 160 с.

#### References

1. Snigireva, O.M., Vedernikov, Yu.E., Batalova, G.A. (2020). Formirovanie fotsinteticheskogo apparata yarovoi pshenitsy sorta Bazhenka pod vliyaniem regulyatorov rosta [Formation of the photosynthetic apparatus of spring wheat variety Bazhenka under the influence of growth regulators]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka* [Russian agricultural sciences], no. 6, pp. 7-10.
2. Nichiporovich, A.A. (1973). Osnovy fotsinteticheskoi produktivnosti rastenii [Fundamentals of photosynthetic productivity of plants]. *Sovremennye problemy fotsinteza* [Modern problems of photosynthesis]. Moscow, pp. 17-43.
3. Kshnikatkina, A.N., Prakhova, T.Ya., Krylov, A.P. (2018). Fotsinteticheskaya deyatelnost' i produktivnost' maslichnykh kul'tur v usloviyakh Srednevolzhskogo regiona [Photosynthetic activity and productivity of oilseeds in the conditions of the Middle Volga region]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 2 (47), pp. 65-69.
4. Zhuchenko, A.A. (2001). *Adaptivnaya sistema selektsii rastenii (ekologo-geneticheskiye osnovy)* [Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic bases)]. Moscow, Publishing house of RUDN University, vol. 1, 780 p.
5. Arora, P., Bidalia, A., Rao, K. (2016). Growth and photosynthetic response of wheat and mustard plants to intercropping. *Phytomorphology: An International Journal of Plant Morphology*, no. 66, pp. 35-44.
6. Gushchina, V.A., Timoshkin, O.A., Il'ina, G.V., Volod'kina, G.N. (2020). Sroki poseva i fotsinteticheskaya deyatelnost' agrotsenoza lyutserny izmenchivoi pervogo goda zhizni [Sowing terms and photosynthetic activity of agroecosis of alfalfa variable in the first year of life]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 1 (54), pp. 22-28. doi: 10.36461/NP.2020.54.1.004
7. Poliakov, O.I., Aliieva, O.Yu. (2021). Photosynthetic activity and yield of safflower under the influence of additional nutrition. *Colloquium-journal*, no. 10 (97), pp. 23-25. doi: 10.24412/2520-6990-2021-1097-23-25
8. Prakhova, T.Ya., Kshnikatkina, A.N., Il'ina, G.V., Shagiev, B.Z. (2020). Parametry fotsinteza maslichnykh kul'tur semeistva Brassicaceae [Photosynthesis parameters of oil-

seeds of the Brassicaceae family]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 5, pp. 34-37. doi: 10.28983/asj.y2020i5pp34-37

9. Kazemeini, S.A., Mohamadi, S., Pirasteh-Anosheh, H. (2015). Growth and Photosynthesis Responses of Safflower Cultivars to Water Stress at two Developmental Stages. *Biological Forum*, no. 7, pp. 923-929.

10. Nikitin, S.N. (2017). Fotsinteticheskaya deyatelnost' rastenii v posevakh i dinamika rostovykh protsessov pri primenenii biologicheskikh preparatov [Photosynthetic activity of plants in crops and dynamics of growth processes in the use of biological preparations]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], no. 1, pp. 33-38.

11. Turina, E.L. (2020). Znachenie saflora krasil'nogo (*Carthamus tinctorius* L.) i obosnovanie aktual'nosti issledovaniy s nim v Tsentral'noi stepi Kryma (obzor) [Significance of dyeing safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and substantiation of the relevance of research with it in the Central steppe of Crimea (review)]. *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki* [Taurida herald of the agrarian sciences], no. 1 (21), pp. 100-121. doi: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121

12. Razumnova, L.A., Kamenev, R.A., Balenko, E.G. (2019). Ehffektivnost' primeneniya mineral'nykh udobrenii i bakterial'nykh preparatov pri vyrashchivani saflora v zone riskovannogo zemledeliya Rostovskoi oblasti [The effectiveness of the use of mineral fertilizers and bacterial preparations in the cultivation of safflower in the zone of risky agriculture in the Rostov region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 4, pp. 23-27. doi: 10.28983/asj.y2019i4pp23-27

13. Zemour, K., Adda, A., Labdelli, A., Merah, O. (2021). Effects of Genotype and Climatic Conditions on the Oil Content and Its Fatty Acids Composition of *Carthamus tinctorius* L. Seeds. *Agronomy*, no. 11, pp. 2048. doi: 10.3390/agronomy11102048

14. Матеев Е.З., Терехина А.В., Копылов М.В. (2017). Исследование качественных показателей сафлорового масла [Study of the qualitative indicators of safflower oil]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], vol. 79, no. 3 (73), pp. 115-119. doi: 10.20914/2310-1202-2017-3-115-119

15. Nasyiev, B.N., Yessenguzhina, A. N. (2021). Formation of agricultural landscapes of saflor (*Carthamus Tinctorius*) in the system of biologized crop. *Intellect, Idea, Innovation*, no. 1, pp. 35-39. doi: 10.12345/22266070\_2021\_1\_35

16. VNIIMK (2010). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, 323 p.

17. Nichiporovich, A.A. (1969). *Metodicheskie ukazaniya po uchetu i kontrolyu vazhnishikh pokazatelei protsessov fotsinteticheskoi deyatelnosti rastenii v posevakh* [Guidelines for accounting and control of the most important indicators of the processes of photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow, 48 p.

18. Тооминг, Х.Г. (1977). *Solnechnaya radiatsiya i formirovanie urozhaya* [Solar radiation and crop formation]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 200 p.

19. Mozhaev, N.I., Serikpaev, N.A., Stybaev, G.Zh. (2013). *Programmirovaniye urozhayev sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Programming crop yields]. Astana, Foliant Publ., 160 p.



Научная статья

УДК 632.931.1

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_371

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

П.П. Охлопкова, Н.С. Яковлева, А.В. Протопопова

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия

**Аннотация.** В условиях Центральной Якутии в 2017-2019 гг. Целью исследований является оценка влияния приёмов защиты на урожайность, продуктивность и сохранность картофеля в период хранения в условиях Центральной Якутии. Изучали схему защиты сортов картофеля Тулунский ранний и Якутянка состоящую из предпосадочной обработки клубней картофеля препаратом Максим, КС, гербицидом Зенкор ультра, КС, фунгицидом Метамил МЦ, в период вегетации растений, десиканта Тонгара, ВР опрыскивание, в период окончания формирования клубней. Изученная схема защиты картофеля позволила уменьшить степень поражения клубней у сорта Тулунский ранний до 8,4 %, у сорта Якутянка — до 4,1 %. На посадках картофеля встречается такие сорные растения как хвощ полевой, пырей ползучий, ширица белая, сурепка, щетинница, осот, марь белая, пикульник, единично гречишка вьюнковая, мальва, просо, мятлик обыкновенный. Использование в посадках картофеля гербицида Зенкор Ультра обеспечило чистоту от сорняков до времени уборки урожая картофеля, защитный эффект составил в среднем 69,1-78,4 %. Использование представленной схемы защиты картофеля позволило увеличить урожайность у сорта картофеля Тулунский ранний с 10,4 до 12,6 т/га, у сорта Якутянка — с 13,5 до 15,9 т/га. За 2017-2019 гг. выход полноценных клубней после периода зимнего хранения (8 — 9 месяцев) колеблется в пределах 91,8-96,8 %, потери 3,0-5,5 % из них естественная убыль массы 2,0-4,0 %, гнили 0,75-2,75 %. Наибольшая естественная убыль наблюдалась у контрольного варианта без обработки и составила 5,0 %.

**Ключевые слова:** картофель, защита растений, гербициды, фунгициды, урожайность, период хранения, качество клубней

**Благодарности:** работа выполнена с использованием оборудования ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН и по гранту № 13.ЦКП.21.0016.

Original article

## EFFICIENCY OF METHODS OF PLANT PROTECTION AGAINST HARMFUL ORGANISMS IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

P.P. Okhlopova, N.S. Yakovleva, A.V. Protopopova

M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture — Division of Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Yakutsk, Russia

**Abstract.** In the conditions of Central Yakutia in 2017 — 2019. The purpose of the research is to assess the impact of protection methods on the yield, productivity and safety of potatoes during storage in the conditions of Central Yakutia. We studied the protection scheme of potato varieties Tulunsky early and Yakutyanka, consisting of pre-planting treatment of potato tubers with Maxim, KS, Zenkor ultra, KS herbicide, Metamil MC fungicide, during the growing season of plants, Tongara desiccant, VR spraying, at the end of tuber formation. The studied potato protection scheme made it possible to reduce the degree of tuber damage in the Tulunsky early variety to 8.4 %, in the Yakutyanka variety to 4.1 %. On plantings of potatoes, there are such weeds as horsetail, couch grass, white bread, colza, bristle, sow thistle, white gauze, pikulnik, singly bindweed buckwheat, mallow, millet, common bluegrass. The use of Zencor Ultra herbicide in potato plantings ensured cleanliness from weeds until the time of potato harvesting, the protective effect averaged 69.1 — 78.4 %. The use of the presented potato protection scheme made it possible to increase the yield of the Tulunsky early potato variety from 10.4 to 12.6 t/ha, and for the Yakutyanka variety from 13.5 to 15.9 t/ha. For 2017-2019 the yield of full-fledged tubers after a period of winter storage (8 — 9 months) ranges from 91.8-96.8 %, losses 3.0-5.5 % of which natural weight loss 2.0-4.0 %, rot 0.75-2.75 %. The greatest natural loss the observed in control variant without treatment and amounted to 5.0 %.

**Keywords:** potato, plant protection, herbicides, fungicides, yield, storage period, tuber quality

**Acknowledgments:** the work was carried out using the equipment of the Central Collective Use Center of the Federal Research Center of the Yankee Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences and under Grant No. 13.TsKP.21.0016

**Введение.** Картофелеводство — одна из важнейших сельскохозяйственных отраслей земледелия Республики Саха (Якутия). Площадь под картофелем во всех категориях хозяйств в республике колеблется в пределах 7,0-8,0 тыс. га. Средняя урожайность его достигает 80-100 ц/га. Для полного обеспечения населения республики картофелем местного производства необходимо менее 150 тыс. т клубней ежегодно. Достижение такого объема повышением рентабельности и снижением себестоимости клубней

станет возможным в первую очередь за счет увеличения урожайности картофеля.

В результате научных работ в области картофелеводства разработана зональная технология возделывания картофеля, обеспечивающая стабильную урожайность не менее 150 ц/га независимо от конкретных погодных условий. Вместе с тем картофелеводство республики все еще малорентабельно.

Картофель относится к культурам, сильно поражаемым болезнями. Богатые углеводами

и водой ботва и клубни представляют собой благоприятную среду для развития самых различных возбудителей. Вегетативное размножение картофеля обеспечивает возможность их существования в активном состоянии длительное время в период вегетации на ботве, в период хранения на клубнях. Клубни являются основным источником инфекции. Поэтому требуется постоянное обновление качественным семенным материалом. Вместе с тем немаловажное значение приобретают условия возделывания,

распространенность и степень поражения картофеля болезнями определяются комплексом факторов, среди которых наиболее важное значение занимают следующие: наличие инфекции, сорной растительности и почвенно-погодные условия для их развития.

Картофель поражают различные возбудители: грибы, бактерии, вирусы, вириды, микоплазмы. Состояние и накопление всех перечисленных групп в значительной степени зависят от конкретных климатических и технологических условий возделывания, а также сортовых особенностей картофеля. В условиях республики потери картофеля из-за поражения болезнями достигают в отдельные годы 25-30%. В период же хранения в отдельных случаях они могут достигать до 50-70%.

В создании благополучного фитосанитарного состояния посадок и продуктивного агроценоза большая роль принадлежит интегрированной защите растений [1, 2].

Подбор эффективных препаратов и их смесей для технологий регулирования фитосанитарного состояния посадок картофеля, сохранения их высокой продуктивности, продовольственных и семенных качеств полученного урожая [8, 12].

**Целью исследований является** оценка влияния приёмов защиты на урожайность, продуктивность и сохранность картофеля в период хранения в условиях Центральной Якутии.

**Условия, материалы и методика исследований.** Исследования проводили в 2017-2019 гг. на опытном поле стационара «Бэлэнтэй» Якутского НИИ сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова.

Верхние горизонты почвы имели слабощелочную реакцию (рН 7,8); в пахотном слое 2,4-3,0% гумуса. В почве обнаружены аммиачный азот (следы) и нитратный — в пределах 1,0-4,0 мг/100 г почвы, что говорит о низкой обеспеченности легкодоступным азотом. Содержание валового фосфора составляет 0,12-0,16%, при этом сравнительно высокая обеспеченность его легкодоступными формами — 17,4-23,8 мг/100 г почвы. Обеспеченность калием (валового — 1,8-2,1%, обменного — 26,2-33,2 мг/100 г почвы) достаточно высока.

В период вегетации проводили учёт и наблюдения согласно методике исследования по культуре картофеля, ВНИИКХ, 1967 г. [5].

Схема исследований предусматривала следующие варианты: без обработки (контроль); система защиты картофеля — обработка клубней препаратом Максим, КС в дозе 0,4 л/т, гербицид Зенкор ультра, КС — 0,6 л/га, фунгицид Метамил МЦ, ВДГ — 2,0 л/га в период вегетации растений, десикант Тонгара, ВР — 2,0 л/га опрыскивание, в период окончания формирования клубней.

Исследования вели на 2 районированных сортах: Тулунский ранний, Якутянка, площадь учётной делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная.

Сорняки учитывали рамкой 50x50 см (0,25 м<sup>2</sup>) в 10 точках на делянке. Внутри рамки подсчитывали общее количество сорняков и каждого вида в отдельности. Учет осуществляли в два срока: перед обработкой и через 20 дней после ее проведения.

Для установления даты появления и динамики развития болезней на стационарном участке проводили систематические маршрутные обследования посадок и учёт по рядам растений [9]. Растения осматривали на корню [7]. Для определения эпифитотииологических групп болезней картофеля применяли классификацию, предложенную В.А. Чулкиной, Е.Ю. Тороповой, Г.Я. Стецовым [11]. Диагностику проводили по методике определения болезней по внешним признакам [10] и визуально по степени пораженности болезнями.

В пробной копке в период максимального развития растений учитывали общий вес клубней и ботвы, структуру клубней, высоту и их кустистость. Учет урожая проводили методом сплошной копки, в клубнях определяли содержание крахмала, сухого вещества, аскорбиновой кислоты и нитратов [4].

Учты и наблюдения проводили согласно методике [6]. Полученные данные подвергли математической обработке с использованием методики полевого опыта Б.А. Доспехова [3], программ SNEDECOR, Microsoft Excel.

Погодные условия вегетационных периодов (посадка — уборка) 2017-2019 гг. не оказали

существенного влияния на продолжительность межфазных периодов развития растений картофеля (табл. 1).

2017 г. и 2018 г. характеризовались дефицитом атмосферных осадков и перепадов температур.

Май был теплее обычного, с обильными дождями (173% осадков от многолетней нормы), последние заморозки (-5,4°C) отмечены во второй декаде месяца. Июнь — жаркий, сухой, с крайне неравномерным выпадением осадков; среднедекадная температура 15,2°C (среднемноголетнее значение 11,9°C). Дожди начались со второй декады июня, что благоприятно повлияло на рост и развитие растений. В первой декаде июля стояла жаркая сухая погода, максимальная температура воздуха достигала 34,6°C. Во второй декаде отмечены резкие колебания дневных и ночных температур, дневная температура достигала 28,9°C, ночная — 2,8°C. В августе, в период формирования урожая и дозревания семян сельскохозяйственных культур, стояла теплая дождливая погода с суммой осадков, превышающей среднемноголетние на 59%.

Весна 2019 г. была ранней, достаточно теплой, что на 2°C выше средних многолетних, они дали благоприятные условия для начала роста растений. Среднесуточная температура воздуха в мае составила +3+6°C, осадков выпало 14,6 мм. Ледоход на р. Лена, под г. Покровск отмечен 16 мая. Июнь характеризуется теплой погодой, среднемесячная температура была в пределах +14+16°C. Особенно теплыми были середина первой и конец второй декады месяца, дневная температура достигала до +30°C, осадков выпало 27,3 мм. Температура в июле и в августе была выше среднемноголетней нормы, на +1+2°C. Осадков выпало в июле 28,6 мм, в августе 45,7 мм.

Температура в августе была выше среднемноголетней нормы на +1+2°C. Осадков выпало в июле 56 мм, в августе 84 мм. Погода в сентябре по тепло и влагообеспеченности характеризуется как типичная для этого месяца, однако в конце второй декады (18 сентября) выпал первый снег.

Таблица 1. Метеорологические условия 2017-2019 гг.  
Table 1. Meteorological conditions 2017-2019

Месяц	Декада	Среднесуточная температура, °C				Количество осадков, мм			
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	средняя многолетняя	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средняя многолетняя
май	I	3,3	7,1	4,1	2	4	7	6,3	4
	II	5,1	5,3	9,9	6	7,8	21	2,2	6
	III	9,5	13,3	10	1,9	7,2	5	6,1	9
за месяц		6	8,7	8	3,3	19,3	33	14,6	19
июнь	I	10,9	15,2	15,4	11,9	17,4	0	3,2	10
	II	18,6	14	17,9	14,6	0	12	0	11
	III	21,5	17,2	18,6	17	1,5	11	24,1	16
за месяц		17	15,5	17,3	14,5	19	23	27,3	37
июль	I	21	23,7	16,7	18	1	0	26	18
	II	20,6	17,9	19,8	18,2	77	18	2,6	15
	III	14,2	15,2	17,8	17,9	5	14	0	13
за месяц		18,6	18,8	18,1	18	83	32	28,6	46
август	I	18,6	14,2	15,1	16,7	4,5	18	24,9	17
	II	18,1	16,8	15,3	14,8	14,7	34	15,6	14
	III	12,8	15,2	13,9	12,1	17	18	5,2	13
за месяц		16,5	15,4	14,8	14,5	36,2	70	45,7	44



**Результаты исследований.** На посадках картофеля встречается такие сорные растения как хвощ полевой, пырей ползучий, ширица белая, сурепка, щетинница, осот, марь белая, пикульник, единично гречишка вьюнковая, мальва, просо, мятлик обыкновенный. 2017 г. к периоду полные всходы — начало стеблевания в посадках картофеля отмечали среднюю степень засоренности. В жарких и сухих погодных условиях

посадки картофеля больше засоряются мятликовыми сорняками (Щетинник) — 2019 год, в более прохладных условиях — больше широколиственными, в частности, ширицей (2017 г.). Общее количество сорняков в среднем за годы наблюдения до обработки составила 17,4 шт./м<sup>2</sup>. Подсчёт количества сорных растений через 20 дней после обработки показал сокращение численности в 3,6 раз (4,75 шт./м<sup>2</sup>) (рис. 1).

В течение всего вегетационного периода (2017-2019 гг.) общее количество сорняков при внесении гербицидов снижалось на 69,1- 78,4% (табл. 2).

Применение гербицида Зенкор ультра, КС в дозе 0,6 л/га обеспечило уменьшение количество сорных растений до времени уборки картофеля.

Урожайность в контроле у сорта Тулунский ранний составила 10,4 т/га, у сорта Якутянка 13,5 т/га. Использование мероприятий по защите растений позволило увеличить урожайность до 12,6 и 15,9 т/га, соответственно. Потери урожая от болезней и сорняков без применения комплексных средств защиты растений, в сравнении с вариантом с их применением, у сорта Тулунский ранний достигали 17,5%, у сорта Якутянка — 15,1% (табл. 3).

Использование Максим, КС в дозе 0,4 л/т (опрыскивание клубней перед посадкой) и Зенкор ультра, КС в дозе 0,6 л/га обеспечило положительную реакцию как по продуктивности одного куста, так и по числу клубней в кусте. Число клубней в гнезде у сорта Тулунский ранний возросло в среднем на 2,2 шт./куст, а у сорта Якутянка на 3,6 шт./куст.

Изучаемые приемы защиты растений картофеля значительно повлияло на пораженность растений картофеля. В среднем за годы наблюдений распространенность болезней на контрольном варианте достигала у сорта Тулунский ранний 14,1%, у сорта Якутянка — 6,8% (табл. 4).

Предпосадочная обработка клубней препаратом Максим, КС в дозе 0,4 л/т и опрыскивание растений фунгицидом в период вегетации Метамил МЦ, ВДГ в дозе 2,0 л/га позволили уменьшить пораженность растений у сорта Тулунский ранний до 8,4%, у сорта Якутянка — до 4,1%.

Применение средств химической защиты растений не оказала существенного влияния на содержание сухого вещества у сортов, колеблется в пределах 20,6-20,7%, крахмал 12,5-13,2%.

В среднем за 2017-2019 гг. выход полноценных клубней колеблется в пределах 91,8-96,8%, потери — 3,0-5,5%, из них естественная убыль массы 2,0-4,0%, гнили 0,75-2,75%. Наибольшая естественная убыль наблюдалась у контрольного варианта без обработки — 5,0%.

**Выводы.** Предпосадочное протравливание клубней картофеля сортов Тулунский ранний и Якутянка препаратом Максим, КС в дозе 0,4 л/т, гербицид Зенкор ультра, КС — 0,6 л/га, фунгицид

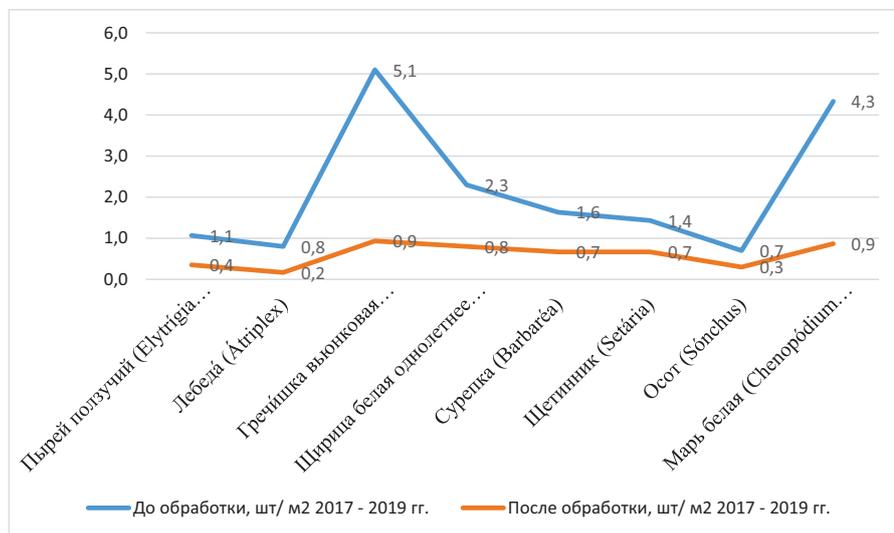


Рисунок 1. Учет видового состава сорных растений до и после обработки препаратом Зенкор ультра, КС (2017-2019 гг.)

Figure 1. Accounting for the species composition of varietal plants before and after treatment with Zenkor ultra, KS (2017-2019)

Таблица 2. Техническая эффективность препарата Зенкор ультра, КС, %

Table 2. Technical efficiency of Zenkor ultra, KS, %

Вид сорного растения	Распространенность сорных растений на полях картофеля, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
Пырей ползучий ( <i>Elytrigia répens</i> )	46,2	77,8	85,0	
Лебеда ( <i>Atriplex</i> )	70,0	85,7	85,7	
Гречишка вьюнковая ( <i>Fallópia convólulus</i> )	75,4	81,0	90,0	
Щирица белая однолетнее ( <i>Amaranthus albus L.</i> )	74,3	46,7	63,2	
Сурепка ( <i>Barbarea</i> )	50,0	53,8	75,0	
Щетинник ( <i>Setaria</i> )	55,0	50,0	53,8	
Осот ( <i>Sonchus</i> )	54,5	60,0	60,0	
Марь белая ( <i>Chenopódium álbum</i> )	85,5	71,4	80,0	
Всего	70,7	69,1	78,4	

Таблица 3. Хозяйственная эффективность картофеля

Table 3. Economic efficiency of potatoes

Вариант	Тулунский ранний			Якутянка			Среднее по сорту	
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Тулунский ранний	Якутянка
<b>Урожайность, т/га.</b>								
Контроль	9,9	7,98	13,4	13,7	12,2	14,5	10,4	13,5
Приемы защиты	10,8	11,5	15,6	14,8	15	17,8	12,6	15,9
НСР							2,0	1,7
<b>Масса клубней, г/куст.</b>								
Контроль	435	450	478	451	550	638	454,3	546,3
Приемы защиты	670	710	825	700	782	815	735,0	765,7
<b>Число клубней с куста, шт.</b>								
Контроль	6	5,8	6,1	6,5	6,2	7	6,0	6,6
Приемы защиты	7,4	8,2	8,9	9,1	10,4	11,2	8,2	10,2



Таблица 4. Влияние препаратов на распространенность болезней картофеля  
Table 4. Influence of drugs on the prevalence of potato diseases

Грибные, %		Бактериозы, %		Всего
Ризиктониоз	Макроспориоз	Черная ножка	Кольцевая гниль	
<b>2017 год</b>				
Контроль				
0,8	9,1	-	-	14,8
-	6,5	-	-	7,6
Приемы защиты				
0,4	4,8	-	-	7,4
0,3	2,4	-	-	3,6
<b>2018 год</b>				
Контроль				
0,2	8,3	-	-	15,5
-	4,4	-	-	7,9
Приемы защиты				
0,1	6,4	-	-	10,8
-	2,9	-	-	5
<b>2019 год</b>				
Контроль				
0,3	6,6	-	-	12
-	4,1	-	-	4,8
Приемы защиты				
0,14	4,1	-	-	7,14
-	2,5	-	-	3,8
<b>в среднем за 2017 — 2019 гг.</b>				
Контроль				
0,4	8,0	-	-	14,1
0,0	5,0	-	-	6,8
Приемы защиты				
0,2	5,1	-	-	8,4
0,1	2,6	-	-	4,1

Метамил МЦ, ВДГ — 2,0 л/га в период вегетации растений, десикант Тонгара, ВР — 2,0 л/га опрыскивание, в период окончания формирования клубней позволили уменьшить степень поражения клубней у сорта Тулунский ранний до 8,4%, у сорта Якутянка — до 4,1%. Использование в посадках картофеля гербицида Зенкор Ультра, КС в дозе 0,6 л/га обеспечило чистоту от сорняков до времени уборки урожая картофеля, защитный эффект составил в среднем 69,1-78,4%. Использование представленной системы защиты картофеля позволило увеличить урожайность у сорта картофеля Тулунский ранний с 10,4 до 12,6 т/га, у сорта Якутянка — с 13,5 до 15,9 т/га.

#### Информация об авторах:

**Охлопкова Полина Петровна**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лаборатории картофелеводства, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>, [okhlopkova.49@mail.ru](mailto:okhlopkova.49@mail.ru)

**Яковлева Нарыйа Семеновна**, старший научный сотрудник лаборатории картофелеводства, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7875-9728>, [naria820513@mail.ru](mailto:naria820513@mail.ru)

**Протопопова Анна Викторовна**, научный сотрудник лаборатории картофелеводства, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7083-8138>, [AnnaNii@yandex.ru](mailto:AnnaNii@yandex.ru)

#### Information about the authors:

**Polina P. Okhlopkova**, doctor of agricultural sciences, head of the potato growing laboratory, M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>, [okhlopkova.49@mail.ru](mailto:okhlopkova.49@mail.ru)

**Naria S. Yakovleva**, senior researcher of potato growing laboratory, M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7875-9728>, [naria820513@mail.ru](mailto:naria820513@mail.ru)

**Anna V. Protopyova**, researcher, M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7083-8138>, [AnnaNii@yandex.ru](mailto:AnnaNii@yandex.ru)

7. Пурлаур В.К. Защита растений — фактор реализации продукционной способности почв: тезисы доклада научно-исследовательской конференции «Эколого-экономические аспекты обеспечения эффективного использования земельных ресурсов Красноярского края». Красноярск: Гротеск, С. 86-90.

8. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / под ред. Ю.Б. Шуровенкова, А.Ф. Ченкина. Воронеж: ВНИИЗР 1984. 275 с.

9. Хохлаков М.К. Определитель болезней сельскохозяйственных культур. Л.: Колос, 1984. 303 с.

10. Чулкина В.А. Эпифитотология (экологические основы защиты растений). Новосибирск: Изд-во НГАУ, 1998. 198 с.

11. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Экологические основы интегрированной защиты растений. М.: Колос, 2007. 568 с.

#### References

1. Anisimov B.V., Belov G.L., Varitsev YU.A. i dr. (2009). *Zashchita kartofelya ot boleznei, vrediteli i sornyakov* [Protecting potatoes from diseases, pests and weeds]. Moscow: *Kartofelevod*, 272 p.

2. Volovik A.C. (1989). *Zashchita, kartofelya ot boleznei, vrediteli i sornyakov: spravochnik* [Protection of potatoes from diseases, pests and weeds: a reference book]. Moscow: *Agropromizdat*, 168 p.

3. Dospikhov B.A. (1973). *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. Moscow: *Kolos*, 351 p.

4. *Metodika issledovaniya po kul'ture kartofelya* [Research methodology for potato culture]. Moscow: *NIIKKH*, 1967, 262 p.

5. *Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii seleksii kartofelya* [Guidelines for potato breeding technology]. Moscow: *RASKHN*, 1994, 22 p.

6. Polyakov I.YA. (1984). *Prognoz razvitiya vrediteli i boleznei sel'skokhozyaystvennykh kul'tur (s praktikumom)* [Forecast of the development of pests and diseases of agricultural crops (with a workshop)]. Leningrad: *Kolos*, 318 p.

7. Purlaur V.K. *Zashchita rastenii — faktor realizatsii produktsionnoi sposobnosti pochv* [factor of soil productivity realization]: «*Ehkologo-ehkonomicheskie aspekty obespecheniya ehffektivnogo ispol'zovaniya zemel'nykh resursov Krasnoyarskogo kraya*». Krasnoyarsk: *Grotesk*, pp. 86-90.

8. YU.B. Shurovenkova, A.F. Chenkina (1984). *Rekomendatsii po uchetu i vyavleniyu vrediteli i boleznei sel'skokhozyaystvennykh rastenii* [Recommendations for accounting and identification of pests and diseases of agricultural plants / ed. Yu.V. Shurovenkova, A.F. Chenkin]. Voronezh: *VNIIZR*, 275 p.

9. Khokhryakov M.K. (1984). *Opredelitel' boleznei sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Determinant of diseases of agricultural crops /]. Leningrad: *Kolos*, 303 p.

10. Chulкина V.A. (1998). *Ehpifitotologiya (ehkologicheskie osnovy zashchity rastenii)* [Epiphytology (ecological bases of plant protection)]. Novosibirsk: *NGAU*, 198 p.

11. Chulкина V.A., Toropova E.YU., Stetsov G.YA. (2007). *Ehkologicheskie osnovy integrirovannoi zashchity rastenii* [Ecological foundations of integrated plant protection]. Moscow: *Kolos*, 568 p.



Научная статья

УДК 633.313:631.5:631.53.02(470.40/43)

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_375

## ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР НА ФОРМИРОВАНИЕ АГРОЦЕНОЗА ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ ДАРЬЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**И.В. Епифанова**

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Лунино, Пензенская область, Россия

**Аннотация.** Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Новизна исследований состоит в определении лучших покровных культур среди традиционных и малораспространенных, влияния их норм высева при возделывании сорта люцерны изменчивой Дарья на корм в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Будет определена особенность формирования травостоя люцерны изменчивой в зависимости от изучаемых приемов возделывания. Цель исследований — разработать элементы технологии возделывания люцерны изменчивой сорта Дарья на кормовые цели, базирующиеся на подборе покровных культур и обеспечивающие оптимальные условия для формирования агроценоза. Исследования проводили в полевом севообороте в двухфакторном полевом опыте в 2-х закладках в 2020-2021 гг., были выявлены наиболее оптимальные приемы возделывания: покровные культуры, нормы высева покровных культур. Существенное снижение густоты стояния люцерны в фазе всходов отмечено под покровом: рыжика ярового и крамбе абиссинской — 137 и 131 шт./м<sup>2</sup> (-6,7 и -5,6 % абсолютных к контролю). Сохранность растений по вариантам опыта к концу вегетации менялась незначительно — от 35,6 до 38,3 % (-5,7 и -3,0 % абс. к контролю). При посеве покровных культур с 100 % нормой высева, независимо от возделываемой культуры, происходит достоверное снижение густоты стояния люцерны — 22,1 % (-6,3 % абс. к контролю). Наиболее благоприятные условия для роста и развития сложились под покровом льна, высота растений люцерны составила 21,2-22,3 см, масса 100 растений — 109,8-114,7 г и объем корня — 8,6-9,4 см<sup>3</sup>. Установлено, что в 1-й год пользования существенное снижение урожая зеленой массы отмечено при посеве под покров: крамбе абиссинской, рыжика ярового и горчицы белой — от 29,0 до 28,2 т/га (-2,5 и -3,3 т/га к контролю). Достоверный рост кормовой продуктивности отмечен при 80 и 60 % норме высева — 30,2-30,6 т/га (+3,4 и 3,9 т) в сравнении с полной нормой.

**Ключевые слова:** покровная культура, норма высева, сорт, люцерна, формирование агроценоза, кормовая продуктивность

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания (FGSS-2022-0008) ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур».

Original article

## THE INFLUENCE OF COVER CROPS ON THE FORMATION OF THE AGROCENOSIS OF ALFALFA CHANGEABLE DARIA IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

**I.V. Epifanova**

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

**Abstract.** The research was carried out on the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”. The novelty of our research consists in determining the best cover crops among traditional and sparsely distributed, the influence of their seeding rates when cultivating the variable alfalfa variety Daria for fodder in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The peculiarity of the formation of alfalfa herbage will be determined depending on the cultivation techniques studied. The purpose of the research is to develop elements of the technology of alfalfa of the variable Daria variety for fodder purposes, based on the selection of cover crops and providing optimal conditions for the formation of agroecosystem. The research was carried out in the field crop rotation in a two-factor field experiment in 2 bookmarks in 2020-2021, the most optimal cultivation techniques were identified: cover crops and their seeding rates. A significant decrease in the density of standing alfalfa in the germination phase was noted under the cover of: spring ginger and abyssinian crab — 137 and 131 pcs/m<sup>2</sup> (-6.7 and -5.6 % absolute to control). The preservation of plants according to the experimental variants by the end of the growing season changed slightly — from 35.6 to 38.3 % (-5.7 and -3.0 % abs. to control). When sowing cover crops with a 100 % seeding rate, regardless of the cultivated crop, there is a significant decrease in the density of alfalfa standing — 22.1 % (-6.3 % abs. to control). The most favorable conditions for growth and development were formed under the cover of flax, the height of alfalfa plants was 21.2-22.3 cm, the mass of 100 plants was 109.8-114.7 g and the volume of the root was 8.6-9.4 cm<sup>3</sup>. It was found that in 1 year of use, a significant decrease in the yield of green mass was observed when sowing under cover: abyssinian crab, spring ginger and white mustard — from 29.0 to 28.2 t/ha (-2.5 and -3.3 t/ha, respectively). A significant increase in feed productivity was noted at 80 % and 60 % seeding rates — 30.2-30.6 t/ha (+3.4 and 3.9 t) in comparison with the full norm.

**Keywords:** cover crop, seeding rate, variety, alfalfa, agroecosystem formation, feed productivity

**Acknowledgments:** the research was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task (FGSS-2022-0008) of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops.



**Введение.** Важным и доступным резервом создания устойчивой кормовой базы, получения качественной экологически безопасной продукции, восстановления и поддержания плодородия почвы служат многолетние травы [1]. Люцерна является одной из лучших кормовых трав — важный источник протеина, незаменимых аминокислот, используется на сено, сенаж, травяную муку и другие высокобелковые корма [2]. Согласно исследованиям ученых ВНИИ-ИК, широкорядные разреженные посевы люцерны (30-40 растений/м<sup>2</sup>) имеют неоспоримое преимущество перед сплошными беспокровными во многих регионах страны [3].

В Алтайском крае в годы исследований наибольшее содержание переваримого протеина в 1 кг сухого вещества люцерны отмечено под покровом райграсса однолетнего, на 8,0 г уступала люцерна под покровом ячменя ярового и на 6,9 г — в беспокровном посеве [4]. В Саратовской области ученые рекомендуют при беспокровном посеве (100% хозяйственной годности) люцерну высевать с нормой посева 14-16 кг/га при сплошном способе посева [5]. По данным Т.Н. Дроновой, в условиях орошения в зоне Нижнего Поволжья снижение нормы посева: овса и ячменя на 40%, кукурузы — на 40% и суданской травы — на 60% было наиболее оптимальным [6].

Исходя из обзора источников литературы, содержащих информацию по изучению покровных культур, можно сделать вывод, что единого мнения по данному вопросу не существует и он требует дополнительной разработки и изучения.

**Научная новизна** исследований состоит в определении лучших покровных культур среди традиционных и малораспространенных, влияния их норм посева при возделывании сорта люцерны изменчивой Дарья на корм в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Будет определена особенность формирования травостоя люцерны изменчивой в зависимости от изучаемых приемов возделывания.

**Цель исследований** — разработать элементы технологии возделывания люцерны изменчивой сорта Дарья на кормовые цели, базирующиеся на подборе покровных культур и их норм посева и обеспечивающие оптимальные условия для формирования агроценоза, в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**В задачи исследований входило:** изучение особенностей роста и развития люцерны изменчивой в подпокровных и беспокровных посевах; проведение подбора покровных культур и их норм посева, способствующих оптимальному развитию люцерны в год посева и оказывающих минимальное отрицательное воздействие.

**Методика исследований.** Научную работу проводили на поле кормового севооборота ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Почва опытного участка — выщелоченный среднетяжелосуглинистый чернозем. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: содержание гумуса — 6,2-6,3% по Тюрину и Симаковой (ГОСТ 26213-91); pH солевое — 5,3 потенциометрически (ГОСТ 26483-85); высокая емкость поглощения — 35,51-35,62 мг-экв/100 г почвы по Каппену (ГОСТ 27821-88), Н гидр. — 5,46 по Каппену (ГОСТ 26212-91); содержание легкого гидролизующего азота — 85-97 мг/кг по Корнфилду; содержание подвижного фосфора — 165 и обменного калия — 133 мг/кг почвы по Чирикову (ГОСТ 26204-91).

**Объектами исследований** являются люцерна изменчивая сорта Дарья (*Medicago x varia Martyn.*), ячмень яровой Пересвет (*Hordeum vulgare L.*), лен масличный Ермак (*Linum usitatissimum L.*), рыжик яровой Велес (*Camelina sativa L.*), горчица белая Люция (*Sinapis alba L.*), крамбе абиссинская Полет (*Crambe abyssinica L.*).

Экспериментальная работа по изучению влияния покровных культур и их норм посева в технологии возделывания люцерны изменчивой на кормовые цели проводилась в двухфакторном полевом опыте в 2-х закладках (2020-2021 гг.) на опытном поле лаборатории агротехнологий. Уборку зеленой массы с сопутствующими наблюдениями проводили в первый год пользования (2021 г.) в фазе бутонизации-начала цветения.

Схема опыта:

Контроль — без покрова;

Фактор А — покровная культура: 1. ячмень; 2. лен масличный; 3. рыжик яровой; 4. крамбе абиссинская; 5. горчица белая.

Фактор В — норма посева покровной культуры: 100%; 2. 80%; 3. 60%.

Полная норма посева (100%): ячменя — 4,5 млн, льна масличного — 8 млн, рыжика ярового — 8 млн, крамбе абиссинской — 2,5 млн, горчицы белой — 2 млн. Площадь делянки 2-го порядка — 5 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная. Норма посева люцерны — 6 млн всхожих семян на 1 га, посев рядовой.

Опыты проводили в соответствии с методическими указаниями Б.А. Дослехова (1985), ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1986), Россельхозакадемии (1993), ВИР (1985), Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971) и других научных учреждений [7-11].

При проведении фенологических наблюдений за ростом и развитием отмечали фазы всходов (отрастания — на 2-й год), стеблевания (кущения), ветвления, бутонизации, начала цветения, отрастания отавы, окончания вегетации. Подсчет стеблей проводили на каждом

Таблица 1. Динамика формирования густоты стояния люцерны изменчивой Дарья при различных покровных культурах и их нормах посева по годам использования

Table 1. Dynamics of the formation of the density of standing alfalfa changeable Daria with different cover crops and their seeding rates by years of use

Покровная культура	Фактор В — норма посева покровной культуры, %	Густота стояния в фазе всходов		1-й год, сохранность	
		шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%
<b>2020 г.</b>					
Контроль — без покрова		163	27,1	58	35,5
Ячмень	100	149	21,8	46	31,2
	80	155	21,6	51	33,1
	60	163	25,2	60	36,6
Лен масличный	100	130	19,7	42	32,6
	80	164	22,3	57	35,0
	60	165	27,3	70	42,9
Рыжик яровой	100	125	20,8	34	27,0
	80	127	21,2	40	28,9
	60	132	22,0	45	30,9
Крамбе абиссинская	100	115	19,2	32	26,1
	80	118	19,7	39	29,9
	60	129	21,5	43	31,0
Горчица белая	100	125	20,8	36	28,6
	80	131	21,7	35	31,8
	60	137	22,8	48	35,2
<b>2021 г.</b>					
Контроль — без покрова		178	29,7	83	46,7
Ячмень	100	139	23,1	58	41,6
	80	152	25,3	64	42,2
	60	156	26,0	71	45,4
Лен масличный	100	145	24,1	65	44,9
	80	148	24,6	67	45,5
	60	174	29,0	68	38,8
Рыжик яровой	100	127	21,2	51	39,9
	80	150	25,0	63	41,7
	60	159	26,5	68	42,6
Крамбе абиссинская	100	130	21,7	55	42,2
	80	143	23,8	60	42,0
	60	148	24,7	64	43,2
Горчица белая	100	135	22,4	47	34,6
	80	137	22,8	51	37,5
	60	156	25,9	62	39,2



варианте на площадках 0,25 м<sup>2</sup>. Содержание абсолютно сухого вещества в зеленой массе определяли весовым методом, путем высушивания измельченных навесок до постоянного веса при температуре 105°C. Учет зеленой массы проводили путем скашивания всей деланки. Математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа [7].

**Результаты исследований.** Сорт люцерны изменчивой Дарья создан методом поликросса на основе сорта Татарская пастбищная и образцов коллекции ВИР: Rambler, Rizoma, Drailander. С 2015 г. сорт включен в Госреестр селекционных достижений по трем регионам — Средневолжскому, Волго-Вятскому и Центрально-Черноземному. На данный сорт получен патент № 8697 [12].

Проведенные исследования показали, что полнота всходов люцерны по годам исследований составила 30,5-42,0% в беспокровном посеве и 25,2-35,8% в подпокровном посеве (табл. 1, 2). Другие авторы также отмечают низкую полевую всхожесть многолетних бобовых трав [13, 14].

Июнь отличался обильным увлажнением и повышенной температурой воздуха при ГТК=1,17 (+3,4°C к многолетней норме).

В фазе бутонизации-начала цветения люцерны (11 июня) была проведена уборка зеленой массы. В июле было отмечено недостаточное увлажнение и повышенная температура воздуха — ГТК=0,79 (-8,6 мм и +3,6°C к многолетней норме). Август характеризовался обильным увлажнением и повышенной температурой воздуха — ГТК=1,03 (+39,9% и +4,3°C к многолетней норме). Второй укос провели 9 августа (начало цветения люцерны). В целом за вегетационный период ГТК составил 1,00, что характерно для достаточного увлажнения.

В условиях 2021 г. (в более засушливых условиях мая) сохранность растений люцерны была ниже, чем в более благоприятный 2020 г.

Так как по мере роста покровных культур освещенность и питание подпокровных культур снижается, важно время наступления максимального затемнения. В данный период слабо развитые всходы наиболее чувствительны к экстремальным условиям, что приводит к изреживанию травостоя на вариантах с подпокровными посевами [17].

В проведенных нами исследованиях данный период наступает раньше под покровом крамбе

абиссинской и рыжика ярового, затем идут горчица белая, ячмень и лен масличный. Существенное снижение густоты стояния люцерны в фазе всходов отмечено под покровом рыжика ярового и крамбе абиссинской — 137 и 131 шт./м<sup>2</sup> (-6,7 и -5,6% к контролю), по остальным культурам она была несущественна (табл. 3). Сохранность растений по вариантам опыта к концу вегетации находилась в пределах 35,8-39,3% (от -5,5 до -2,0% абс. к контролю).

При посеве покровных культур с 100% нормой высева независимо от культуры происходит достоверное снижение густоты стояния люцерны изменчивой — 22,1% (-6,3% абс. к контролю). При снижении нормы высева до 80 и 60% данный показатель находился на одном уровне с контролем — 143-154 шт./м<sup>2</sup> (-4,6 и -2,8%). Сохранность растений к концу вегетации менялась несущественно, лучшим является вариант с нормой высева 60% — 60 шт./м<sup>2</sup> (-2,0% к контролю).

В 1-й год жизни люцерны изменчивой угнетающее влияние покровной культуры сказалось на выживаемости растений. Анализируя состояние растений в конце вегетации, можно сказать, что наиболее развитыми оказались растения на беспокровном варианте, при посеве под покровом льна масличного и ячменя. Они имели более мощную корневую систему и надземную массу, чем остальные варианты с подпокровным посевом.

Рост и развитие растений являются основными показателями оценки эффективности агроприемов технологий возделывания.

При подпокровном возделывании люцерны изменчивой в отличие от беспокровного в течение вегетации растения в худшей степени обеспечены светом и влагой. Так, по биометрическим показателям измерений растений видно, что наиболее благоприятные условия для роста и развития сложились под покровом льна масличного — высота растений составила 21,2-22,3 см и сырая масса 100 растений — 109,8-114,7 г (табл. 4).

Наименьшие показатели надземной массы люцерны отмечены под покровом горчицы белой и рыжика ярового — высота растений 15,6-17,7 см, сырая масса 100 растений — 53,2-61,7 г.

Было выявлено влияние покровных культур на сроки наступления фенологических фаз люцерны. К концу вегетации на беспокровном посеве растения люцерны вступали в фазу бутонизации-начала цветения. При возделывании под покровом изучаемых культур растения люцерны не вступали в генеративную фазу и развивались лишь до фазы ветвления.

Таблица 2. Динамика формирования густоты стояния люцерны изменчивой Дарья при различных покровных культурах и их нормах высева в среднем по годам пользования  
Table 2. Dynamics of the formation of the density of standing alfalfa changeable Daria with various cover crops and their seeding rates on average over the years of use

Покровная культура	Фактор В — норма высева покровной культуры, %	Густота стояния в фазе всходов		1-й год, сохранность	
		шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%
<b>2020-2021 гг.</b>					
Контроль — без покрова		171	28,4	70	41,1
Ячмень	100	144	22,5	52	36,4
	80	153	23,4	58	37,7
	60	160	25,6	65	41,0
Лен масличный	100	137	19,7	54	38,8
	80	156	22,3	62	40,3
	60	169	27,3	69	40,8
Рыжик яровой	100	126	21,0	42	35,3
	80	139	23,1	50	36,8
	60	146	24,3	54	34,2
Крамбе абиссинская	100	123	20,4	42	34,2
	80	131	21,8	48	36,0
	60	139	23,1	52	37,0
Горчица белая	100	135	22,4	47	34,6
	80	137	22,8	51	37,5
	60	156	25,9	62	39,2

Таблица 3. Динамика формирования густоты стояния люцерны изменчивой Дарья при различных покровных культурах и их нормах высева в 1-й год пользования (2021 г., в среднем по факторам)  
Table 3. Dynamics of the formation of the density of standing alfalfa changeable Daria with various cover crops and their seeding rates in the 1 year of use (2021, on average by factors)

Фактор А — покровная культура	Густота стояния в фазе всходов		1-й год, сохранность		Фактор В — норма высева покровной культуры, %	Густота стояния в фазе всходов		1-й год, сохранность	
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%		шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%
Контроль — без покрова	171	28,4	71	41,3	100	127	21,2	24,5	35,5
Ячмень	139	23,1	54	38,6	80	134	22,3	51	37,8
Лен масличный	138	23,1	51	37,0	60	149	24,8	58	38,9
Рыжик яровой	137	22,8	50	36,7					
Крамбе абиссинская	131	21,8	49	36,7					
Горчица белая	139	23,1	52	37,7					
НСР <sub>05</sub> А		5,6		6,0	НСР <sub>05</sub> В		6,0		6,1





Таблица 4. Биометрические показатели люцерны изменчивой Дарья 1-го года жизни при различных покровных культурах и их нормах высева в среднем за 2020-2021 гг.

Table 4. Biometric indicators of alfalfa changeable Daria 1 year of life with various cover crops and their seeding rates on average for 2020-2021

Покровная культура	Фактор В — норма высева покровной культуры, %	Высота растений, см	Сырая масса 100 растений, г	Длина корня, см	Объем корня, см <sup>3</sup>	Масса сухих корней 1 растения, г
Контроль — без покрова		32,4	119,2	23,4	10,2	2,59
Ячмень	100	17,0	75,6	12,7	8,5	1,27
	80	18,6	78,3	13,1	8,6	1,47
	60	22,6	79,6	17,8	9,2	2,14
Лен масличный	100	21,2	109,8	15,20	8,6	1,19
	80	21,4	114,5	16,4	9,0	1,77
	60	22,3	114,7	19,9	9,4	2,59
Рыжик яровой	100	17,4	54,3	11,4	8,4	0,82
	80	17,5	56,9	12,3	8,6	1,27
	60	18,2	58,8	15,5	9,0	1,87
Крамбе абиссинская	100	18,6	73,1	11,1	8,7	1,14
	80	19,2	76,3	15,4	8,7	1,57
	60	19,2	84,2	16,0	8,8	1,71
Горчица белая	100	14,2	54,3	6,0	8,3	0,99
	80	15,6	56,9	7,0	8,4	1,37
	60	17,0	58,8	10,0	8,4	1,42

Таблица 5. Урожайность люцерны при использовании различных покровных культур и их норм высева в 1-й год пользования (2021 г.)

Table 5. Alfalfa yield when using various cover crops and their seeding rates in the 1 year of use (2021)

Фактор А — покровная культура	Фактор В — норма высева покровной культуры, %	Урожайность зеленой массы, т/га			Сбор сухого вещества, т/га		
		1-й укос	2-й укос	сумма	1-й укос	2-й укос	сумма
Контроль — без покрова		20,37	11,13	31,50	6,10	2,28	8,38
Ячмень	100	11,16	16,15	27,32	2,82	4,45	7,27
	80	13,88	14,87	28,76	3,69	3,96	7,65
	60	17,32	15,98	33,30	5,69	3,16	8,85
Лен масличный	100	15,77	11,92	27,69	4,04	3,32	7,36
	80	19,21	13,81	33,02	5,94	2,84	8,78
	60	16,22	13,03	29,25	4,44	3,34	7,78
Рыжик яровой	100	15,85	10,93	26,78	4,09	3,03	7,12
	80	14,90	12,97	27,87	3,86	3,55	7,41
	60	20,15	12,13	32,28	6,09	2,49	8,58
Крамбе абиссинская	100	15,25	10,32	25,58	3,70	3,10	6,80
	80	20,46	12,87	33,33	6,63	2,24	8,87
	60	15,97	12,13	28,10	4,24	3,24	7,48
Горчица белая	100	15,00	11,46	26,46	3,70	3,33	7,03
	80	19,26	11,07	30,33	4,38	3,02	7,40
	60	16,80	11,01	27,81	5,43	2,64	8,07
НСР <sub>05</sub> А		1,09	0,89	1,98	0,28	0,23	0,51
НСР <sub>05</sub> В		1,17	0,94	2,11	0,31	0,24	0,55
НСР <sub>05</sub> взаимод. АВ		2,19	1,76	3,95	0,57	0,48	1,06

Таблица 6. Урожайность зеленой массы и сбор сухого вещества люцерны при различных покровных культурах и их нормах высева в 1-й год пользования (2021 г., в среднем по факторам)

Table 6. Yield of green mass and collection of alfalfa dry matter for various cover crops and their seeding rates in the 1 year of use (2021, on average by factors)

Фактор А — покровная культура	Урожайность зеленой массы, т/га	Сбор сухого вещества, т/га	Фактор В — норма высева покровной культуры, %	Урожайность зеленой массы, т/га	Сбор сухого вещества, т/га
Контроль — без покрова	31,50	8,38	100	26,76	7,12
Ячмень	29,79	7,92	80	30,16	8,02
Лен масличный	29,99	7,98	60	30,65	8,16
Рыжик яровой	28,98	7,71			
Крамбе абиссинская	29,00	7,71			
Горчица белая	28,20	7,50			
НСР <sub>05</sub> А	1,98	0,51	НСР <sub>05</sub> В	2,11	0,55



Корневая система люцерны изменчивой в год посева формируется также под влиянием покровной культурой. Наиболее мощную глубоко проникающую корневую систему люцерны сформировала при возделывании под покровом льна масличного и ячменя, объем корня составил 9,0 и 8,8 см<sup>3</sup>, его длина — 17,2 и 14,5 см, масса сухих корней на одно растение — 1,85 и 1,63 г.

Получены предварительные данные по урожайности зеленой массы и сбору сухого вещества (табл. 5), подтверждающие основные тенденции по влиянию изучаемых факторов на формирование агроценоза люцерны. изменчивой. В начале вегетации в условиях недостаточного увлажнения урожайность зеленой массы люцерны 1-го года пользования в первом укосе по вариантам составила 11,2-20,5 т/га.

Формирование второго укоса проходило также в условиях недостаточного увлажнения — ГТК был на уровне 0,79, в I декаде августа (-5,3 мм к многолетней норме), что привело к снижению кормовой продуктивности укоса. Продуктивность по вариантам колебалась от 10,3 до 16,1 т/га.

В сумме за два укоса урожайность зеленой массы по вариантам составила 25,6-33,3 т/га.

Максимальные показатели получены при использовании в качестве покровных культур: льна масличного и ячменя — в сумме по укосам 27,7-33,0 и 27,3-33,3 т/га. Согласно данным таблицы 6, при возделывании ячменя и льна масличного кормовая продуктивность была на уровне с контролем — 29,8-30,0 т/га (-1,7 и -1,5 т). Существенное снижение урожая происходит при использовании крамбе абиссинской, рыжика ярового и горчицы белой — с 29,0 до 28,2 т/га (от -2,5 до -3,3 т/га контролю).

Различия по фактору В (норма высева покровной культуры) показали, что при посеве покровной культуры с 80 и 60% нормой высева урожайность зеленой массы люцерны существенно повышается — с 30,2 до 30,6 т/га (3,40-3,89 т/га) в сравнении с полной нормой высева.

**Выводы.** Результаты исследований 2020-2021 гг. позволяют сделать следующие выводы о влиянии покровных культур и их норм высева на формирование агроценоза люцерны изменчивой сорта Дарья:

1. При возделывании люцерны под покровными культурами наблюдается существенное снижение густоты стояния в фазе всходов под покровом рыжика ярового и крамбе абиссинской — 131-137 шт./м<sup>2</sup> (-6,7 и -5,6% к контролю).

2. При посеве покровных культур с 100 и 80% нормой высева, независимо от возделываемой культуры, происходит достоверное снижение густоты стояния люцерны изменчивой — 127 и 134 шт./м<sup>2</sup> (-7,2 и -6,1% к контролю). По сохранности растений различия несущественны, лучшим является вариант со сниженной нормой высева 60% — 58 шт./м<sup>2</sup> (-2,4% к контролю).

3. Наиболее благоприятные условия для роста и развития сложились под покровом льна,

высота растений составила 21,2-22,3 см, сырая масса 100 растений — 109,8-114,7 г, объем корня — 8,6-9,4 см<sup>3</sup>.

#### Список источников

1. Казарин В.Ф., Абраменко И.С. Агроэкологическая оценка сортов люцерны в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 9. С. 45-49.
2. Епифанова И.В. Продуктивность и адаптивность сортообразцов люцерны в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2020. № 1 (54). С. 90-94.
3. Михайличенко Б.П., Переpravо Н.И., Рябова В.Э. Семеноводство многолетних трав: практические рекомендации по освоению технологий производства семян основных видов многолетних трав / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. М., 1999. 143 с.
4. Иванова И.П. Продуктивность покровных культур и подпокровных посевов люцерны в условиях Приморского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 10 (132). С. 17-20.
5. Филатов Ф.И., Калашников К.В., Унгенфухт В.Ф. Рекомендации по улучшению кормовой базы в колхозах и совхозах Поволжья. Саратов, 1973. 62 с.
6. Дронова Т.Н. Влияние покровных культур на формирование высокопродуктивных травостоев орошаемой люцерны // Орошаемое земледелие. 2019. № 4. С. 34-37.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Смургин М.А. и др. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. М.: ВНИИК, 1986. 135 с.
9. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав. М.: Россельхозакадемия, 1993. 112 с.
10. Методические указания по селекции многолетних трав. М.: ВИР, 1985. 188 с.
11. Бакшеева И.И. и др. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые и зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: Колос, 1971. 239 с.
12. Епифанова И.В., Тимошкин О.А., Лапина М.Ш. Селекция люцерны для возделывания в одновидовых и смешанных посевах в лесостепи Среднего Поволжья // Кормопроизводство. 2015. № 9. С.25-29.
13. Кшичаткина А.Н. Козлятник восточный. Пенза: РИО ПГСХА, 2001. 287 с.
14. Денисов Е.П., Косачев В.П., Марс А.М. Влияние покровных культур на урожайность люцерны // Резервы сберегающего земледелия на современном этапе: сборник научных работ / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2008. С. 176-180.
15. Игнатъев А.С. Влияние покровных культур на продуктивность клевера панонского (*Trifolium pannonicum* Jacq.): дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2012. 143 с.

#### References

1. Kazarin, V.F., Abramenco, I.S. (2018). Agroecological assessment of varieties of lucerne in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 9, pp. 45-49.
2. Epifanova, I.V. (2020). Produktivnost' i adaptivnost' sortoobraztsov lyutserny v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Productivity and adaptability of alfalfa cultivars

in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 1 (57), pp. 90-94.

3. Mikhailichenko, B.P., Perepravo, N.I., Ryabova, V.Eh. (1999). *Semenovodstvo mnogoletnikh trav: prakticheskie rekomendatsii po osvoeniyu tekhnologii proizvodstva semyan osnovnykh vidov mnogoletnikh trav* [Seed production of perennial grasses: practical recommendations on the development of seed production technologies for the main types of perennial grasses]. Moscow, 143 p.

4. Ivanova, I.P. (2015). Produktivnost' pokrovnykh kul'tur i podpokrovnykh posevov lyutserny v usloviyakh Primorskogo kraja [Productivity of cover crops and subcover crops of alfalfa in the conditions of Primorsky kraj]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], no. 10 (132), pp. 17-20.

5. Filatov, F.I., Kalashnikov, K.V., Ungenfukht, V.F. (1973). *Rekomendatsii po uluchsheniyu kormovoi bazy v kolkhodzakh i sovkhodzakh Povolzh'ya* [Recommendations for improving the fodder base in collective farms and state farms of the Volga region]. Saratov, 62 p.

6. Dronova, T.N. (2019). Vliyaniye pokrovnykh kul'tur na formirovaniye vysokoproduktivnykh travostoev oroshaemoy lyutserny [The influence of cover crops on the formation of highly productive grass stands of irrigated alfalfa]. *Oroschaemoe zemledelie* [Irrigated agriculture], no. 4, pp. 34-37.

7. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [The methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

8. Smurgin, M.A. i dr. (1986). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v semenovodstve mnogoletnikh trav* [Methodological guidelines for conducting research in the seed production of perennial herbs]. Moscow, VNIIC, 135 p.

9. Russian agricultural academy (1993). *Metodicheskie ukazaniya po selektsii i pervichnomu semenovodstvu mnogoletnikh trav* [Guidelines for the selection and primary seed production of perennial grasses]. Moscow, Russian agricultural academy, 112 p.

10. VIR (1985). *Metodicheskie ukazaniya po selektsii mnogoletnikh trav* [Guidelines for the selection of perennial grasses]. Moscow, VIR, 188 p.

11. Baksheeva, I.I. i dr. (1971). *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Zernovyye i zernobobovyye, kukuruza i kormovyye kul'tury* [Methodology of State variety testing of agricultural crops. Cereals and legumes, corn and fodder crops]. Moscow, Kolos Publ., 239 p.

12. Epifanova, I.V., Timoshkin, O.A., Lapina, M.Sh. (2015). Seleksiya lyutserny dlya vozdelvaniya v odnovidovykh i smeshannykh posevakh v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Selection of alfalfa for cultivation in single-species and mixed crops in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 9, pp. 25-29.

13. Kshniatkina, A.N. (2001). *Kozlyatnik vostochnyy* [Kozlyatnik vostochnyy]. Penza, RIO PGGSHA, 287 p.

14. Denisov, E.P., Kosachev, V.P., Mars, A.M. (2008). Vliyaniye pokrovnykh kul'tur na urozhainost' lyutserny [Influence of cover crops on alfalfa yield]. *Rezervy sberegayushchego zemledeliya na sovremennom ehstage: sbornik nauchnykh rabot* [Reserves of conservation agriculture at the present stage: collection of scientific papers]. Saratov, pp. 176-180.

15. Ignat'ev A.S. (2012). *Vliyaniye pokrovnykh kul'tur na produktivnost' klevera panonskogo (Trifolium pannonicum Jacq.)* [The influence of cover crops on the productivity of Pannonian clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.)]. Cand. agricultural sci. diss. Penza, 143 p.

Информация об авторе:

**Епифанова Ирина Васильевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, [i.epifanova.pnz@fncl.ru](mailto:i.epifanova.pnz@fncl.ru)

Information about the author:

**Irina V. Epifanova**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, [i.epifanova.pnz@fncl.ru](mailto:i.epifanova.pnz@fncl.ru)





Научная статья

УДК 633.854.54:631.526.32:001.53

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_380

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТООБРАЗЦОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (*LINUM USITATISSIMUM L.*) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА

**В.Н. Бражников**

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение  
«Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,  
Лунино, Пензенская область, Россия

**Аннотация.** Лен — одно из ценных сельскохозяйственных растений. По биологической ценности льняное масло занимает первое место среди других пищевых растительных масел. Различное соотношение жирных кислот позволяет использовать его для пищевых и технических целей. Цель исследований — изучить влияние гидротермических условий и длительности вегетационного периода на урожайность, содержание и сбор масла и протеина в семенах перспективных сортов льна масличного, а также проанализировать их взаимосвязь. Эксперименты выполняли в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в 2015–2020 гг. Материал для исследования — 7 сортов льна собственной селекции. Стандартом служили сорта ВНИИМК-622 и Исток. При проведении исследований использовали Методику государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. В результате исследований выделен скороспелый образец К-9/23-12, созревающий на 3–5 суток раньше стандарта ВНИИМК-622. По комплексу основных хозяйственно полезных признаков выделены ценные образцы 261/32 и Аргамак (281/52) с урожайностью 1,60 и 1,58 т/га, масличностью — 44,96 и 44,61 % и сбором масла — 624,1 и 609,6 кг/га соответственно. Большая урожайность семян данных сортов образовалась в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 2,28 и 2,26 т/га соответственно. Выявлены наиболее стабильные сорта образцы: по семенной продуктивности — сорт Ермак (241/12-2) ( $V=21,8\%$ ), по масличности — К-9/23-16-1 ( $V=1,6\%$ ) и 261/32 ( $V=2,3\%$ ), по сбору масла — 208/4 ( $V=19,1\%$ ) и К-9/23-16-1 ( $V=19,4\%$ ). Определена зависимость урожайности семян ( $r=-0,52-0,76$ ), урожайности льносоломы ( $r=-0,44-0,77$ ), масличности семян ( $r=-0,28-0,70$ ) и содержания сырого протеина ( $r=-0,67-0,30$ ), сбора масла ( $r=-0,51-0,77$ ) и сырого протеина ( $r=-0,47-0,59$ ) созданных сортов образцов от основных показателей гидротермических условий вегетационного периода и его длительности. Наибольшее влияние на формирование семенной продуктивности оказывает количество осадков периода вегетации ( $r=0,43-0,73$ ) и ГТК ( $r=0,41-0,70$ ). Наиболее тесные зависимости описаны уравнениями регрессии. Проведенный анализ позволил определить оптимальные для сортов образцов гидротермические показатели. Составленные уравнения позволяют прогнозировать не только урожайность, но и масличность семян, содержание протеина, сбор масла и сырого протеина созданных перспективных сортов образцов.

**Ключевые слова:** лен масличный (*Linum usitatissimum L.*), сорт, селекция, продуктивность, масличность, сбор масла, стабильность, уравнение регрессии

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ FGSS-2022-0008). Выражаем благодарность Бражниковой О.Ф., кандидату сельскохозяйственных наук, лаборанту-исследователю лаборатории селекционных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур».

Original article

## PRODUCTIVITY AND QUALITY OF VARIETIES OF OIL FLAX (*LINUM USITATISSIMUM L.*) DEPENDING ON THE HYDROTHERMAL MODE

**V.N. Brazhnikov**

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division  
“Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

**Abstract.** Flax is one of the valuable agricultural plants. In terms of biological value, flaxseed oil ranks first among other edible vegetable oils. The different ratio of fatty acids allows it to be used for food and technical purposes. The purpose of the research is to study the effect of hydrothermal conditions and the duration of the growing season on the yield, content and collection of oil and protein in the seeds of promising varieties of oil flax, as well as to analyze their relationship. The experiments were carried out at the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in 2015–2020. The material for the study is 7 variety samples of our own selection. The varieties VNIIMK-622 and Istok served as the standard. When conducting research, we used the Methodology of the state variety testing of agricultural crops. As a result of the research, an early maturing specimen K-9/23-12 was isolated, maturing 3–5 days earlier than the VNIIMK-622 standard. Valuable specimens 261/32 and Argamak (281/52) with a yield of 1.60, 1.58 t/ha, oil content — 44.96 were identified according to the complex of the main economically useful traits; 44.61 % and oil collection — 624.1; 609.6 kg/ha respectively. A high seed yield of these varieties was formed under conditions of excessive moisture in 2015 — 2.28 and 2.26 t/ha respectively. The most stable varieties were identified: by seed productivity — variety Ermak (241/12-2) ( $V=21.8\%$ ), by oil content — K-9/23-16-1 ( $V=1.6\%$ ) and 261/32 ( $V=2.3\%$ ), oil collection — 208/4 ( $V=19.1\%$ ) and K-9/23-16-1 ( $V=19.4\%$ ). The dependence of seed yield ( $r=-0.52-0.76$ ), flax straw yield ( $r=-0.44-0.77$ ), seed oil content ( $r=-0.28-0.70$ ) and crude protein content was determined ( $r=-0.67-0.30$ ), collection of oil ( $r=-0.51-0.77$ ) and crude protein ( $r=-0.47-0.59$ ) of the created variety samples from the main indicators of the hydrothermal conditions of the vegetation period and its duration. The greatest influence on the formation of seed productivity is exerted by the amount of precipitation during the growing season ( $r=0.43-0.73$ ) and HTC ( $r=0.41-0.70$ ). The closest dependencies are described by regression equations. The analysis made it possible to determine the optimal hydrothermal parameters for variety samples. The formulated equations make it possible to predict not only the yield, but also the oil content of the seeds, the protein content, the collection of oil and crude protein of the created promising variety samples.

**Keywords:** oil flax (*Linum usitatissimum L.*), variety, selection, productivity, oil content, oil yield, stability, regression equation

**Acknowledgments:** the work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under the State Assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (No. FGSS-2022-0008). We express our gratitude to Brazhnikova O.F., candidate of agricultural sciences, laboratory assistant-researcher of the laboratory of breeding technologies of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops.



**Введение.** Лен — одно из ценнейших сельскохозяйственных растений, используемых человеком как для питания, медицины, парфюмерии, так и в технических целях. Его возделывание выгодно как в экономическом, так и в экологическом плане. Во всем мире растет спрос на семена льна масличного и продукты его переработки как на ценные пищевые продукты [1-4].

Данные археологии свидетельствуют о том, что человек возделывал данную культуру еще 8700-7000 лет до н.э. [5]. На территории России культура льна существовала еще до II тысячелетия до н.э. [6].

В семенах современных сортов льна содержится до 50% жирного масла, в составе которого содержатся линоленовая кислота — 30-65%, линолевая — 5-35%, олеиновая — 15-20%, пальмитиновая — 5-7%, стеариновая — 3-4%; а также 12-27% белка, органические кислоты, ферменты, витамины, стиролы. Льняное масло обладает высоким удельным энергосодержанием, равным 39,4 кДж/г. Высокомолекулярные ненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в его составе, определяют способность к быстрому высыханию и ценность как технического масла. При гидрогенизации получают саломас, из которого производится маргарин [7-9].

Урожайность семян, содержание в них жира и протеина, а также их качественный состав

обусловлены геномом растений. Тем не менее гидротермические условия возделывания оказывают определенное влияние на указанные показатели. Рядом авторов выявлены некоторые связи как самих признаков, так и их сопряжение с метеоусловиями [9-13].

**Цель исследований** — изучить влияние гидротермических условий и длительности вегетационного периода на урожайность, содержание и сбор масла и протеина в семенах перспективных сортообразцов льна масличного, а также проанализировать их взаимосвязь.

**Материалы и методы исследований.** Научно-исследовательскую работу выполняли в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в 2015-2020 гг. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Почва характеризуется хорошими агрохимическими свойствами: содержание гумуса — 4,63%, легкогидролизуемых форм азота — среднее, подвижного фосфора — высокое, обменного калия — повышенное. Степень кислотности согласно pH<sub>вод.</sub> — слабокислая, по pH<sub>сол.</sub> — среднекислая.

Метеорологические условия в годы исследований были разнообразны и достаточно полно отражали особенности лесостепной зоны Среднего Поволжья (табл. 1). Посев льна проводили в 2015 г. — 13 мая, в 2016 г. — 6 мая, в 2017 г. — 18 мая, в 2018 г. — 12 мая, в 2019 г. — 30 апреля

и в 2020 г. — 4 мая. В целом вегетация растений протекала в 2015 г. в условиях избыточного увлажнения (ГТК — 1,38), в 2016 г. — обеспеченного увлажнения (ГТК — 1,17), в 2017 г. — недостаточного увлажнения (ГТК — 0,77), в 2018 г. — остро засушливого (ГТК — 0,40), 2019 г. — засушливого (ГТК — 0,71), 2020 г. — обеспеченного увлажнения (ГТК — 1,03). Продолжительность вегетационного периода составила 97, 101, 111, 102, 105 и 111 дней соответственно. Сумма активных температур — 1977,0, 2055,5, 2030,0, 1909,0, 1952,0 и 1954,0°C. За весь период выпало 273,0, 240,0, 156,6, 76,4, 139,5 и 201,7 мм осадков соответственно. Указанные условия значительно повлияли на рост, развитие и продуктивность растений.

На ранних этапах селекции проходили изучение более 5000 образцов. В 2015 г. по комплексу хозяйственно ценных признаков было выделено 7 сортообразцов, которые и были вовлечены в конкурсное сортоиспытание: Ермак (241/12), Аргамак (281/52), 261/32, 205/1, К-9/23-12, 208/4, К-9/23-16-1.

В качестве стандарта использовали два районированных сорта: скороспелый ВНИИМК-622 (St. 1) — продолжительность вегетационного периода 97-104 дней, коричневосемянный, с традиционным жирнокислотным составом (ЖКС); и среднеспелый Исток (St. 2) — продолжительность вегетационного периода 103-111 дней,

Таблица 1. Гидротермические условия роста и развития льна по межфазным периодам (2015-2020 гг.)  
Table 1. Hydrothermal conditions for the growth and development of flax by interphase periods (2015-2020)

Показатель	Год	Межфазный период						
		посев-всходы	всходы-елочка	елочка-бутонизация	бутонизация-цветение	цветение-созревание	посев-созревание	всходы-созревание
Продолжительность, сутки	2015	5	8	22	8	54	97	92
	2016	10	5	34	8	44	101	91
	2017	9	7	30	5	60	111	102
	2018	9	13	25	6	49	102	93
	2019	14	6	24	5	56	105	91
	2020	9	6	36	7	53	111	102
Среднесуточная температура воздуха, °С	2015	13,1	18,0	21,4	23,4	20,6	20,4	20,8
	2016	16,5	13,7	19,0	20,9	22,9	20,4	20,8
	2017	13,2	12,3	17,4	16,6	20,3	18,3	18,7
	2018	17,1	13,8	17,0	24,0	20,5	18,7	18,87
	2019	14,9	15,3	18,5	21,4	18,0	17,6	18,3
	2020	13,8	10,7	17,3	19,9	19,0	17,6	17,9
Сумма активных температур, °С	2015	65,7	143,6	470,4	187,4	1110,0	1977,0	1911,0
	2016	164,8	68,5	645,7	167,0	1009,5	2055,5	1890,7
	2017	118,8	86,2	522,7	82,8	1219,0	2030,0	1911,0
	2018	154,0	179,0	426,0	144,0	1006,0	1909,0	1755,0
	2019	208,0	107,0	518,0	107,0	1012,0	1952,0	1744,0
	2020	124,0	64,0	622,0	139,0	1005,0	1954,0	1830,0
Количество осадков, мм	2015	0,0	3,0	17,5	48,4	204,1	273,0	273,0
	2016	15,3	4,2	93,2	22,1	105,2	240,0	224,7
	2017	35,7	27,5	10,2	5,5	77,7	156,6	120,9
	2018	3,4	27,1	10,0	3,4	32,5	76,4	73,0
	2019	10,5	13,3	11,9	0,0	103,8	139,5	129,0
	2020	21,4	19,8	60,8	0,0	99,7	201,7	180,3
ГТК (по Селянину)	2015	0,00	0,21	0,37	2,58	1,84	1,38	1,43
	2016	0,93	0,61	1,44	1,32	1,04	1,17	1,19
	2017	3,01	3,19	0,20	0,66	0,64	0,77	0,63
	2018	0,22	1,51	0,23	0,24	0,32	0,40	0,42
	2019	0,50	1,24	0,23	0,0	1,03	0,71	0,74
	2020	1,73	3,09	0,98	0,0	0,99	1,03	0,99



желтосемянный, с измененным ЖКС масла. Использование двух указанных стандартов позволило более объективно оценить сортообразцы.

При выполнении исследований использовали Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур [14], Методики Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [15], Методические указания по селекции льна-долгунца [16], Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов [17]. Содержание масла в семенах определяли по методу Лебедева-Раушковского [18]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [19].

Площадь делянки — 10 м<sup>2</sup>. Повторность 4-кратная, размещение делянок последовательное систематическое. Предшественник — чистый пар. Норма высева семян — 7,0 млн шт./га. Посев осуществляли сеялкой СН-10Ц рядовым способом. Уборку проводили вручную, обмолот снопового материала — селекционным комбайном «Нефе-125», очистку и сортировку семян — вручную с использованием комплекта растительных сит.

**Результаты исследований.** Раннее созревание наблюдали у стандарта ВНИИМК-622. Изучаемые сортообразцы по продолжительности периода вегетации были на уровне второго стандарта (Исток). В условиях 2015-2020 гг. из изучаемой выборки более скороспелым был сортообразец К-9/23-12, хозяйственная спелость которого наступала на 3-5 суток раньше, чем у ВНИИМК-622. Все изучаемые сортообразцы оказались устойчивыми к полеганию и имели слабую степень поражения фузариозом (*Fusarium oxysporum* Schl. f. *Sp. lini* (Boll.), антракнозом (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley), мучнистой росой (*Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Jacz.) — менее 10%.

Урожайность семян изучаемых сортообразцов составила 1,43-1,60 т/га, при величине этого показателя у стандартов ВНИИМК-622 и Исток 1,45 и 1,64 т/га соответственно (табл. 2).

По величине этого показателя достоверно превысили первый стандарт сортообразцы 261/32 (на 10,1%) и Аргамак (281/52) (на 9,0%). Продуктивность пяти из них определена на уровне первого стандарта и колебалась в интервале от 1,43 до 1,57 т/га. Ни один сортообразец не превысил по сбору семян стандарт Исток. Семенная продуктивность шести сортообразцов, составившая 1,54-1,60 т/га, определена на уровне второго стандарта. Наибольшую продуктивность сформировали сортообразцы 261/32 (1,60 т/га) и Аргамак (281/52) (1,58 т/га). Большая урожайность семян данных сортообразцов сформировалась в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 2,28 и 2,26 т/га соответственно, при средней температуре за период вегетации льна — 20,8°C, цветение-созревание — 20,6°C, сумме активных температур — 1911,0, 1110,0°C, сумме осадков — 273,0, 204,1 мм и ГТК — 1,43, 1,84 соответственно. Коэффициент вариации семенной продуктивности находился на уровне 21,8-27,4%, при величине этого показателя у ВНИИМК-622 и Истока 19,8 и 24,1% соответственно. Наиболее стабилен сорт Ермак (241/12-2) (V=21,8%).

Урожайность льносолемы составила 3,65-4,79 т/га при 4,02 т/га у ВНИИМК-622 и 4,83 т/га у Истока (табл. 2).

Шесть сортообразцов достоверно превысили по величине этого показателя первый стандарт — на 12,2-19,3%, но были лишь на уровне

Истока. Высокий сбор льносолемы обеспечили сортообразцы К-9/23-16-1 (4,79 т/га) и Ермак (241/12-2) (4,78 т/га). У изучаемых сортообразцов этот признак варьировал в пределах от 50,0 до 57,9% при значениях у стандартов ВНИИМК-622 и Исток 53,3 и 52,4% соответственно. Более стабилен селекционный номер 208/4 (V=50,0%).

Высокопродуктивные по урожайности семян и льносолемы сортообразцы менее стабильны по годам.

Масличность семян составляла 42,72-45,06%. У стандарта ВНИИМК-622 она составляла 42,66%, у Истока — 44,19% (табл. 3). Выделены высокомасличные сортообразцы Ермак (241/12-2), 261/32 и Аргамак (281/52), превосходившие по величине этого показателя первый стандарт на 2,40, 2,30 и 1,95% соответственно.

Большая масличность семян данных сортообразцов сформировалась в засушливых условиях увлажнения 2020 г. — 47,43, 46,37 и 46,81% соответственно, при средней температуре за период вегетации льна — 17,9°C, цветение-созревание — 19,0°C, сумме активных температур — 1830,0, 1005,0°C, сумме осадков — 180,3, 99,7 мм и ГТК — 0,99, 0,99 соответственно.

Коэффициент вариации признака у всех изучаемых генотипов был низким — 1,6-3,3%. Самыми стабильными по масличности были сортообразцы К-9/23-16-1 (V=1,6%) и 261/32 (V=2,3%). У высокопродуктивных по сбору семян и масличности сортообразцов Ермак (241/12-2), 261/32 и Аргамак (281/52) коэффициент вариации масличности по годам составил 2,7, 2,3 и 2,7% соответственно.

Таблица 2. Урожайность семян и льносолемы льна масличного (2015-2020 гг.), т/га

Table 2. Seed and flax straw yield of oil flax (2015-2020), t/ha

Сортообразец	Урожайность семян		Урожайность льносолемы	
	т/га	V, %	т/га	V, %
ВНИИМК-622 (St. 1)	1,45	19,8	4,02	53,3
Исток (St. 2)	1,64	24,1	4,83	52,4
Ермак (241/12-2)	1,57	21,8	4,78	51,5
Аргамак (281/52)	1,58	22,5	4,55	50,8
261/32	1,60	24,8	4,58	52,9
205/1	1,52	25,2	4,51	57,9
К-9/23-12	1,43	27,4	3,65	55,0
208/4	1,57	25,1	4,70	50,0
К-9/23-16-1	1,54	22,9	4,79	56,5
НСР <sub>0,5</sub>	0,12	55,8	0,37	72,7

Таблица 3. Масличность и сбор масла льна масличного (2015-2020 гг.)

Table 3. Oil content and harvest of oil flax oil (2015-2020)

Сортообразец	Масличность семян		Сбор масла	
	С, %	V, %	кг/га	V, %
ВНИИМК-622 (St. 1)	42,66	3,1	557,2	25,7
Исток (St. 2)	44,19	1,6	609,9	19,7
Ермак (241/12-2)	45,06	2,9	616,1	21,7
Аргамак (281/52)	44,61	2,7	609,6	20,6
261/32	44,96	2,3	624,1	25,1
205/1	42,72	3,3	570,5	26,8
К-9/23-12	42,24	3,1	540,8	31,5
208/4	43,84	2,4	578,0	19,1
К-9/23-16-1	44,10	1,6	580,0	19,4
НСР <sub>0,5</sub>	0,72	40,9	39,5	32,7

Таблица 4. Содержание и сбор сырого протеина льна масличного (2015-2020 гг.)

Table 4. Content and collection of oil flax crude protein (2015-2020)

Сортообразец	Сырой протеин		Сбор сырого протеина	
	С, %	V, %	кг/га	V, %
ВНИИМК-622 (St. 1)	27,00	8,6	345,6	2,4
Исток (St. 2)	26,75	8,6	359,4	2,4
Ермак (241/12-2)	25,91	8,8	372,0	2,3
Аргамак (281/52)	26,23	8,7	367,7	2,3
261/32	26,45	8,7	356,6	2,4
205/1	27,17	8,6	378,4	2,3
К-9/23-12	27,33	8,6	349,4	2,4
208/4	26,36	8,7	344,8	2,4
К-9/23-16-1	27,11	8,6	364,2	2,3
НСР <sub>0,5</sub>	1,24	40,2	10,8	13,6



Сортообразцы 261/32, Ермак (241/12-2) и Аргамак (281/52) превысили по сбору масла первый стандарт ВНИИМК-622 на 12,0, 10,6 и 9,4% соответственно (табл. 3), что было на уровне сорта Исток (St. 2). Большой сбор масла всех образцов получен в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 731,3-891,1 кг/га. Коэффициент вариации признака по годам составил 19,4-31,5% при величине этого показателя у стандартов ВНИИМК-622 и Исток 25,7 и 19,7% соответственно. Более стабильны по этому признаку сортообразцы 208/4 (V=19,1%) и К-9/23-16-1 (V=19,4%). У лучших по этому признаку сортообразцов 261/32, Ермак (241/12-2) и Аргамак (281/52) коэффициент вариации по годам составил 25,1, 21,7 и 20,6% соответственно.

Содержание сырого протеина в семенах изучаемой выборки составило 25,91-27,11% при

27,00 и 26,75% у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (табл. 4). Ни один изучаемый сортообразец достоверно не превысил стандарты по величине этого показателя.

Содержание сырого протеина в семенах всех изучаемых сортообразцов определено на уровне стандартов. Больше содержание сырого протеина в семенах определено в остро засушливых условиях увлажнения 2018 г. — 27,41-29,22%, при средней температуре за период вегетации льна — 18,9°C, цветение-созревание — 20,5°C, сумме активных температур — 1755,0, 1006,0°C, сумме осадков — 73,0, 32,5 мм и ГТК — 0,42, 0,32 соответственно.

Коэффициент вариации признака у всех изучаемых генотипов был низким — 8,6-8,8%, что говорит о стабильности признака. Более стабильны по данному показателю

сортообразцы К-9/23-16-1, 205/1 и К-9/23-12 (V=8,6%).

Сбор сырого протеина изучаемых сортообразцов составил 344,8-378,4 кг/га при 345,6 кг/га у ВНИИМК-622 и 3359,4 кг/га у Истока (табл. 4). Пять сортообразцов достоверно превысили первый стандарт на 3,2-9,5%. Сортообразцы 205/1 и Ермак (241/12-2) достоверно превысили по сбору сырого протеина показатели сорта Исток (St. 2) на 19,0 и 12,6 кг/га соответственно. На его уровне находились четыре образца. Максимальный сбор протеина обеспечили сортообразцы 205/1 (378,4 кг/га) и Ермак (241/12-2) (372,0 кг/га). Большой сбор сырого протеина получен также в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 456,3-550,9 кг/га. Этот признак у всех изучаемых образцов варьировал слабо — 2,3-2,4%.

Таблица 5. Параметры сопряженности основных показателей продуктивности сортообразцов льна масличного и факторами погодных условий (2015-2020 гг.)  
Table 5. Parameters of conjugation of the main indicators of the productivity of oil flax varieties and weather conditions (2015-2020)

Показатель		ВНИИМК-622 (St. 1)	Исток (St. 2)	Ермак (241/12-2)	Аргамак (281/52)	261/32	205/1	К-9/23-12	208/4	К-9/23-16-1
Продолжительность, сутки	Урожайность семян, т/га	-0,49	-0,35	-0,52	-0,37	-0,50	-0,51	-0,18	-0,33	-0,23
	Урожайность соломы, т/га	-0,23	-0,27	-0,08	-0,12	-0,07	-0,05	-0,12	0,00	0,02
	Масличность, %	-0,03	0,16	0,23	0,37	0,14	0,14	-0,03	0,25	0,33
	Сбор масла, кг/га	-0,48	-0,32	-0,51	-0,35	-0,48	-0,50	-0,25	-0,31	-0,19
	Содержание протеина в семенах, %	0,13	0,30	-0,15	0,00	-0,06	0,13	-0,09	0,03	0,25
	Сбор протеина, кг/га	-0,12	-0,30	-0,47	-0,42	-0,35	-0,31	-0,28	-0,19	-0,12
Температура воздуха, °С	Урожайность семян, т/га	0,53	0,32	0,59	0,73	0,56	0,72	0,68	0,46	0,42
	Урожайность соломы, т/га	0,47	0,30	0,31	0,33	0,30	0,24	0,26	0,22	0,19
	Масличность, %	0,05	-0,28	-0,28	-0,26	-0,10	-0,27	0,23	0,04	-0,18
	Сбор масла, кг/га	0,60	0,13	0,58	0,73	0,53	0,70	0,74	0,38	0,34
	Содержание протеина в семенах, %	-0,37	-0,22	0,07	-0,15	-0,10	-0,36	-0,24	-0,32	-0,52
	Сбор протеина, кг/га	0,24	0,46	0,38	0,51	0,59	0,41	0,42	0,49	0,24
Сумма активных температур, °С	Урожайность семян, т/га	0,30	0,22	0,30	0,57	0,31	0,47	0,76	0,36	0,42
	Урожайность соломы, т/га	0,75	0,71	0,77	0,75	0,77	0,74	0,71	0,73	0,73
	Масличность, %	0,03	-0,18	-0,12	0,07	0,11	-0,14	0,25	0,26	0,13
	Сбор масла, кг/га	0,37	0,06	0,29	0,60	0,30	0,46	0,76	0,32	0,40
	Содержание протеина в семенах, %	-0,26	0,06	-0,05	-0,11	-0,14	-0,32	-0,30	-0,38	-0,34
	Сбор протеина, кг/га	0,31	0,36	0,13	0,30	0,43	0,35	0,42	0,44	0,31
Количество осадков, мм	Урожайность семян, т/га	0,52	0,43	0,62	0,72	0,63	0,69	0,59	0,43	0,43
	Урожайность соломы, т/га	-0,06	-0,32	-0,28	-0,26	-0,32	-0,34	-0,34	-0,36	-0,39
	Масличность, %	0,51	0,30	0,33	0,41	0,58	0,34	0,67	0,62	0,49
	Сбор масла, кг/га	0,66	0,27	0,68	0,78	0,66	0,74	0,72	0,35	0,37
	Содержание протеина в семенах, %	-0,58	-0,45	-0,28	-0,39	-0,42	-0,45	-0,44	-0,65	-0,45
	Сбор протеина, кг/га	0,27	0,51	0,35	0,48	0,56	0,39	0,35	0,36	0,27
ГТК (по Селянинову)	Урожайность семян, т/га	0,51	0,43	0,62	0,70	0,63	0,68	0,55	0,41	0,41
	Урожайность соломы, т/га	-0,11	-0,36	-0,34	-0,32	-0,37	-0,39	-0,39	-0,41	-0,44
	Масличность, %	0,55	0,34	0,38	0,44	0,62	0,39	0,70	0,65	0,53
	Сбор масла, кг/га	0,66	0,28	0,68	0,77	0,66	0,74	0,68	0,34	0,35
	Содержание протеина в семенах, %	-0,60	-0,49	-0,30	-0,41	-0,44	-0,45	-0,45	-0,67	-0,46
	Сбор протеина, кг/га	0,25	0,50	0,35	0,47	0,54	0,37	0,33	0,32	0,25





Установлены линейные коэффициенты корреляции урожайности семян, льносолломы, масличности, сбора масла, содержания протеина и сбора протеина с гидротермическими условиями периода вегетации льна: продолжительностью, средней температурой, суммой активных температур, количеством осадков и гидротермическим коэффициентом (табл. 5).

Наибольшее влияние на показатель «урожайность семян» сорта Аргмак (281/52) оказали температура воздуха ( $r=0,73$ ), количество осадков ( $r=0,72$ ) и ГТК ( $r=0,70$ ). Связь между показателями описывают следующие уравнения:

$$Y = 7,2575 - 0,7840 \times X + 0,02534 \times X^2$$

$$Y = 2,0288 - 0,0104 \times X_1 + 0,00003966 \times X_1^2$$

$$Y = 2,1879 - 2,3366 \times X_2 + 1,6164 \times X_2^2$$

где:  $Y$  — урожайность семян сорта Аргмак (281/52);  $X$  — температура воздуха, °C;  $X_1$  — количество осадков, мм;  $X_2$  — значение ГТК.

Таким образом, максимальная урожайность сорта Аргмак (281/52) может быть получена при средней температуре 19,5°С и выше, количестве осадков — не менее 220 мм и значении ГТК — не менее 1,13.

По сортообразцу 205/1 установлена положительная сильная зависимость данного показателя с температурой воздуха ( $r=0,72$ ), описываемая приведенным ниже уравнением:

$$Y_1 = 7,2924 - 0,8063 \times X + 0,02623 \times X^2$$

где:  $Y_1$  — урожайность семян сортообразца 205/1;  $X$  — температура воздуха, °C.

Исходя из него, оптимальные значения средней температуры для сортообразца 205/1 составляют также не менее 19,5°С.

Урожайность семян образца К-9/23-12 положительно сильно сопряжена с показателем «сумма активных температур» ( $r=0,76$ ).

$$Y_2 = 271,5094 - 0,2998 \times X_3 + 0,000083042 \times X_3^2$$

где:  $Y_2$  — урожайность семян сортообразца К-9/23-12;  $X_3$  — сумма активных температур, °C.

Сортообразец К-9/23-12 способен обеспечить наибольшую семенную продуктивность при значении показателя «сумма активных температур» не менее 1888°С.

Таким образом, по всем изучаемым сортообразцам среди основных факторов погодных условий наибольшее влияние на формирование семенной продуктивности оказывает количество осадков периода вегетации ( $r=0,43-0,73$ ) и ГТК ( $r=0,41-0,70$ ).

Урожайность льносолломы положительно сильно сопряжена с показателем «сумма активных температур» ( $r=0,71-0,77$ ). Наибольшее значение величины этого показателя определены у сортообразцов Ермак (241/12-2) ( $r=0,77$ ) и 261/32 ( $r=0,77$ ) и описываются уравнениями регрессии:

$$Y_3 = 1640,2296 - 1,8166 \times X_3 + 0,0005035 \times X_3^2$$

$$Y_4 = 1582,2193 - 1,7528 \times X_3 + 0,0004859 \times X_3^2$$

где:  $Y_3$  — урожайность льносолломы сорта Ермак (241/12-2);  $Y_4$  — урожайность льносолломы сортообразца 261/32;  $X_3$  — сумма активных температур, °C.

Нижняя граница оптимальных значений показателя «сумма активных температур» для

получения большей урожайности льносолломы указанными сортообразцами составляет 1888°С.

На показатель «масличность» наибольшее влияние оказало значение ГТК ( $r=0,34-0,70$ ) и количество осадков ( $r=0,30-0,67$ ). Установлена сильная и средняя корреляционные зависимости между данными показателями у сортообразцов К-9/23-12 и 208/4, масличность-ГТК —  $r=0,70$ , 0,65 и масличность-количество осадков —  $r=0,67$ , 0,62 соответственно, что описывают нижеприведенные уравнения:

$$Y_5 = 35,0852 + 14,8286 \times X_2 - 6,6820 \times X_2^2$$

$$Y_6 = 38,4192 + 11,2499 \times X_2 - 5,08 \times X_2^2$$

$$Y_5 = 35,8354 + 0,0716 \times X_1 - 0,0001712 \times X_1^2$$

$$Y_6 = 38,9114 + 0,0553 \times X_1 - 0,0001331 \times X_1^2$$

где:  $Y_5$  — масличность сортообразца К-9/23-12, %;  $Y_6$  — масличность сортообразца 208/4, %;  $X_1$  — количество осадков, мм;  $X_2$  — значение ГТК.

Таким образом, максимальные значения масличности могут быть получены при значении ГТК — 0,96-1,29 и количестве осадков — 160-250 мм.

Сбор масла более сильно положительно коррелировал с количеством осадков ( $r=0,27-0,78$ ) и ГТК ( $r=0,28-0,77$ ). Более тесная взаимосвязь этого показателя с количеством осадков определена у сортообразцов Аргмак (281/52) ( $r=0,78$ ), 205/1 ( $r=0,74$ ) и К-9/23-12 ( $r=0,72$ ), с ГТК — Аргмак (281/52) ( $r=0,77$ ), 205/1 ( $r=0,74$ ), с температурой — К-9/23-12 ( $r=0,74$ ), Аргмак (281/52) ( $r=0,73$ ), 205/1 ( $r=0,70$ ) и суммой активных температур — К-9/23-12 ( $r=0,76$ ). Данные зависимости описываются следующими уравнениями:

$$Y_7 = 692,6581 - 2,7895 \times X_1 + 0,01182 \times X_1^2$$

$$Y_7 = 740,6754 - 646,4073 \times X_2 + 486,2364 \times X_2^2$$

$$Y_7 = 8377,4501 - 870,1693 \times X + 24,1582 \times X^2$$

$$Y_8 = 610,0799 - 2,4631 \times X_1 + 0,01148 \times X_1^2$$

$$Y_8 = 635,1663 - 535,1885 \times X_2 + 449,7879 \times X_2^2$$

$$Y_8 = 11194,8137 - 1175,9207 \times X + 32,3034 \times X^2$$

$$Y_9 = 493,0706 - 1,4267 \times X_1 + 0,008832 \times X_1^2$$

$$Y_9 = 820,1096 - 127,1595 \times X + 5,8367 \times X^2$$

$$Y_9 = 104394,9029 - 115,4771 \times X_3 + 0,03204 \times X_3^2$$

где:  $Y_7$  — сбор масла сорта Аргмак (281/52), кг/га;  $Y_8$  — сбор масла сортообразца 205/1, кг/га;  $Y_9$  — сбор масла сортообразца К-9/23-12, кг/га;  $X$  — температура воздуха, °C;  $X_1$  — количество осадков, мм;  $X_2$  — значение ГТК;  $X_3$  — сумма активных температур, °C.

Исходя из приведенных уравнений, наибольший сбор масла возможно получить при следующих условиях: Аргмак (281/52) — количество осадков — 230-270 мм, ГТК — 1,13-1,50, средняя температура воздуха — 19,5-21,0°С; сортообразец 205/1 — количество осадков — 230-270 мм, ГТК — 1,13-1,50, средняя температура воздуха — 19,5-21,0°С; сортообразец К-9/23-12 — количество осадков — 190-270 мм, средняя температура воздуха — 20,0-21,0°С.

Гидротермические условия периода вегетации также оказывали влияние на содержание протеина в семенах льна. Среднее отрицательное сопряжение данного показателя определено с ГТК ( $r=-0,30-0,67$ ) и количеством

осадков ( $r=-0,28-0,65$ ). Более тесная отрицательная связь данного показателя выявлена у образца 208/4 с ГТК ( $r=-0,67$ ) и количеством осадков ( $r=-0,65$ ). Уравнения, описывающие данные зависимости выглядят следующим образом:

$$Y_{10} = 38,0237 - 24,6179 \times X_2 + 11,3204 \times X_2^2$$

$$Y_{10} = 36,9862 - 0,1210 \times X_1 + 0,0002957 \times X_1^2$$

где:  $Y_{10}$  — содержание сырого протеина, %;  $X_2$  — значение ГТК;  $X_1$  — количество осадков, мм.

Для получения максимальных показателей содержания протеина оптимальными являются следующие условия: ГТК — 0,71 и менее, осадки — 170 мм и менее.

Сбор сырого протеина большей части изучаемых сортообразцов средне положительно коррелирует с температурой ( $r=0,24-0,59$ ), количеством осадков ( $r=0,27-0,56$ ), ГТК ( $r=0,25-0,54$ ), суммой активных температур ( $r=0,13-0,44$ ) и отрицательно сопряжен с продолжительностью периода вегетации ( $r=-0,12-0,47$ ). Более тесное сопряжение этого показателя определено у сортообразцов 261/32 — с температурой ( $r=0,59$ ), количеством осадков ( $r=0,56$ ), ГТК ( $r=0,54$ ), 208/4 — с суммой активных температур ( $r=0,44$ ) и Ермак (241/12-2) — с продолжительностью периода вегетации ( $r=-0,47$ ).

$$Y_{11} = -3716,0852 + 372,8094 \times X - 8,3439 \times X^2$$

$$Y_{11} = 580,3121 - 3,9858 \times X_1 + 0,01364 \times X_1^2$$

$$Y_{11} = 629,1221 - 862,9204 \times X_2 + 543,8398 \times X_2^2$$

$$Y_{12} = 79862,8527 - 87,6669 \times X_3 + 0,02412 \times X_3^2$$

$$Y_{13} = -75,2243 + 17,7355 \times X_4 - 0,1366 \times X_4^2$$

где:  $Y_{11}$  — сбор сырого протеина сортообразца 261/32, кг/га;  $Y_{12}$  — сбор сырого протеина сортообразца 208/4, кг/га;  $Y_{13}$  — сбор сырого протеина сорта Ермак (241/12-2), кг/га;  $X$  — температура воздуха, °C;  $X_1$  — количество осадков, мм;  $X_2$  — значение ГТК;  $X_3$  — сумма активных температур, °C;  $X_4$  — продолжительность периода вегетации, сутки.

Большой сбор сырого протеина сортообразец 261/32 формирует при средней температуре 19,5-21,0°С и выше, количестве осадков — 220-270 мм, ГТК — 1,20-1,40, 208/4 — сумме активных температур 1888-1896°С, сорт Ермак (241/12-2) — продолжительность периода вегетации — 91-96 суток.

Таким образом, используя указанные уравнения, можно прогнозировать не только урожайность, но и масличность семян, содержание протеина, сбор масла и сырого протеина созданных перспективных сортообразцов.

**Выводы.** Наибольшую продуктивность сформировали сортообразцы 261/32 (1,60 т/га) и Аргмак (281/52) (1,58 т/га). Большая урожайность семян данных сортообразцов сформировалась в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 2,28 и 2,26 т/га соответственно, при средней температуре за период вегетации льна — 20,8°С, цветение-созревание — 20,6°С, сумме активных температур — 1911,0, 1110,0°С, сумме осадков — 273,0, 204,1 мм и ГТК — 1,43, 1,84 соответственно.

В результате проведенных исследований определена зависимость урожайности семян ( $r=-0,52-0,76$ ), урожайности льносолломы ( $r=-0,44-0,77$ ), масличности семян ( $r=-0,28-0,70$ ) и содержания сырого протеина ( $r=-0,67-0,30$ ),



сбора масла ( $r = -0,51-0,77$ ) и сырого протеина ( $r = -0,47-0,59$ ) созданных сортообразцов от основных показателей гидротермических условий вегетационного периода.

Наибольшее влияние на формирование семенной продуктивности оказывает количество осадков периода вегетации ( $r = 0,43-0,73$ ) и ГТК ( $r = 0,41-0,70$ ). Наиболее тесные зависимости описаны уравнениями регрессии. Проведенный анализ позволил определить оптимальные для сортообразцов гидротермические показатели.

Установленные зависимости следует учитывать в селекционной работе, направленной на создание новых сортов льна масличного, а также в производстве для прогнозирования не только урожайности, но и масличности семян, содержания протеина, сбора масла и сырого протеина. Более подробный анализ составленных уравнений регрессии позволяет теоретически обосновать направленность географического вектора районирования конкретных сортообразцов.

#### Список источников

1. Лазаричева С.Г. Состояние и перспективы производства основных масличных культур / ВАСХНИЛ, ВНИИ ТЗЧСХ. М., 1978. 50 с.
2. Бражникова В.Н., Бражникова О.Ф., Прахова Т.Я., Прахов В.А. Результаты селекции и жирно-кислотный состав масла льна масличного // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 6. С. 23-27.
3. Бражникова В.Н., Бражникова О.Ф. Результаты селекции льна масличного // Научно-практические аспекты технологии возделывания и переработки масличных культур: материалы научно-практической конференции / отв. за выпуск Д.В. Виноградов; ФГБОУ «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Рязань, 2013. С. 50-53.
4. Новиков Э.В., Басова Н.В., Ущачповский И.В., Безбабченко А.В. Масличный лен как глобальный сырьевой ресурс для производства волокна // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 3 (27). III кв. С. 187-204.
5. Зеленцов С.В. История культуры льна в мире и России // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2017. Вып. 1 (169). С. 93-103.
6. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры. Л.: Колос, 1969. С. 200-201.
7. Соловьев А.Я. Льноводство. М.: Агропромиздат, 1989. 319 с.
8. Крепков А.П. Селекция льна-долгунца в Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 2000. 185 с.
9. Галкин Ф.М., Хатнянский В.И., Тишков Н.М., Пивень Т.В., Шафоростов В.Д. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / РАСХН, ГНУ ВНИИМК. Краснодар, 2008. 191 с.
10. Руководство по семеноводству масличных культур / под общ. ред. акад. В.С. Пустовойта. М.: Колос, 1967. 351 с.
11. Склярков С.В. Жирно-кислотный профиль и оксидная стабильность масла низколиноленовых сортообразцов льна масличного // Масличные культуры. 2012. № 2 (151-152). С. 91-95.

#### Информация об авторе:

**Бражников Владимир Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3186-5993>, v.brazhnikov.pnz@fncl.ru

#### Information about the author:

**Vladimir N. Brazhnikov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3186-5993>, v.brazhnikov.pnz@fncl.ru

12. Маслинская М.Е., Андроник Е.В., Иванова Е.В. Оценка селекционных сортообразцов льна масличного по продолжительности основных фаз вегетации и жирнокислотному составу масла // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 66-72.

13. Носевич М.А., Айссотодэ Й.З., Рошин В.И., Ведерников Д.Н. Оценка качества масла и волокна льна масличного в зависимости от генетических особенностей и условий его произрастания // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (46). С. 15-20.

14. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур / под ред. Г.Г. Давидян. Л.: ВИР, 1976. 21 с.

15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М.А. Федина. М.: Сельхозиздат, 1983. 183 с.

16. Павлова Л.П., Александрова Т.А., Марченков А.Н., Рожмина Т.А., Лошакова Н.И., Кудрявцева Л.П., Кралова Т.В., Герасимова Е.Г. Методические указания по селекции льна-долгунца. М.: Россельхозакадемия, 2004. 43 с.

17. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Бранденс Медицина, 1998. С. 84-93.

18. Раушковский С.С. Методы исследований при селекции масличных растений по содержанию масла. М.: Пищепромиздат, 1959. 46 с.

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

#### References

1. Lazaricheva, S.G. (1978). *Sostoyaniye i perspektivy proizvodstva osnovnykh maslichnykh kul'tur* [State and prospects of production of major oilseeds]. Moscow, 50 p.
2. Brazhnikov, V.N., Brazhnikova, O.F., Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2015). Rezul'taty seleksii i zhirno-kislотноy sostav masla l'na maslichnogo [Results of selection and fatty acid composition of flax oil]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 23-27.
3. Brazhnikov, V.N., Brazhnikova, O.F. (2013). Rezul'taty seleksii l'na maslichnogo [Results of selection of oil flax]. *Nauchno-prakticheskie aspekty tekhnologii vozdelvaniya i pererabotki maslichnykh kul'tur: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Scientific and practical aspects of technologies for the cultivation and processing of oilseeds: materials of the scientific-practical conference]. Ryazan, pp. 50-53.
4. Novikov, E.V., Basova, N.V., Ushchapovskii, I.V., Bezbabchenko, A.V. (2017). Maslichnyi len kak global'nyi syr'evoi resurs dlya proizvodstva volokna [Oil flax as a global raw material resource for fiber production]. *Molochnohozyaistvennyi vestnik* [Dairy bulletin], no. 3 (27), III quarter, pp. 187-204.
5. Zelentsov, S.V. (2017). Istoriya kul'tury l'na v mire i Rossii [The history of flax culture in the world and Russia]. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* [Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds], issue. 1 (169), pp. 93-103.
6. Sinskaya, E.N. (1969). *Istoriicheskaya geografiya kul'turnoi flory* [Historical geography of cultural flora]. *Istoriicheskayageografiya kul'turnoy flory* [Historical geography of cultural flora]. Leningrad, Kolos Publ., pp. 200-201.

7. Solov'ev, A.Ya. (1989). *L'novodstvo* [Flax growing]. Moscow, Agropromizdat Publ., 319 p.

8. Krepkov, A.P. (2000). *Seleksiya l'na-dolguntsa v Sibiri* (2000). [Breeding flax-fiber in Siberia]. Tomsk, TSU Publishing house, 185 p.

9. Galkin, F.M., Khatnyanskii, V.I., Tishkov, N.M., Piven', T.V., Shaforostov, V.D. (2008). *Len maslichnyi: seleksiya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdelvaniya i uborki* [Oil flax: selection, seed production, cultivation and harvesting technology]. Krasnodar, 191 p.

10. Pustovoyt, V.S. (ed.) (1967). *Rukovodstvo po semenovodstvu maslichnykh kul'tur* [Guidelines for seed production of oilseeds]. Moscow, Kolos Publ., 351 p.

11. Sklyarov, S.V. (2012). Zhirno-kislотноy profil' i oksistabil'nost' masla nizkolinoленovykh sortoobraztsov l'na maslichnogo [Fatty-acid profile and oxystability of oil of low-linolenic varieties of oil flax]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 2 (151-152), pp. 91-95.

12. Maslinskaya, M.E., Andronik, E.V., Ivanova, E.V. (2016). Otsenka seleksionnykh sortoobraztsov l'na maslichnogo po prodolzhitel'nosti osnovnykh faz vegetatsii i zhirnokislотноmu sostavu masla [Evaluation of breeding varieties of oil flax according to the duration of the main phases of vegetation and the fatty acid composition of the oil]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], no. 4, pp. 66-72.

13. Nosevich, M.A., Aiissotode, I.Z., Roshchin, V.I., Vedernikov, D.N. (2017). Otsenka kachestva masla i volokna l'na maslichnogo v zavisimosti ot geneticheskikh osobennostei i uslovii ego proizrastaniya [Evaluation of the quality of oil and oil flax fiber depending on the genetic characteristics and conditions of its growth]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University], no. 1 (46), pp. 15-20.

14. Davidiyan, G.G. (ed.) (1976). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoi koleksii maslichnykh kul'tur* [Guidelines for the study of the world collection of oilseeds]. Leningrad, VIR, 21 p.

15. Fedin, M.A. (ed.) (1983). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, Sel'khozizdat Publ., 183 p.

16. Pavlova, L.P., Aleksandrova, T.A., Marchenkov, A.N., Rozhmina, T.A., Loshakova, N.I., Kudryavtseva, L.P., Kralova, T.V., Gerasimova, E.G. (2004). *Metodicheskie ukazaniya po seleksii l'na-dolguntsa* [Methodological guidelines for the selection of fiber flax]. Moscow, Rossel'khozakademiya, 43 p.

17. Skurikhin, I.M., Tutel'yan, V.A. (ed.) (1998). *Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov* [Guidance on methods of analyzing the quality and safety of foodstuffs]. Moscow, Bradens: Meditsina, pp. 84-93.

18. Raushkovskii, S.S. (1959). *Metody issledovaniya pri seleksii maslichnykh rastenii po sodержaniyu masla* [Research methods in the selection of oil-bearing plants by oil content]. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 46 p.

19. Dospikhov, B.A. (2012). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Kniga po trebovaniyu Publ., 352 p.





Научная статья

УДК 636.082.2

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_386

## СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПОПУЛЯЦИИ БУРОГО ШВИЦКОГО СКОТА СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.С. Герасимова, В.И. Дмитриева, Е.А. Прищеп, Д.В. Леутина**

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

**Аннотация.** На начало 2021 года в структуре племенных хозяйств Смоленской области бурая швицкая порода составляла 31,3 %. В генетической структуре наиболее многочисленными являются: генеалогическая группа Меридиана 90827 (36,7 %), родственная группа Концентра 1060157 (20,7 %), линия Лейрда 71151 (14,0 %). За период 2016-2020 гг. произошло увеличение продуктивности первотелок по количеству молока, содержанию жира и белка. Увеличен удой и содержание белка в третьей лактации. Молочная продуктивность поголовья за первую лактацию превышает 4000 кг, за третью более 5000 кг, содержание жира 3,94 % и 3,98 %, соответственно, белок в молоке — 3,35 % и 3,37 %. Определены показатели, отражающие однородность изучаемой совокупности и стабильность системы. Изменчивость удоа первой лактации (22,6 %) дает возможность вести селекционный отбор по данному показателю на ранних этапах продуктивного использования коров. Вариация удоа менялась от значительной (первая и третья лактации) до средней в максимальной лактации. Показатели корреляции между хозяйственно-полезными признаками имеют приемлемые значения и не тормозят селекционный процесс. Регрессионные отношения показывают, что изменение жирности и белковомолочности возможны лишь при увеличении удоа свыше 1000 кг. Увеличение жира в молоке на 1,0 % может привести к повышению белка в диапазоне 0,18-0,28 %. Проведена оценка продуктивных качеств потомков родительских пар с учетом происхождения. Выявлена средняя наследуемость удоа и содержания жира первой и третьей лактаций. Наиболее продуктивным по количеству молока и содержанию белка является кросс отцовской генеалогической группы Мастера 106902 и материнской линии Лейрда 71151.

**Ключевые слова:** бурая швицкая порода, молочная продуктивность, лактация, изменчивость, корреляция, наследуемость

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (тема № FGSS- 2019-0012).

Original article

## SELECTION AND GENETICS SITUATION IN THE POPULATION OF BROWN SWISS BREED OF THE SMOLENSK REGION

**A.S. Gerasimova, V.I. Dmitrieva, E.A. Prishchep, D.V. Leutina**

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

**Abstract.** The share of Brown Swiss cattle accounted for 31.3 % in the structure of pedigree farms in the region at the beginning of 2021. In the genealogical structure herds, the largest numbers are: the genealogical group of Meridian 90827 (36.7 %), the related group of Concentrate 106157(20.7 %), the Laird line 71151(14.0 %). During the period 2016-2020, there was an increase in the productivity of the first-calf cows of the yield of milk, fat and protein content. The milk yield and protein content in the third lactation increased. The milk productivity for the first lactation exceeds 4000 kg, for the third — 5000 kg, fat content 3.94 %; 3.98 %, protein in milk — 3.35 %; 3.37 %.The indicators reflecting the homogeneity of the studied population and the stability of the system are determined. The variability of milk yield of the first lactation (22.6 %) makes it possible to conduct breeding selection according to this indicator at the early stages of productive use of cows. The variation of milk yield varied from significant (first and third lactation) to mediocre in maximum lactation. Correlation indicators between economic traits have acceptable values and do not slow down the breeding. Regression relationships show that changes in fat and protein milk content are possible only with an increase in milk yield over 1000kg. An increase in fat content in milk by 1.0 % can lead to an increase in protein content in the range of 0.18-0.28 %. The evaluation of the productive qualities of the offspring of the parent pairs, taking into account the origin, was carried out. The average heritability of milk yield and fat content of the first and third lactation was revealed. The largest productive in terms of milk quantity and protein content is the cross of the paternal genealogical group of Master 106902 and the maternal line of Laird 71151.

**Keywords:** brown swiss cattle, milk productivity, lactation, variability, correlation, heritability

**Acknowledgments:** the work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Research Center of the Republic of Kazakhstan (topic No. FGSS-2019-0012).

**Введение.** Свое широкое распространение на территории Смоленской области швицкая порода получила благодаря высокой экологической пластичности, удачному сочетанию молочной и мясной продуктивности, крепости конституции, высоким воспроизводительным качествам и устойчивости ко многим заболеваниям. Швицкая порода в регионе на всем протяжении конца XIX и весь XX век совершенствовалась с постоянным привлечением отечественного и мирового генофонда пород бурого корня. В 1929 году в Смоленске, как в зоне наибольшего распространения швицев, была открыта Государственная племенная книга по бурой швицкой породе, и в 1940 году издан её

первый том [1]. По генеалогическим связям современная смоленская популяция бурого швицкого скота несет в себе «кровь» импортного швицкого поголовья из Германии, Австрии, США и Канады. В основе племенной работы лежит селекция на повышение молочной продуктивности с сохранением воспроизводительных качеств. Повышение продуктивности животных находится в прямой зависимости от уровня ведения селекционной работы, сохранения и эффективного использования, как отечественных племенных ресурсов, так и мирового генофонда крупного рогатого скота [2,3]. Эффект селекции в стаде, наряду с другими факторами, определяется величиной селекционно-генетических

параметров. Для создания желательных типов животных и создания наиболее эффективных программ селекционной работы необходимо учитывать коэффициенты изменчивости, повторяемости, наследуемости и корреляции между селекционируемыми признаками, а также, определять генетические и паратипические факторы, оказывающие влияние на молочную продуктивность [4, 5, 6]. Для создания высокопродуктивных стад большое внимание следует уделять не только вопросам продуктивных качеств матерей, но и целенаправленному подбору производителей, для получения животных, оказывающих влияние на генетический прогресс породы [7]. На начало 2021 года в структуре племенных



хозяйств области бурая швицкая порода составляла 31,3%.

**Цель и задачи исследований.** Целью настоящей работы является характеристика селекционно — генетической ситуации сложившейся в популяции крупного рогатого скота бурой швицкой породы в Смоленской области за период с 2016 по 2021 годы для оптимизации селекционного процесса, направленного на сохранение и совершенствование комбинированных пород крупного рогатого скота. Изучение основных статистических показателей продуктивных признаков, обуславливающих племенную ценность животных, а также, подбора животных в селекционном процессе.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- изучить количественную динамику и изменение генеалогической структуры состояния породы;
- определить основные показатели молочной продуктивности: удой (кг), содержание молочного жира и белка (%);

- определить селекционно-генетические параметры: наследуемость, изменчивость, взаимосвязь между селекционируемыми признаками;
- выявить наиболее эффективные сочетания линий и родственных групп для дальнейшей селекции, направленной на повышение молочной продуктивности.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись достоверные по происхождению коровы (n=6232) бурой швицкой породы, использовавшиеся в племенных хозяйствах Смоленского региона в период с 2016 по 2021 годы. Исследования проведены на базе лаборатории зоотехнологий ОП Смоленский НИИСХ — Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур» по материалам племенного учета племенных хозяйств Смоленской области по разведению бурого швицкого скота с применением компьютерной программы ИАС «СЕЛЭКС» — Молочный скот (разработчик ООО «Региональный центр информационного обеспечения племенного животноводства Ленинградской области «Плинор»). Статистическая обработка количественных показателей проведена по общепринятым формулам вариационной статистики с использованием пакета компьютерных программ Microsoft Office 2007 [7, 8].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Экономическая ситуация оказала свое влияние на племенную базу бурой швицкой породы [9]. За исследуемый период, по данным бонитировки крупного рогатого скота, в Смоленской области, численность животных бурой швицкой породы уменьшилась на 22%. В разрезе линейной принадлежности изменения произошли, в основном, с уменьшением численности поголовья. И только количественный состав линий Азота-Пловца 196 и Амура 3033, а также, родственной группы Концентра 106157 увеличился. Их удельный вес в структуре стада стал выше, соответственно, на 1,9%, 0,6% и 8,5%. Введено две новые линии — Ладди 125640 и Лейрда 71151 (удельный вес 7,1%, 14,0%).

Наряду с количественными изменениями менялась продуктивность поголовья (табл. 1).

Таблица 1. Молочная продуктивность в зависимости от линейной принадлежности  
Table 1. Milk productivity depending on the linear affiliation

Линия, родственная группа	Показатели	Значения						
		голов	2016 год	C <sub>v</sub>	голов	2020 год	C <sub>v</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Концентрат 106157	удой, кг	1 лактация	432	4410±41	19,3	741	4722±36	20,5
		3 лактация	339	5115±53	19,0	366	5345±63	22,5
		максимальная	432	5680±44	16,3	741	5645±41	19,7
	молочный жир, %	1 лактация	432	3,94±0,01	4,9	741	4,03±0,01	5,1
		3 лактация	339	3,98±0,01	4,3	366	4,00±0,01	3,8
		максимальная	432	4,03±0,01	4,2	741	4,04±0,01	4,2
	молочный белок, %	1 лактация	432	3,34±0,01	3,0	741	3,39±0,004	3,4
		3 лактация	339	3,36±0,01	3,1	366	3,39±0,004	2,5
		максимальная	432	3,38±0,01	3,2	741	3,41±0,004	3,5
Мастер 106902	удой, кг	1 лактация	438	4362±40	19,0	424	4395±43	20,1
		3 лактация	364	5174±50	18,6	283	5509±67	20,4
		максимальная	438	5592±46	17,4	424	5676±64	23,2
	молочный жир, %	1 лактация	438	3,96±0,01	5,1	424	4,07±0,01	7,2
		3 лактация	364	4,00±0,01	6,3	283	3,99±0,01	5,6
		максимальная	438	4,05±0,01	5,6	424	4,03±0,01	4,8
	молочный белок, %	1 лактация	438	3,37±0,01	3,9	424	3,38±0,01	3,1
		3 лактация	364	3,36±0,01	3,2	283	3,42±0,01	4,7
		максимальная	438	3,37±0,01	3,2	424	3,41±0,01	3,9
Меридиан 90827	удой, кг	1 лактация	1409	4324±27	23,8	1679	4719±25	21,6
		3 лактация	1115	5037±32	21,2	924	5393±40	22,4
		максимальная	1409	5782±26	17,1	1679	5871±26	17,8
	молочный жир, %	1 лактация	1409	3,98±0,01	4,9	1679	4,04±0,01	5,4
		3 лактация	1115	3,99±0,01	4,3	921	4,02±0,01	3,7
		максимальная	1409	4,05±0,004	4,1	1679	4,04±0,004	3,8
	молочный белок, %	1 лактация	1409	3,36±0,004	4,7	1679	3,42±0,003	3,5
		3 лактация	1115	3,38±0,004	3,8	921	3,41±0,003	2,9
		максимальная	1409	3,41±0,003	3,2	1679	3,44±0,003	3,4
Линии и родственные группы, доля которых в структуре популяции составляет менее 10 %	удой, кг	1 лактация	1620	4194±22	21,3	403	4080±37	18,4
		3 лактация	1369	5166±29	21,1	324	5123±52	18,1
		максимальная	1620	5867±28	19,1	403	5964±58	19,4
	молочный жир, %	1 лактация	1620	3,90±0,01	5,6	403	3,94±0,01	5,4
		3 лактация	1369	3,97±0,01	5,5	324	4,00±0,01	4,5
		максимальная	1620	4,03±0,005	5,0	403	4,06±0,009	4,4
	молочный белок, %	1 лактация	1620	3,33±0,003	4,0	403	3,35±0,007	3,8
		3 лактация	1369	3,37±0,004	4,3	324	3,40±0,007	3,6
		максимальная	1620	3,40±0,003	4,0	403	3,41±0,006	3,6



1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ладди 125640	удой, кг	1 лактация	-	-	-	140	4984±74	17,5
		3 лактация	-	-	-	15	4931±180	14,1
		максимальная	-	-	-	140	5200±72	16,3
	молочный жир, %	1 лактация	-	-	-	140	4,02±0,01	3,7
		3 лактация	-	-	-	15	3,92±0,05	4,8
		максимальная	-	-	-	140	4,04±0,01	3,1
	молочный белок, %	1 лактация	-	-	-	140	3,42±0,01	1,8
		3 лактация	-	-	-	15	3,28±0,02	2,5
		максимальная	-	-	-	140	3,42±0,01	1,8
Лейрд 71151	удой, кг	1 лактация	-	-	-	294	4750±43	15,4
		3 лактация	-	-	-	210	5342±65	17,7
		максимальная	-	-	-	294	5737±64	19,1
	молочный жир, %	1 лактация	-	-	-	294	4,03±0,01	5,4
		3 лактация	-	-	-	210	4,09±0,02	6,7
		максимальная	-	-	-	294	4,12±0,01	6,0
Лейрд 71151	молочный белок, %	1 лактация	-	-	-	294	3,37±0,01	3,6
		3 лактация	-	-	-	210	3,36±0,01	3,4
		максимальная	-	-	-	294	3,40±0,01	3,5
итого	удой, кг	1 лактация	3899	4284±15	21,9	3681	4625±16	20,9
		3 лактация	3187	5116±19	20,7	2119	5351±25	21,2
		максимальная	3899	5785±17	18,0	3681	5777±18	19,3
	молочный жир, %	1 лактация	3899	3,94±0,003	5,3	3681	4,03±0,004	5,6
		3 лактация	3187	3,98±0,004	5,1	2119	4,01±0,004	4,6
		максимальная	3899	4,04±0,003	4,7	3681	4,05±0,003	4,3
	молочный белок, %	1 лактация	3899	3,35±0,002	4,2	3681	3,40±0,002	3,5
		3 лактация	3187	3,37±0,002	3,9	2119	3,40±0,002	3,4
		максимальная	3899	3,40±0,002	3,6	3681	3,42±0,002	3,5

Таблица 2. Изменчивость и взаимосвязь признаков молочной продуктивности  
Table 2. Variability and relationship of signs of milk productivity

Показатели	Ед.изм.	2016-2020 гг.		
		лактация		
		первая	третья	максимальная
Число коров	голов	6232	3875	6232
Среднее квадратичное отклонение (σ)				
удой	кг.	985	1125	1110
молочный жир	%	0,24	0,20	0,19
молочный белок	%	0,13	0,13	0,13
Коэффициент изменчивости (C <sub>v</sub> )				
удой	%	22,0	21,6	19,6
молочный жир	%	5,9	5,0	4,8
молочный белок	%	4,0	3,9	3,7
Коэффициент корреляции дочь-мать, r				
удой		+0,135	+0,123	+0,040
молочный жир		+0,173	+0,087	+0,056
молочный белок		+0,119	+0,040	+0,101
Коэффициент корреляции, r				
Удой-жир		+0,105	-0,016	-0,078
Удой-белок		+0,204	+0,075	+0,143
Жир-белок		+0,436	+0,425	+0,284
Коэффициент регрессии, R				
Удой-жир		0,000025	-0,000003	-0,000014
Удой-белок		0,000027	0,000009	0,000016
Жир-белок		0,241991	0,278998	0,184315

За анализируемый период увеличена продуктивность первотелок по количеству полученного молока за стандартную лактацию и содержанию в нем молочного жира и белка. За первую полную возрастную лактацию, также, выявлен рост продуктивных показателей. Исключение составили животные генеалогической группы Мастера 106902, незначительно снизившие содержание жира в молоке третьей лактации на 0,01%. Наивысшая лактация характеризуется увеличением содержания молочного белка. Молочный жир по наивысшей лактации в генеалогических группах Мастера 106902 и Меридиана 90827 снизился на 0,03% и 0,01%, при этом удой увеличился на 84 кг. 89 кг, соответственно. У представительниц родственной группы Концентра 106157 вследствие большого числа животных, не достигших полной возрастной лактации, наблюдается снижение продуктивности максимальной лактации (-35 кг.). Также определена степень изменчивости продуктивных показателей по отношению к среднему показателю выборки в разрезе линейной принадлежности. Вариативность удоя меняется от средней до значительной (14,1%-23,2%). По содержанию жира и белка в молоке разброс показателей незначительный — 3,1%-7,2%; 1,8%-4,7%. Наибольшая вариативность по удою и белковомолочности отмечена у животных генеалогической группы Мастера 106902, по содержанию жира в молоке — в линии Лейрда 71151. Имеющееся генетическое разнообразие стада по удою, позволяет вести направленную на прогресс селекционную работу.

Для практической работы большое значение имеет изучение связей между селекционируемыми признаками (табл. 2).



Таблица 3. Показатели наиболее продуктивных вариантов подбора племенного поголовья  
Table 3. Indicators of the largest productive options of selection breeding

Линия		n	Продуктивность (наивысшая лактация)		
отец	мать		удой, кг	содержание	
				жира, %	белка, %
Азот-Пловец 196 3Ш-1064	Баро 18	63	4905±86***	3,99±0,02*	3,40±0,02***
	Концентрат106157	71	5843±152**	3,96±0,02*	3,29±0,02***
	Мастер 106902	10	5105±199***	<b>4,35±0,15</b>	3,40±0,04**
	Азот-Пловец 196	17	5489±172***	3,94±0,07*	3,25±0,04***
Амур 3033 3Ш-1475	Азот-Пловец 196	46	5647±177***	3,95±0,03*	3,37±0,02***
	Сектор 4272	14	5640±250**	4,00±0,08	3,37±0,02***
	Хилл 76059	13	6051±270	3,93±0,07*	3,30±0,04***
Концентрат 106157	Колос 4255	30	6047±164	4,03±0,01*	3,42±0,01***
	Лейрд 71151	43	5251±203***	4,08±0,04	3,44±0,02***
	Концентрат106157	109	5559±103***	4,05±0,02	3,41±0,01***
Лейрд 71151	Колос 4255	7	5746±325*	3,99±0,07*	3,46±0,06
	Концентрат106157	104	6403±126	3,96±0,02*	3,35±0,01***
	Лейрд 71151	30	5435±149***	4,21±0,05	3,44±0,02***
Мастер106902	Концентрат106157	39	5378±175***	4,11±0,04	3,42±0,02***
	Лейрд 71151	93	<b>6466±147</b>	4,09±0,03	3,48±0,01***
	Мастер106902	28	5007±248***	4,01±0,03*	3,36±0,02***
Меридиан 90827	Лейрд 71151	174	6156±112	4,09±0,02	<b>3,53±0,01</b>
	Хилл 76059	148	5744±100***	4,09±0,02	3,51±0,01
	Меридиан 90827	978	5472±31***	4,02±0,01	3,42±0,004***
Пастор 65220	Амур 3033	10	5844±312	4,29±0,12	3,44±0,07
	Концентрат106157	185	5623±80***	4,04±0,01*	3,46±0,01***
	Мастер 106902	4	5881±1029	3,97±0,06*	3,40±0,06*
	Пастор 65220	52	5540±146***	4,05±0,01	3,45±0,01***
Хилл 76059	Лейрд 71151	30	5954±285	4,13±0,05	3,35±0,02***
	Мастер 106902	13	5294±168***	4,14±0,02	3,46±0,02**
	Хилл 76059	19	4719±180***	4,04±0,03	3,37±0,04***
Ладди 125640	Мастер 106902	18	5412±194***	4,18±0,05	3,47±0,01***
Колос 4255	Концентрат106157	93	6035±100*	4,08±0,02	3,51±0,02
	Меридиан 90827	102	6080±87*	4,08±0,01	3,49±0,01**
Сектор 4272	Амур 3033	6	5497±306**	3,84±0,05**	3,29±0,08**
	Хилл 76059	3	4782±467***	3,88±0,13*	3,41±0,12

Примечание: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001- по сравнению с лучшим показателем

В популяции взаимосвязь удоя с молочным жиром меняется от низкой положительной в первой лактации до отрицательной в третьей и максимальной лактациях (от + 0,105 до — 0,078); удоя с белком — низкая (колеблется от +0,075 до +0,204); молочного жира с белком — положительная от средней (первая, третья лактации) до низкой по максимальной лактации (+0,284). Расчеты корреляции «удой-жир», «удой-белок», «жир-белок» достоверны, на 0,1% уровне значимости (p<0,001), исключение составляет корреляция «удой-жир» третьей лактации, где достоверность различий не значима. Коэффициент регрессии свидетельствует, что небольшое увеличение удоя не влечет за собой изменений содержания ни жира, ни белка в молоке. Увеличение жирности молока на 1,0% может привести к повышению белка в пределах 0,18-0,28%. Важный аспект селекционной работы — взаимосвязь продуктивности дочерей и их матерей. Анализ данных выявил низкую корреляцию продуктивных показателей между дочерью и её матерью. По удою: +0,040; +0,135; жиру: +0,056; +0,173; белку: +0,040; +0,119.

Проведена оценка продуктивных качеств потомков родительских пар с учетом происхождения, так как одни и те же быки при спаривании

с коровами разного качества дают потомство неодинаковой ценности (табл. 3).

Наиболее продуктивным по количеству молока и содержанию белка является кросс отцовской генеалогической группы Мастера 106902 и материнской линии Лейрда 71151. Удой имеет превышение от +63 кг (Лейрд 71151 x Концентрат 106157) до +1747 кг (Хилл 76059 x Хилл 76059). Преимущество по белковомолочности от +0,02% (Меридиан 90827 x Хилл 76059) до +0,29% (Азот-Пловец 196 x Азот-Пловец 196). Сочетание линии Азота-Пловца 196 с генеалогической группой Мастера 106902 выявило увеличение жирности молока. Преимущество составило от +0,06% (Пастор 65220 x Амур 3033) до +0,51% (Сектор 4272 x Амур 3033).

Для выяснения, насколько стойко превосходство родителей передается потомкам, определены коэффициенты наследуемости количественных признаков — удоя, содержания молочного жира и белка (табл. 4).

Удой и содержание жира в первой и третьей лактациях имеют среднюю величину наследуемости. На содержание белка в молоке большее влияние оказывает производственная технология. Наследуемость максимальной лактации имеет преимущественно низкие значения.

**Заключение.** Проведены исследования, позволяющие оценить селекционно-генетическую ситуацию, сложившуюся в популяции крупного рогатого скота бурой швицкой породы на территории Смоленской области (2016-2020 годы). За анализируемый период численность поголовья уменьшилась на 22%. Произошли изменения в генеалогии стада. Наиболее многочисленными единицами являются: генеалогическая группа Меридиана 90827 (36,7%), родственная группа Концентра-та 106157(20,7%), линия Лейрда 71151 (14,0%). Произошло увеличение продуктивности первотелок по количеству молока и его жирности и белковомолочности. У маточного поголовья, относящегося к генеалогической группе Мастера 106902, в третьей лактации, снизилась содержание жира в молоке на 0,01%. Молочная продуктивность популяции за первую лактацию превышает 4000 кг, третью — 5000 кг; содержание жира в молоке 3,94-3,98%, белка 3,35-3,37%. Определены показатели, отражающие однородность изучаемой совокупности и устойчивость системы. Изменчивость удоя первой лактации (22,6%) дает возможность вести селекционный отбор по данному показателю на ранних этапах продуктивного использования.



Таблица 4. Наследуемость удоя, жирности и белково-молочности коров бурой швицкой породы  
Table 4. Heritability of milk yield, fat content and protein-milk content of Brown Swiss cows

Лактация	1	3	максимальная
<b>удой, кг.</b>			
1	0,3		
3		0,3	
максимальная			0,1
<b>жир, %</b>			
1	0,4		
3		0,2	
максимальная			0,1
<b>белок, %</b>			
1	0,2		
3		0,1	
максимальная			0,2

Показатели содержания молочного жира и белка имеют низкую вариабельность. Изучена корреляционная связь между продуктивными признаками. Взаимосвязь удоя с содержанием жира низкая. В третьей и максимальной лактациях отрицательная, в первой положительная. Удой с содержанием белка коррелирует слабо положительно. Более существенная связь выявлена между молочным жиром и белком первой и третьей лактаций (+0,436; +0,425). Показатели корреляции между хозяйственно-полезными признаками имеют приемлемые значения и не тормозят селекционный процесс. Регрессионный анализ показывает, что изменение жира — и белково-молочности возможны лишь при увеличении удоя свыше 1000 кг. Увеличение жира в молоке на 1,0% может привести к повышению белка в пределах 0,18–0,28%. Корреляция показателей дочь — мать низкая. Наиболее продуктивным по количеству молока и содержанию белка является кросс отцовской генеалогической группы Мастера 106902 и материнской линии Лейрда 71151. Сочетание линии Азота-Пловца 196 с генеалогической группой Мастера 106902 выявило увеличение жирности молока. Наследуемость удоя и содержания жира в первой и третьей лактациях средняя.

Полученные данные селекционно-генетических параметров, позволяют вести целенаправленную практическую селекционную работу с молочным стадом бурой швицкой породы.

#### Список источников

- Новиков В.М. и др. Бурая швицкая порода крупного рогатого скота. Смоленск: Издательство Смоленская городская типография, 2017. 156 с.
- Русанова С.А., Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н. Изменение генеалогической структуры бурой швицкой породы в процессе селекции // Аграрный научный журнал. 2020. № 12. С. 68-71.
- Леутина Д.В., Прищеп Е.А., Герасимова А.С. Использование генетических ресурсов коров бурой швицкой породы // Аграрный научный журнал. 2021. № 2(89). С. 181-185.
- Татуева О.В., Прищеп Е.А., Герасимова А.С. Селекционно-генетические параметры молочной продуктивности коров вазузского типа сычевской породы // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2016. Т. 5. № 1. С. 47-51.
- Смотров Е.А., Тулинова О.В. Использование индексной селекции на айрширской популяции молочного скота // Селекция на современных популяциях отечественного молочного скота как основа импортозамещения животноводческой продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 152-157.
- Haile-Mariam, M. Variances and correlations of milk production, fertility, longevity, and type traits over time in Australian Holstein cattle / M. Haile-Mariam, M. Haile-Mariam, J.E. Pryce // J. Dairy Sci. 015. Vol.98, Issue 10. P. 7364–7379.
- Соловьева О.И., Рузанова Н.Г. Продуктивные и воспроизводительные качества коров бурой швицкой и сычевской пород в зависимости от типа подбора // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 3. С. 38-40.

8. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Издательство Московского университета. 1970. 367 с.

9. Меркурьева Е.К. Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. М.: Колос. 1983. 400 с.

10. Герасимова А.С., Татуева О.В., Прищеп Е.А., Леутина Д.В. Молочная продуктивность коров бурой швицкой породы и результаты ее реализации в условиях Смоленской области // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 87-93.

#### References

- Novikov V.M. (2017). *Buraya shvickaya poroda krupnogo rogatogo skota* [Brown Swiss breed of cattle]. Smolensk: Smolensk publishing press, 156 p.
- Rusanova S.A. (2020). *Izmenenie genealogicheskoy struktury buroy shvickoy porody v processe selekcii* [Changing the genealogical structure of the Brown Swiss breed in the selection process]. *Agricultural Scientific Journal*, no. 12, pp. 68-71.
- Leutina D.V. (2021). *Ispol'zovanie geneticheskikh resursov korov buroy shvickoy porody* [Use of genetic resources of brown Swiss cows]. *Agricultural Scientific Journal*, no. 2(89), pp. 181-185.
- Tatueva O.V. (2016). *Selection and genetic parameters of dairy productivity of cows of the Vazuz type of the Sychev breed*. *Proceedings of the Mater. Collection of scientific papers of the North Caucasus Scientific Research Institute of Animal Husbandry*, vol. 5. no. 1, pp. 47-51.
- Smotrova E.A. (2018). *Use of index selection on Ayrshire dairy cattle population*. *Proceedings of the Mater. Breeding on modern populations of domestic dairy cattle as a basis for import substitution of livestock products*, pp. 152-157.
- Haile-Mariam M. (2015). *Variances and correlations of milk production, fertility, longevity, and type traits over time in Australian Holstein cattle*. *J. Dairy Sci.*, no. 10, pp. 7364–7379.
- Solov'eva O.I. (2016). *Produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva korov buroy shvickoy i sychevskoy porod v zavisimosti ot tipa podbora* [Productive and reproductive qualities of brown Shvitskaya and Sychevskaya cows depending on the type of selection]. *Dairy and beef cattle breeding*, no. 3, pp. 38-40.
- Plohin'skij N.A. (1970). *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: *Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta*, 367 p.
- Merkur'eva E.K. (1983). *Genetika s osnovami biometrii* [Genetics with the basics of biometrics]. Moscow: *Kolos*, 400 p.
- Gerashimova A.S. (2020). *Molochnaya produktivnost' korov buroy shvickoy porody i rezul'taty ee realizacii v usloviyah Smolenskoj oblasti* [Milk productivity of brown Swiss cows and the results of its implementation in the conditions of the Smolensk region]. *International Bulletin of Veterinary Medicine*, no. 4, pp. 87-93.

#### Информация об авторах:

**Герасимова Алла Сергеевна**, научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, Федеральный научный центр лубяных культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5643-1972>, [kingloger@yandex.ru](mailto:kingloger@yandex.ru)

**Дмитриева Валентина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, Федеральный научный центр лубяных культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3066-2182>, [v.i.dmitrieva@yandex.ru](mailto:v.i.dmitrieva@yandex.ru)

**Прищеп Елена Александровна**, старший научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, Федеральный научный центр лубяных культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4913-9786>, [alena.prishchep@yandex.ru](mailto:alena.prishchep@yandex.ru)

**Леутина Диана Вячеславовна**, старший научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, Федеральный научный центр лубяных культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8754-6521>, [leutina.diana@yandex.ru](mailto:leutina.diana@yandex.ru)

#### Information about the authors:

**Alla S. Gerashimova**, researcher at the Laboratory zootechnologies, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5643-1972>, [kingloger@yandex.ru](mailto:kingloger@yandex.ru)

**Valentina I. Dmitrieva**, candidate of Agricultural Sciences, leading researcher Laboratory zootechnologies, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3066-2182>, [v.i.dmitrieva@yandex.ru](mailto:v.i.dmitrieva@yandex.ru)

**Elena A. Prishchep**, senior researcher at the Laboratory zootechnologies, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4913-9786>, [alena.prishchep@yandex.ru](mailto:alena.prishchep@yandex.ru)

**Diana V. Leutina**, senior researcher at the Laboratory zootechnologies, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8754-6521>, [leutina.diana@yandex.ru](mailto:leutina.diana@yandex.ru)



Научная статья

УДК 631.51.01:631.811:633.853.52

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_391

## СОДЕРЖАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКАХ ПОД ПОСЕВАМИ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Д.В. Дубовик, Е.В. Дубовик, А.Н. Морозов, Б.С. Ильин

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

**Аннотация.** В статье приведены исследования влияния способов основной обработки почвы (вспашка, комбинированная обработка, поверхностная обработка, прямой посев) на накопление азота, фосфора и калия в растительных остатках, соломе и зерне сои в условиях Курской области. Рассчитан баланс макроэлементов, поступающих с растительными остатками. Установлено, что в весенний период на посевах сои в слое почвы 0-20 см при безотвальных способах основной обработки почвы (комбинированная и поверхностная обработки), а также прямом посеве, содержится больше неразложившихся растительных остатков (17,39-18,82 т/га), чем при отвальном способе — вспашке (13,87 т/га). При этом по мере снижения глубины обработки почвы большая масса растительных остатков концентрируется в верхнем 0-10 см слое почвы. Запасы азота, фосфора и калия в растительных остатках сои к периоду уборки в слое 0-10 см увеличиваются при всех изучаемых способах основной обработки, а в слое 10-20 снижаются, за исключением азота и фосфора на вспашке. Более высокая масса соломы сои (2,0-2,1 т/га) формировалась на фоне прямого посева и вспашки, при этом содержание азота, фосфора и калия в ней было наименьшим. За счет большего урожая вегетативной массы сои количество азота и фосфора, поступающее с массой соломы при прямом посеве и вспашке, было самым высоким. В зерне сои максимальное количество азота накапливается при ее возделывании по вспашке (5,33%), фосфора и калия — по прямому посеву (1,41 и 1,96% соответственно). Без применения минеральных удобрений складывается отрицательный биологический баланс питательных макроэлементов. При этом наибольших значений он достигает при использовании в качестве способа основной обработки почвы вспашки и прямого посева. Более высокий отрицательный баланс элементов питания на этих вариантах обусловлен максимальной урожайностью зерна сои на них.

**Ключевые слова:** вспашка, комбинированная обработка, поверхностная обработка, прямой посев, растительные остатки, макроэлементы, соя

Original article

## THE CONTENT OF MACRONUTRIENTS IN PLANT RESIDUES UNDER SOYBEANS DEPENDING ON PRIMARY TILLAGE METHODS

D.V. Dubovik, E.V. Dubovik, A.N. Morozov, B.S. Ilyin

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

**Abstract.** The article presents the results of studying the influence of primary tillage methods (plowing, combined tillage, surface tillage, direct sowing) on the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in plant residues, straw and soybean grain, under the conditions of Kursk region. The balance of macronutrients coming from plant residues was calculated. It was found that in the spring period in the soil layer of 0-20 cm in soybean fields treated with boardless methods of primary tillage (combined and surface tillage), as well as direct sowing, more undecayed plant residues (17.39-18.82 t/ha) were contained than in those treated with moldboard plowing (13.87 t/ha). At the same time, as the depth of tillage decreased, a large mass of plant residues was concentrated in the upper 0-10 cm soil layer. By the harvest period the reserves of nitrogen, phosphorus and potassium in soybean plant residues, in the 0-10 cm soil layer increased with all the primary tillage methods studied, and in the 10-20 layer they decreased, with the exception of nitrogen and phosphorus in case of plowing. A higher mass of soybean straw (2.0-2.1 t/ha) was formed against the background of direct sowing and plowing, while the content of nitrogen, phosphorus and potassium in it was the lowest. Due to the larger yield of the vegetative mass of soybeans, the amount of nitrogen and phosphorus supplied with the mass of straw during direct sowing and plowing was the highest. In soybeans grain maximum amount of nitrogen accumulated in case of its cultivation by plowing (5.33%), phosphorus and potassium by direct sowing (1.41 and 1.96%, respectively). A negative biological balance of macronutrients developed when no mineral fertilizers were applied. At the same time, it reached the highest values in case of plowing and direct sowing used as methods of primary tillage. A higher negative balance of nutrients in those variants was due to the maximum yield of soybean grain in them.

**Keywords:** plowing, combined tillage, surface tillage, direct sowing, plant residues, macronutrients, soybeans

**Введение.** Растительные остатки являются одним из средств регулирования плодородия почвы, служат источником поступления макро- и микроэлементов. Они оказывают как прямое, так и косвенное действие на химические, физические и биологические свойства почвы [1]. Растительные остатки служат субстратом для микроорганизмов, продуцентом органических соединений, обеспечивают структурную устойчивость почв [2, 3]. В почве растительные остатки распределены неравномерно. Одним из факторов их дифференциации по почвенным слоям является глубина обработки почвы [4]. Глубокие отвальные обработки способствуют

распределению растительных остатков по всему пахотному горизонту, безотвальные и мелкие обработки обуславливают их накопление в верхнем слое почвы [5]. При отсутствии механической обработки почв, в технологиях прямого посева, на поверхности остается мульчирующий слой из растительных остатков [6].

Зернобобовые культуры по количеству растительных остатков существенно уступают злаковым [7, 8]. Это связано с особенностями строения корневой системы и листовостебелной массы двудольных и однодольных растений [9]. Кроме того, накопление растительных остатков под зернобобовыми культурами и, в частности,

соей зависит от способа основной обработки почвы, используемого в технологии ее возделывания. Способ основной обработки почвы, используемый при возделывании сои, во многом определяет уровень урожайности основной и побочной продукции [10, 11, 12]. Увеличение урожайности основной продукции влечет за собой повышение выноса питательных элементов из почвы. В то же время снижение корневой массы, количества заделываемой соломы способствует возникновению дефицитного баланса основных макроэлементов.

Поэтому при выборе основной обработки почвы под сою необходимо знать возможный

уровень поступления растительных остатков для оценки баланса элементов минерального питания растений, для его корректировки в случае дефицита.

**Цель работы** — изучение влияния способов основной обработки на накопление растительных остатков в почве под посевами сои, оценка уровня содержания в них азота, фосфора и калия и определение баланса данных макроэлементов.

**Объекты и методы.** Исследования проведены в полевом стационарном опыте ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская область, Курский район, п. Черемушки) в 2020-2021 гг.

Схема опыта включала следующие варианты: вспашка с оборотом пласта (20-22 см); комбинированная обработка (дискование + чизель) на глубину 20-22 см; поверхностная обработка (дискование) на 8-10 см; без обработки (прямой посев — No-till). Способы обработки почвы применялись систематически для каждого варианта с 2015 г. Исследования выполнены в 2019-2021 гг. на посевах сои (*Glycine max*) сорта Казачка. Предшественник — озимая пшеница.

Варианты в полевом опыте размещались систематически в один ярус. Площадь посевной делянки 6000 м<sup>2</sup> (60 × 100), повторность трехкратная. Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым.

Оценка запасов неразложившихся растительных остатков сельскохозяйственных культур в пахотном слое проведена буровым методом с последующей отмывкой [13]. Отбор проб

растительных остатков, содержащихся в почве, проводился до посева (апрель) и после уборки сои (сентябрь) в шестикратной повторности. Определение азота, фосфора и калия в корневых остатках, соломе и зерне проводилось по методу К.Е. Гинзбург [14]. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

**Результаты и обсуждение.** В изучаемых технологиях возделывания сои, основанных на использовании различных способов основной обработки почвы, содержание неразложившихся растительных остатков в весенний период в слое 0-20 см по вспашке было меньше на 3,52-4,95 т/га, чем при других изучаемых способах обработки почвы (табл. 1). Причем в верхнем 0-10 см слое их наибольшее количество отмечается при прямом посеве — 12,48 т/га, что на 0,48 т/га больше, чем при поверхностной обработке, на 1,38 т/га, чем при комбинированной обработке и на 5,08 т/га, чем при вспашке. При отвальной обработке содержание растительных остатков в почве в слое 0-10 см было выше, чем в слое 10-20 см на 0,93 т/га. При безотвальных способах основной обработки в верхнем 0-10 см слое их было больше, чем в нижнем 10-20 см слое на 5,03-6,14 т/га, причем наибольшая разница была при прямом посеве.

После уборки сои произошло естественное увеличение количества растительных остатков в почве за счет новообразованной массы корней. При этом на вспашке масса неразложившихся растительных остатков была более равномерно распределена по слою 0-20 см (55,4% в верхнем слое и 44,6% в нижнем), тогда как по

мере увеличения степени минимизации основной обработки почвы наблюдается увеличение их доли в слое 0-10 см (65,6% при комбинированной, 66,5% при поверхностной обработках и 66,4% при прямом посеве). Но при этом наибольший прирост содержания растительных остатков в почве отмечается при вспашке (+3,50 т/га). Это связано с большим количеством биомассы растений, формирующейся при вспашке.

Растительные остатки служат источником поступления в почву таких основных макроэлементов, как азот, фосфор и калий. Содержание азота в растительных остатках в весенний период, в среднем по пахотному слою, было несколько выше при глубоких обработках (1,20-1,24%) и имело тенденцию к снижению при прямом посеве — на 0,03-0,07%, а минимальных значений достигало при поверхностной обработке (табл. 2). В слое 0-10 см, при всех обработках кроме вспашки, количество азота в растительных остатках было выше на 0,09-0,32%.

К периоду уборки количество азота в растительных остатках по сравнению с весенним периодом в слое 0-10 см увеличилось на 0,07-0,25%, причем максимальное повышение (0,25%) отмечается на вспашке. В слое 10-20 см, напротив, произошло снижение содержания азота на 0,11-0,24%, при этом наибольшее уменьшение выявлено при комбинированной обработке. Как и в весенний период, так и при уборке содержание азота в растительных остатках в слое 0-10 см было выше, чем в слое 10-20 см на 0,38-0,57%, причем наибольшая разница была при поверхностной обработке и прямом посеве.

Содержание фосфора в растительных остатках как весной, так и при уборке при всех используемых способах основной обработки почвы существенно не изменялось. Содержание калия в растительных остатках было примерно одинаковым по всем изучаемым способам основной обработки, независимо от слоя почвы и составляло 0,42-0,44%. Можно отметить снижение количества калия в растительных остатках в слое 10-20 см к периоду уборки по сравнению с весной на 0,06-0,10%.

В результате определения количества содержания макроэлементов в растительных остатках были определены их запасы (табл. 3). Установлено, что за период активной вегетации сои произошло увеличение запасов азота в растительных остатках в слое 0-10 см. Наиболее существенное повышение запасов азота в этом слое почвы произошло при вспашке (+50,4 кг/га), несколько ниже при поверхностной обработке (+43,6 кг/га)

Таблица 1. Содержание в почве неразложившихся растительных остатков (среднее за 2 года)

Table 1. The content of undecomposed plant residues in the soil (average for 2 years)

Способ основной обработки почвы	Слой, см	Масса остатков весной, т/га	Масса остатков в период уборки, т/га	Накопление остатков за вегетацию, т/га
Вспашка	0-10	7,40	9,63	2,23
	10-20	6,47	7,74	1,27
Комбинированная	0-10	11,21	12,71	1,50
	10-20	6,18	6,67	0,49
Поверхностная	0-10	12,00	13,45	1,45
	10-20	5,96	6,78	0,82
Прямой посев	0-10	12,48	13,92	1,44
	10-20	6,34	7,05	0,72
НСР <sub>05</sub>	обработка	2,52	2,27	0,41
	слой	1,90	1,72	0,29

Таблица 2. Содержание макроэлементов в неразложившихся растительных остатках сои (среднее за 2 года)

Table 2. The content of macronutrients in undecomposed soybean plant residues (average for 2 years)

Способ основной обработки почвы	Слой, см	N, %		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %		K <sub>2</sub> O, %	
		весна	уборка	весна	уборка	весна	уборка
Вспашка	0-10	1,18	1,43	0,36	0,38	0,50	0,45
	10-20	1,21	1,05	0,37	0,38	0,48	0,38
Комбинированная	0-10	1,28	1,35	0,37	0,35	0,46	0,46
	10-20	1,19	0,95	0,37	0,33	0,46	0,40
Поверхностная	0-10	1,15	1,35	0,33	0,35	0,47	0,47
	10-20	0,90	0,79	0,34	0,29	0,49	0,41
Прямой посев	0-10	1,33	1,40	0,40	0,38	0,45	0,47
	10-20	1,01	0,83	0,39	0,34	0,49	0,40
НСР <sub>05</sub>	обработка	0,15	0,18	0,02	0,05	0,05	0,01
	слой	0,11	0,12	0,02	0,04	0,04	0,01



и наименьшее при прямом посеве и комбинированной обработке (+28,1-28,9 кг/га). В слое 10-20 см отмечается снижение запасов азота к периоду уборки по сравнению с весенним периодом, причем наиболее активным оно было при комбинированной обработке (-10,2 кг/га) и прямом посеве (-5,5 кг/га). При вспашке выявлено небольшое увеличение запасов азота в растительных остатках (+3,0 кг/га), а при поверхностной обработке изменений практически не было. Очевидно, такой характер изменения запасов азота в растительных остатках по слоям почвы связан с микробиологической активностью, наибольшей степенью разложения растительных остатков и закрепления высвобождаемого из них азота почвой.

Запасы фосфора в почве в слое 0-10 см увеличивались к периоду уборки. При этом характер накопления фосфора был аналогичен азоту. Максимальное накопление характерно для вспашки и поверхностной обработки (7,5-10 кг/га), минимальное — для поверхностной обработки и прямого посева (3,0 кг/га). В слое 10-20 см накопление запасов фосфора в растительных остатках выявлено лишь на вспашке (+5,5 кг/га). При остальных изучаемых способах обработки почвы отмечается небольшое снижение количества фосфора — на 0,6-0,9 кг/га. Очевидно, это обусловлено снижением

фосфатсорбционной способности почвы при высвобождении фосфора из разлагающихся остатков и повышением количества неорганического фосфора [15].

Запасы калия в растительных остатках в слое 0-10 см к периоду уборки увеличились на 6,3-9,3 кг/га. При этом наибольшее увеличение отмечается при прямом посеве. В слое 10-20 см при всех изучаемых способах обработки почвы установлено снижение содержания калия в растительных остатках на 1,6-2,9 кг/га.

В качестве растительных остатков, наряду с корнями растений, в почву поступает также солома. На фоне прямого посева и вспашки формировалась наибольшая масса соломы сои — 2,0-2,1 т/га (табл. 4). При переходе на комбинированную и поверхностную обработку отмечается минимальное количество соломы — 1,5-1,6 т/га.

При этом содержание азота в соломе имело обратную связь с ее количеством — снижалось при вспашке и прямом посеве, повышалось при комбинированной и поверхностной обработках. Эта же закономерность отмечена и в отношении содержания фосфора и калия в соломе сои. Такая зависимость накопления элементов питания в соломе связана с образованием количества биомассы и расходом этих элементов на ее рост, что подтверждается обратной весьма

высокой корреляционной связью между количеством соломы и содержанием в ней азота ( $r=0,86$   $\alpha=0,05$ ), фосфора ( $r=-0,87$   $\alpha=0,05$ ) и калия ( $r=-0,98$   $\alpha=0,05$ ).

По результатам проведенных исследований были рассчитаны запасы макроэлементов, поступающие с соломой сои. Несмотря на меньшее содержание, наибольшее количество азота и калия с соломой поступает при прямом посеве и вспашке (табл. 4). Наибольшее высокое количество фосфора в соломе сои, полученной при ее возделывании на фоне комбинированной обработки, позволило обеспечить максимальные запасы этого элемента, несмотря на наименьшую урожайность соломы.

Зерно сои является товарной частью, которая безвозвратно удаляется с поля, и вместе с ней выносятся основные макроэлементы. Для восполнения этих потерь необходимо иметь представление о количестве вынесенных элементов питания. Наибольшая урожайность зерна сои была получена на фоне вспашки и прямого посева — 2,0 т/га, а наименьшая при поверхностной и комбинированной обработках — 1,6-1,7 т/га (табл. 5).

В зерне озимой пшеницы наибольшее содержание азота было при вспашке — 5,33%, а наименьшее при прямом посеве — 4,90%. Содержание фосфора в зерне при вспашке,

Таблица 3. Запасы элементов питания в неразложившихся растительных остатках (среднее за 2 года)

Table 3. Stocks of food elements in undecomposed plant residues (average for 2 years)

Способ основной обработки почвы	Слой, см	N, кг/га			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , кг/га			K <sub>2</sub> O, кг/га		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вспашка	0-10	87,3	137,7	50,4	26,6	36,6	10,0	37,0	43,3	6,3
	10-20	78,3	81,3	3,0	23,9	29,4	5,5	31,1	29,4	-1,6
Комбинированная	0-10	143,5	171,6	28,1	41,5	44,5	3,0	51,6	58,5	6,9
	10-20	73,5	63,4	-10,2	22,9	22,0	-0,9	28,4	26,7	-1,7
Поверхностная	0-10	138,0	181,6	43,6	39,6	47,1	7,5	56,4	63,2	6,8
	10-20	53,6	53,5	-0,1	20,3	19,7	-0,6	29,2	27,8	-1,4
Прямой посев	0-10	166,0	194,9	28,9	49,9	52,9	3,0	56,2	65,4	9,3
	10-20	64,0	58,5	-5,5	24,7	24,0	-0,8	31,1	28,2	-2,9
НСР <sub>05</sub>	обработка	36,8	37,2	-	18,6	16,2	-	17,9	18,1	-
	слой	24,7	26,1	-	12,3	12,7	-	13,5	12,9	-

Примечание: 1 — весенний период, 2 — период уборки, 3 — накопление растительных остатков.

Таблица 4. Содержание макроэлементов в соломе сои (среднее за 2 года)

Table 4. The content of macronutrients in soy straw (average for 2 years)

Способ основной обработки почвы	Солома, т/га	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га
Вспашка	2,0	0,75	15,0	0,43	8,6	1,30	26,0
Комбинированная	1,5	0,80	12,0	0,67	10,1	1,60	24,0
Поверхностная	1,6	0,84	13,4	0,51	8,2	1,56	25,0
Прямой посев	2,1	0,75	15,8	0,44	8,8	1,24	26,1
НСР <sub>05</sub>	0,5	0,24	0,45	0,34	0,53	0,32	0,88

Таблица 5. Содержание элементов питания в зерне сои (среднее за 2 года)

Table 5. The content of the elements of nutrition in soy grain (average for 2 years)

Способ основной обработки почвы	Урожайность, т/га	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га
Вспашка	2,0	5,33	106,6	1,32	26,4	1,92	38,4
Комбинированная	1,7	5,21	88,6	1,33	22,6	1,90	32,3
Поверхностная	1,6	5,21	83,4	1,33	21,3	1,90	30,4
Прямой посев	2,0	4,90	98,0	1,41	28,2	1,96	39,2
НСР <sub>05</sub>	0,09	0,21	2,72	0,11	1,75	0,12	2,12



Таблица 6. Баланс элементов минерального питания (среднее за 2 года)  
Table 6. Balance of elements of mineral nutrition (average for 2 years)

Способ основной обработки почвы	Приход					Приход всего, кг/га	Расход Вынос урожая зерна, кг/га	Баланс (±), кг/га
	Поступление с семенами, кг/га	С растительными остатками в почве (РО), кг/га	Поступление с соломой, кг/га	Σ РО + солома, кг/га	Пересчет на % использования из пожнивно-корневых остатков, кг/га (15%)			
<b>Азот</b>								
Вспашка	5,2	53,4	15,0	68,4	10,3	15,5	106,6	-91,1
Комбинированная	5,2	17,9	12,0	29,9	4,5	9,7	88,6	-78,9
Поверхностная	5,2	43,5	13,4	56,9	8,5	13,7	83,4	-69,7
Прямой посев	5,2	23,4	15,8	39,2	5,9	11,1	98,0	-86,9
<b>Фосфор</b>								
Вспашка	1,4	15,5	8,6	24,1	3,6	5,0	26,4	-21,4
Комбинированная	1,4	2,1	10,1	12,2	1,8	3,2	22,6	-19,4
Поверхностная	1,4	6,9	8,2	15,1	2,3	3,7	21,3	-17,6
Прямой посев	1,4	2,2	8,8	11,0	1,7	3,1	28,2	-25,1
<b>Калий</b>								
Вспашка	1,9	4,7	26,0	30,7	4,6	6,5	38,4	-31,9
Комбинированная	1,9	5,2	24,0	29,2	4,4	6,3	32,3	-26,0
Поверхностная	1,9	5,4	25,0	30,4	4,6	6,5	30,4	-23,9
Прямой посев	1,9	6,4	26,1	32,5	4,9	6,8	39,2	-32,4

комбинированной обработке и прямом посеве существенно не различалось, но отмечается тенденция к повышению его количества в зерне при прямом посеве — на 0,08-0,09%. Содержание калия в зерне по способам обработки почвы существенно не отличалось (табл. 5).

Был рассчитан вынос макроэлементов с зерном сои. При максимальной урожайности на фоне вспашки и наиболее высоком содержании в нем азота вынос этого элемента здесь был наибольшим — 106,6 кг/га. Некоторое увеличение количества фосфора и калия в зерне при прямом посеве способствовало повышению выноса этих элементов по сравнению с остальными способами обработки почвы. Наименьший вынос азота, фосфора и калия с зерном сои отмечается на фоне поверхностной обработки, что обусловлено минимальной урожайностью на этом варианте.

Имея данные по количеству поступающих в почву элементов питания с растительными остатками, а также выносу с зерном, можно сделать прогноз по биологическому балансу (без учета содержания макроэлементов в почве) азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы (0-20 см). При этом было принято, что использование азота, фосфора и калия из растительных остатков составляет примерно 15% (табл. 6).

Расчет биологического баланса (поступление и вынос с растительными материалами) элементов минерального питания показывает, что без применения удобрений при всех применяемых способах основной обработки почвы баланс получается отрицательный. При этом наибольший дефицит азота формируется на вспашке. Так, он выше в 1,15 раза, чем при комбинированной обработке, в 1,31 раза, чем при поверхностной обработке и в 1,05 раза, чем при прямом посеве. Дефицит фосфора наибольший при прямом посеве — в 1,17-1,43 раза, чем при других способах обработки почвы. Наибольший недостаток калия отмечается при вспашке и прямом посеве.

**Выводы.** Установлено, что в весенний период на посевах сои в слое почвы 0-20 см при безотвальных способах основной обработки почвы (комбинированная и поверхностная обработки), а также прямом посеве содержится больше неразложившихся растительных остатков, чем при отвальном способе — вспашке. При этом по мере снижения глубины обработки почвы большая масса растительных остатков концентрируется в верхнем 0-10 см слое почвы. К периоду уборки происходит увеличение количества растительных остатков в почве. При этом наибольшие показатели отмечаются на вспашке.

Запасы азота, фосфора и калия в растительных остатках сои к периоду уборки в слое 0-10 см увеличиваются при всех изучаемых способах основной обработки, а в слое 10-20 см снижаются, за исключением азота и фосфора на вспашке.

Более высокая масса соломы сои формировалась на фоне прямого посева и вспашки, при этом содержание азота, фосфора и калия в ней было наименьшим. За счет большего урожая вегетативной массы сои количество азота и фосфора, поступающее с массой соломы на прямом посеве и вспашке, было самым высоким. В зерне сои максимальное количество азота, накапливается при ее возделывании по вспашке, фосфора и калия — по прямому посеву.

Без применения минеральных удобрений складывается отрицательный биологический баланс питательных макроэлементов. При этом наибольших значений он достигает при использовании в качестве способа основной обработки почвы вспашки и прямого посева. Более высокий отрицательный баланс элементов питания на этих вариантах обусловлен максимальной урожайностью зерна сои на них.

#### Список источников

1. Семенов В.М., Ходжаева А.К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве // Агрехимия. 2006. № 7. С. 63-81.

2. Bronick, C.J., Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, vol. 124, no. 1-2, pp. 3-22. doi: 10.1016/j.geoderma.2004.03.005

3. Hirte, J., Leifeld, J., Abiven, S., Oberholzer, H.-R., Hammelehe, A., Mayer, J. (2017). Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. *Frontiers in Plant Science*, vol. 8:284, 12 p. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284>

4. Зинченко С.И. Особенности развития корневой системы зерновых культур // Земледелие. 2015. № 6. С. 32-35.

5. Ефремова Е.Н. Влияние глубины и способа обработки почвы на содержание основных биофильных элементов в растительных остатках // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 4. С. 28-32.

6. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дригидер В.К., Белобров В.П. Освоение технологии прямого посева на черноземах России // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 2. С. 18-36. doi: 10.25930/2687-1254/003.2.14.2021

7. Лыков А.М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1982. 143 с.

8. Мудрых Н.М., Самофалова И.А. Опыт использования растительных остатков в почвах Нечерноземной зоны России (обзор) // Пермский аграрный вестник. 2017. № 1. С. 88-97.

9. Титлянова А.А., Базилевич Н.И., Шмакова Е.И. и др. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности. Новосибирск: ИПА СО РАН, 2018. 110 с.

10. Киселева Т.С., Рзаева В.В. Влияние основной обработки почвы на урожайность зернобобовых культур в северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 1. С. 21-25. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10104

11. Шарушов Р. Дозоров А., Наумов А., Гаранин М. Влияние различных приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия и формирование урожая семян гороха и сои // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 1. С. 46-48.

12. Бобкова Ю.А. Изменение урожайности и качества полевых культур в зависимости от приема основной обработки почвы // Вестник аграрной науки. 2019. № 3. С. 3-8. doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.3.3

13. Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И. и др. Практикум по земледелию. М.: КолосС, 2004. 424 с.

14. Минеев В.Г. и др. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.



15. Haynes, R.J., Mokolobate, M.S. (2001). Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 59, pp. 47-63. doi: 10.1023/A:1009823600950

**References**

1. Semenov, V.M., Khodzhaeva, A.K. (2006). Agroekologicheskie funktsii rastitel'nykh ostatkov v pochve [Agroecological functions of plant residues in soil]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 7, pp. 63-81.  
 2. Bronick, C.J., Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, vol. 124, no. 1-2, pp. 3-22. doi: 10.1016/j.geoderma.2004.03.005  
 3. Hirte, J., Leifeld, J., Abiven, S., Oberholzer, H.-R., Hammelehle, A., Mayer, J. (2017). Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. *Frontiers in Plant Science*, vol. 8:284, 12 p. doi: https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284  
 4. Zinchenko, S.I. (2015). Osobennosti razvitiya kornevoi sistemy zernovykh kul'tur [Features of development of grain crops root system]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 32-35.  
 5. Eremova, E.N. (2014). Vliyanie glubiny i sposoba obrabotki pochvy na sodержание osnovnykh biofil'nykh ehlementov v rastitel'nykh ostatkakh [Effect of tillage depth and technique on basic biophile elements content in plant residue]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo uni-*

*versiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], no. 4, pp. 28-32.  
 6. Ivanov, A.L., Kulintsev, V.V., Dridiger, V.K., Belobrov, V.P. (2021). Osvoenie tekhnologii pryamogo poseva na chernozemakh Rossii [Development of the direct seeding method on the chernozem soils of Russia]. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [Agricultural journal], no. 2, pp. 18-36. doi: 10.25930/2687-1254/003.2.14.2021  
 7. Lykov, A.M. (1982). *Vosproizvodstvo plodorodiya pochv v Nechernozemnoi zone* [Reproduction of soil fertility in the Non-black zone]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 143 p.  
 8. Mudrykh, N.M., Samofalova, I.A. (2017). Opyt ispol'zovaniya rastitel'nykh ostatkov v pochvakh Nechernozemnoi zony Rossii (obzor) [On to the experience of the usage of plant residues in soils of Non-black soil zone of Russia (review)]. *Permskii agrarnyi vestnik* [Perm agrarian journal], no. 1, pp. 88-97.  
 9. Titlyanova, A.A., Bazilevich, N.I., Shmakova, E.I. i dr. (2018). *Biologicheskaya produktivnost' travynykh ehkosistem. Geograficheskie zakonomernosti i ehkologicheskie osobennosti* [Biological productivity of grass ecosystems. Geographical patterns and ecological features]. Novosibirsk, IPA SO RAN, 110 p.  
 10. Kiseleva, T.S., Rzaeva, V.V. (2021). Vliyanie osnovnoi obrabotki pochvy na urozhainost' zernobobovykh kul'tur v severnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [Influence of the primary tillage on the yield of leguminous crops in the northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 1, pp. 21-25. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10104

11. Sharushov, R., Dozorov, A., Naumov, A., Gararin, M. (2017). Vliyanie razlichnykh priemov osnovnoi obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli plodorodiya i formirovaniye urozhaya semyan gorokha i soi [The influence of various methods of basic tillage on agrophysical indicators of fertility and the formation of a crop of pea and soybean seeds]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 46-48.  
 12. Bobkova, Yu.A. (2019). Izmeneniye urozhainosti i kachestva polevykh kul'tur v zavisimosti ot priema osnovnoi obrabotki pochvy [Changes in yield and quality of field crops depending on the method of the basic soil treatment]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 3, pp. 3-8. doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.3.3  
 13. Vasil'ev, I.P., Tulikov, A.M., Bazdyrev, G.I. i dr. (2004). *Praktikum po zemledeliyu* [Laboratory manual for agronomy]. Moscow, KolosS Publ., 424 p.  
 14. Mineev, V.G. i dr. (2001). *Praktikum po agrokhimii* [Workshop on agrochemistry]. Moscow, Moscow State University, 689 p.  
 15. Haynes, R.J., Mokolobate, M.S. (2001). Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 59, pp. 47-63. doi: 10.1023/A:1009823600950

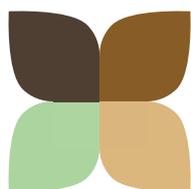
**Информация об авторах:**

**Дубовик Дмитрий Вячеславович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1585-6990>, [dubovikdm@yandex.ru](mailto:dubovikdm@yandex.ru)  
**Дубовик Елена Валентиновна**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, [dubovikev@yandex.ru](mailto:dubovikev@yandex.ru)  
**Морозов Александр Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4870-2995>, [alex.morozoff76@yandex.ru](mailto:alex.morozoff76@yandex.ru)  
**Ильин Борис Сергеевич**, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7423-258X>, [kniiapp@mail.ru](mailto:kniiapp@mail.ru)

**Information about the authors:**

**Dmitry V. Dubovik**, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1585-6990>, [dubovikdm@yandex.ru](mailto:dubovikdm@yandex.ru)  
**Elena V. Dubovik**, doctor of biological sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, [dubovikev@yandex.ru](mailto:dubovikev@yandex.ru)  
**Alexander N. Morozov**, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4870-2995>, [alex.morozoff76@yandex.ru](mailto:alex.morozoff76@yandex.ru)  
**Boris S. Ilyin**, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7423-258X>, [kniiapp@mail.ru](mailto:kniiapp@mail.ru)

✉ [dubovikdm@yandex.ru](mailto:dubovikdm@yandex.ru)



# ПроПротеин

Форум и экспо

+7 (495) 585-5167 | [info@proprotein.org](mailto:info@proprotein.org) | [www.proprotein.org](http://www.proprotein.org)

## Форум и выставка по производству и использованию новых пищевых протеинов: растительные заменители мяса, культивируемое мясо, насекомые как еда.

**Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 22 сентября 2022 в отеле Холидей Инн Лесная в Москве**

**Возможности для рекламы:**

Выбор одного из спонсорских пакетов Форума позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка.





Научная статья

УДК 633.522:632.95:57.023

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_396

## ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**И.И. Плужникова, Н.В. Криушин, И.В. Бакулова**

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Лунино, Пензенская область, Россия

**Аннотация.** Представлен анализ данных полевого опыта, проведенного в течение 2020-2021 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в Пензенской области, по оценке действия протравителей семян и опрыскивания по вегетации инсектицидом конопля посевной сорта Надежда на фотосинтетическую деятельность и урожайность растений. Доказано влияние на повышение воздушно-сухой массы растений в фазе созревания семян при применении протравителей Селест Топ, КС и Табу, ВСК на 8,0 и 16,3 %, и при применении препаратов Бенорад, СП; Бункер, ВСК и Альбит, ТПС — на 20,5, 20,7 и 15,1 % по сравнению с контролем. Максимальные значения чистой продуктивности фотосинтеза установлены при использовании протравителей Селест Топ, КС в сочетании с Бункером, ВСК без опрыскивания по вегетации инсектицидом Самурай Супер, КЭ (6,24 г/м<sup>2</sup> в сут.) и с Бенорадом, СП на фоне опрыскивания (6,28 г/м<sup>2</sup> в сут.), а также в варианте с обработкой семян Табу, ВСК в сочетании с регулятором роста Альбит, ТПС как при опрыскивании инсектицидом, так и без него (6,30 г/м<sup>2</sup> в сут.). Применение изучаемых средств защиты улучшало фитосанитарную обстановку в посевах и способствовало сохранности листового аппарата, обеспечивая в дальнейшем получение прибавки урожая растений. Наибольшие прибавки урожайности стеблей формировались при использовании баковых смесей препаратов Селест Топ, КС + Бенорад, СП на фоне опрыскивания инсектицидом и Селест Топ, КС + Бункер, ВСК — 27,7 и 28,8 %, а урожайности семян — при применении протравителей Табу, ВСК + Альбит, ТПС; а также на фоне опрыскивания растений инсектицидом при обработке семян препаратами Селест Топ, КС + Бункер, ВСК; Табу, ВСК в сочетании с препаратами Бенорад, СП и Бункер, ВСК — от 12 до 24 % по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** конопля посевная, протравливание, опрыскивание, воздушно-сухая масса растений, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность растений

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Original article

## INFLUENCE OF MEANS OF PROTECTION ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELD OF HEMP PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

**I.I. Pluzhnikova, N.V. Kriushin, I.V. Bakulova**

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division "Penza Research Institute of Agriculture", Lunino, Penza region, Russia

**Abstract.** An analysis of the data of the field experience conducted during 2020-2021 at the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division "Penza Research Institute of Agriculture" in the Penza region to assess the effect of seed protectants and spraying on vegetation with insecticide hemp seed variety Nadezhda on photosynthetic activity and plant productivity. The influence of factor A on the increase in the air-dry weight of plants in the phase of seed ripening was proved when using disinfectants Celeste Top, CS and Tabu, VSK by 8.0 and 16.3 %, factor B — when using Benorad, WP preparations; Bunker, VSK and Albit, FP — by 20.5, 20.7 and 15.1 % compared to control. The maximum values of the net productivity of photosynthesis were established when using the disinfectants Celeste Top, CS in combination with the Bunker, VSK without spraying the vegetation with the insecticide Samurai Super, CS (6.24 g/m<sup>2</sup> per day) and with Benorad, WP against the background of spraying (6.28 g/m<sup>2</sup> per day), as well as in the variant with seed treatment Tabu, VSK in combination with the growth regulator Albit, FP both with and without insecticide spraying (6.30 g/m<sup>2</sup> per day). The use of the studied means of protection improved the phytosanitary situation in the crops and contributed to the preservation of the leaf apparatus, providing a further increase in the yield of plants. The largest increase in the yield of stems was formed when using tank mixtures of preparations Celeste Top, CS + Benorad, WP against the background of spraying with insecticide and Celeste Top, CS + Bunker, VSK 27.7 and 28.8 %, seed yield — when using Tabu, VSK + Albit, FP; as well as against the background of spraying plants with an insecticide when treating seeds with Celeste Top, CS + Bunker, VSK; Tabu, VSK in combination with Benorad, WP and Bunker, VSK from 12 to 24 % compared to the control without treatments.

**Keywords:** hemp seed, seed etching, spraying, air-dry mass of plants, net photosynthesis productivity, plant yield

**Acknowledgments:** the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Введение.** Продуктивность фотосинтетической деятельности посевов определяется совокупностью метеорологических факторов, где ведущее место занимают солнечная радиация,

температурный режим и условия увлажнения в комплексе с условиями питания [1-3]. Оптимизация питания обеспечивает лучшее использование продуктов фотосинтеза и влияет

на процессы роста и развития растений. Высокие и стабильные урожаи могут быть получены только при создании посевов с оптимальными архитектурой и радиационным режимом,



способных поглощать поступающую фотосинтетически активную радиацию (ФАР) с высоким КПД [4-9].

Фотосинтетический аппарат конопли посевной, как и других культур, имеет свои особенности. В начальный период площадь листьев в посевах нарастает медленно. К фазе бутонизации темпы ее прироста возрастают, и максимум приходится на период цветения растений. Примерно три четверти органического вещества урожая создается растениями в очень короткий срок — от начала бутонизации до конца цветения [10].

Изучение влияния отдельных технологических приемов на рост и развитие сельскохозяйственных культур, как правило, сопровождается наблюдениями за особенностями фотосинтетической деятельности в посевах. Знания данного аспекта важны, поскольку изменение условий произрастания растений неизбежно, прямо или косвенно, оказывает воздействие на продукционный процесс, а значит и формирование урожая.

Одной из причин, лимитирующих фотосинтез растений в посевах, является наносимый урон вредными организмами. На конопле посевной ежегодные потери клетчатки конопли от вредителей составляют 13% и от болезней — до 11% [11].

Меры борьбы с вредителями и болезнями, оздоравливая растения, способствуют повышению продуктивности фотосинтеза [12]. Данные, представленные в литературных источниках,

свидетельствуют о влиянии в разной мере средств защиты на фотосинтетическую деятельность сельскохозяйственных культур [13-15].

В связи с этим представляется актуальным изучение фотосинтетической деятельности растений в посевах конопли в зависимости от применения протравителей и опрыскивания растений инсектицидом.

**Материалы и методы.** Целью исследований являлось изучение влияния средств защиты на ранних этапах развития конопли посевной от корневых гнилей и конопляной блошки на фотосинтетическую деятельность растений. Для этого были проведены учеты площади листовой поверхности листьев, воздушно-сухой массы растений в течение вегетационного периода и рассчитана чистая продуктивность фотосинтеза. Изучена взаимосвязь фотосинтетической деятельности растений с урожайностью конопли посевной.

Эксперимент проводили в 2020-2021 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в условиях Пензенской области (табл. 1).

Посевной материал обрабатывали препаратами вручную, путем встряхивания в круглодонной колбе объемом 2 л суспензии препаратов с семенами (300 г) в течение 5-10 минут; расход рабочей жидкости — из расчета 10 л/т.

Инсектицидное опрыскивание посевов осуществлялось в фазе 2-3 пар настоящих листьев ранцевым опрыскивателем «Kwazar» со щелевым распылением. Объем расхода рабочей жидкости — 200 л/га.

Исследования велись на сорте однодомной конопли среднеурусского экотипа Надежда. Контроль и анализ данных осуществляли в соответствии с методологическими рекомендациями по регистрационным испытаниям фунгицидов и инсектицидов, методическими указаниями по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей, а математический анализ результатов опыта — по Б.А. Доспехову [16-19].

Площадь листьев определяли методом высечек, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали с учетом накопления сухого вещества по формуле, предложенной L. Briggs, F. Kidd и C. West [20].

Площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. Расположение делянок последовательное ярусами. Предшественник чистый пар. Норма высева — 0,8 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили сеялкой СН-16 с междурядьем 45 см.

Химический анализ почвенных образцов проводили на глубину пахотного горизонта (0-30 см). Почва опытного участка — тяжелосуглинистый среднемощный выщелоченный чернозем с рН<sub>кон</sub> — 5,0; содержание гумуса — 4,6%, легкогидролизуемого азота — 140,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора — 200,0 мг/кг почвы, обменного калия — 60,0 мг/кг почвы.

**Результаты и обсуждение.** Метеорологические условия во время проведения эксперимента были неодинаковыми. В 2020 г. межфазный период от посева до всходов характеризовался как избыточно увлажненный (ГТК 1,9).

Таблица 1. Схема опыта (ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ», 2020-2021 гг.)

Table 1. Scheme of experience (Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”, 2020-2021)

Варианты опыта		
Фактор А — протравливание препаратами, в составе которых имеется инсектицид	Фактор В — обработка семян препаратами фунгицидного действия	Фактор С — обработка растений в фазе 2-3 пар листьев инсектицидом
Контроль (обработка семян водой)	Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Бенорад, СП (500 г/кг беномина) в норме расхода 2 кг/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Бункер, ВСК (60 г/л тебуконазола) в норме расхода 0,4 л/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Альбит, ТПС (PPP) в норме расхода 0,05 л/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
Селест Топ, КС (92,3 тиаметоксама + 36,92 дифеноконазола + 3,08 мефеноксама, г/л) в норме расхода 3,0 л/т	Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Бенорад, СП (500 г/кг беномина) в норме расхода 2 кг/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Бункер, ВСК (60 г/л тебуконазола) в норме расхода 0,4 л/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Альбит, ТПС (PPP) в норме расхода 0,05 л/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
Табу, ВСК (500 г/л имидаклоприда) в норме расхода 3,0 л/т	Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Бенорад, СП (500 г/кг беномина) в норме расхода 2 кг/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Бункер, ВСК (60 г/л тебуконазола) в норме расхода 0,4 л/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)
	Альбит, ТПС (PPP) в норме расхода 0,05 л/т	Контроль (без опрыскивания) Самурай Супер, КЭ (1,5 л/га)



Наиболее интенсивный рост конопля протекает от начала бутонизации до массового цветения и в значительной степени определяется среднесуточными температурами воздуха и количеством выпавших осадков. В это время соотношение тепла и влаги было неблагоприятным (ГТК 0,05). Прохождение межфазных периодов цветение-созревание и всходы-созревание характеризовались как оптимально увлажненные (ГТК 1,06) и недостаточно увлажненные (ГТК 0,86).

В 2021 г. за время посев-массовые всходы установлен дефицит осадков (ГТК 0,48). В критический для роста растений период начала бутонизации-массового цветения соотношение тепла и влаги было благоприятным (ГТК 1,09). Межфазный период цветение-созревание семян характеризовался также как оптимально увлажненный (ГТК 1,11). Однако период от всходов до массового созревания семян являлся недостаточно увлажненным (ГТК 0,97).

В годы исследований погодные условия во время вегетации способствовали на ранних этапах развития конопля посевной распространности корневых гнилей (40,9% в контрольном варианте) и заселению растений конопляной блошкой (поврежденность растений 2 балла в контрольном варианте). Установлено, что использование при обработке семян регулятора роста Альбит, ТПС как отдельно, так

и в сочетании с протравителями Селест Топ, КС и Табу, ВСК через 14 дней после опрыскивания инсектицидом Самурай Супер, КЭ обеспечивало защитный эффект от конопляной блошки 60,0%. Фунгицидные компоненты в баковых смесях протравителей способствовали уменьшению распространенности корневых гнилей при обработках препаратами Табу, ВСК в сочетании с Бенорадом, СП; Бункером, ВСК и Альбитом, ТПС от 69,2 до 71,4%, при протравливании препаратами Селест Топ, КС в сочетании с Бенорадом, СП и Бункером, ВСК — на 67,5 и 68,0% по сравнению с контролем.

Основными показателями, характеризующими продукционный процесс в посевах, являются площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза. Наблюдение за накоплением сухого вещества в растениях показало, что интенсивность данного процесса во многом зависела от погодных условий, фазы развития, а также применения средств защиты (табл. 2).

В фазе бутонизации повышению воздушно-сухой массы растений способствовало применение протравителей Селест Топ, КС + Бункер, ВСК и Табу, ВСК + Бенорад, СП (на 6,4 и 11,8% по сравнению с контролем). В фазе цветения на исследуемых вариантах отмечено увеличение изучаемого показателя на 36,5 и 26,7% соответственно.

В фазе цветения определено взаимодействие факторов АВС при применении протравителя Селест Топ, КС в сочетании с препаратом Бенорад, СП и протравителя Табу, ВСК в сочетании с регулятором роста Альбит, ТПС на фоне опрыскивания инсектицидом, обеспечивающее повышение воздушно-сухой массы растений на 16,6 и 29,2% по сравнению с контролем.

Наибольшее воздействие изучаемые приемы защиты оказали на воздушно-сухую массу растений в фазе созревания семян. Установлено достоверное влияние фактора А на повышение данного параметра при применении протравителей Селест Топ, КС и Табу, ВСК на 8,0 и 16,3%, фактора В — при применении препаратов Бенорад, СП; Бункер, ВСК и Альбит, ТПС — на 20,5, 20,7 и 15,1% по сравнению с контролем. На протяжении вегетационного периода стабильное повышение воздушно-сухой массы растений по сравнению с контролем обеспечивало совместное действие препаратов Селест Топ, КС + Бункер, ВСК и Табу, ВСК + Бенорад, СП. В фазе созревания семян масса растений в данных вариантах возросла на 57,8 и 54,8% по сравнению с контролем. Достоверного влияния фактора С на воздушно-сухую массу растений не отмечено, однако наблюдалось взаимодействие его с другими факторами. Совместное действие всех факторов АВС при применении

Таблица 2. Влияние средств защиты на фотосинтетическую деятельность конопля посевной сорта Надежда (2020-2021 гг.)  
Table 2. The influence of protective agents on the photosynthetic activity of hemp seed variety Nadezhda (2020-2021)

Варианты опыта			Воздушно-сухая масса растений по фазам развития, г/м <sup>2</sup>			Чистая продуктивность фотосинтеза по межфазным периодам, г/м <sup>2</sup> в сут.	
Фактор А — протравливание инсектицидом	Фактор В — обработка семян препаратами фунгицидного действия	Фактор С — обработка растений в фазе 4-5 листьев инсектицидом	бутонизация	цветение	созревание семян	бутонизация-цветение	цветение-созревание семян
Контроль (обработка семян водой)	Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания)	371,2	487,2	789,0	4,14	1,95
		Самурай Супер, КЭ	282,0	418,7	822,0	4,14	1,84
	Бенорад, СП	Контроль (без опрыскивания)	264,0	413,0	929,6	4,66	2,73
		Самурай Супер, КЭ	325,6	517,6	1064,0	5,19	2,29
	Бункер, ВСК	Контроль (без опрыскивания)	255,2	425,5	1022,9	5,49	2,86
		Самурай Супер, КЭ	222,6	399,4	1021,0	5,89	2,62
Альбит, ТПС	Контроль (без опрыскивания)	384,0	540,0	1026,0	4,59	1,89	
	Самурай Супер, КЭ	235,0	384,3	998,3	4,31	2,41	
Селест Топ, КС	Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания)	307,2	483,6	1003,2	4,41	2,30
		Самурай Супер, КЭ	220,8	435,8	1104,0	4,67	2,24
	Бенорад, СП	Контроль (без опрыскивания)	348,1	533,8	1357,0	4,76	2,84
		Самурай Супер, КЭ	343,6	568,1	1071,0	6,24	1,73
	Бункер, ВСК	Контроль (без опрыскивания)	395,0	665,0	1245,0	6,28	2,37
		Самурай Супер, КЭ	259,9	491,4	1151,0	5,65	2,30
Альбит, ТПС	Контроль (без опрыскивания)	330,6	525,0	1170,0	5,55	2,54	
	Самурай Супер, КЭ	300,4	529,2	1186,0	5,08	2,44	
Табу, ВСК	Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания)	355,0	531,5	1000,0	5,04	1,71
		Самурай Супер, КЭ	278,4	483,2	955,2	5,39	1,82
	Бенорад, СП	Контроль (без опрыскивания)	415,0	617,4	1221,0	4,82	2,25
		Самурай Супер, КЭ	237,6	490,7	1197,0	5,50	2,34
	Бункер, ВСК	Контроль (без опрыскивания)	264,8	533,4	1131,2	5,97	2,10
		Самурай Супер, КЭ	249,1	511,8	1274,0	5,84	2,87
Альбит, ТПС	Контроль (без опрыскивания)	285,0	529,6	1000,0	6,3	2,29	
	Самурай Супер, КЭ	349,9	629,2	1148,0	6,3	1,94	
НСР <sub>05</sub>			24,6	70,8	99,6	—	—



протравителей Табу, ВСК и Бункер, ВСК на фоне опрыскивания инсектицидом позволило увеличить исследуемый показатель на 61,5% по сравнению с контролем.

С помощью корреляционного анализа установлена положительная связь между воздушно-сухой массой растений в фазах цветения, созревания семян и урожайностью стеблей ( $0,468 \pm 0,19$  и  $0,569 \pm 0,18$ ), а также между воздушно-сухой массой растений в фазе созревания семян и урожайностью семян ( $0,511 \pm 0,18$ ).

Результаты фотосинтетической деятельности в межфазный период бутонизация-цветение коррелировали с урожайностью стеблей, семян ( $0,577 \pm 0,17$  и  $0,577 \pm 0,17$ ). Максимальные значения чистой продуктивности фотосинтеза зафиксированы в исследуемый период и колебались от 4,14 до 6,3 г/м<sup>2</sup> в сутки. Более высокими по уровню чистой продуктивности фотосинтеза посевов конопли оказались варианты, показавшие значительную эффективность при защите от корневых гнилей при применении протравителя Селест Топ, КС в сочетании с препаратами Бункер, ВСК без опрыскивания по вегетации инсектицидом и в сочетании с Бенорадом, СП на фоне опрыскивания (6,24 и 6,28 г/м<sup>2</sup> в сутки), а также варианты, показавшие высокую эффективность в подавлении конопляной блошки при применении протравителя Табу, ВСК в сочетании с регулятором роста Альбит, ТПС, как при опрыскивании инсектицидом, так и без него (6,30 г/м<sup>2</sup> в сутки). Можно предположить, что лучшая сохранность растений и листовых пластинок на ранних этапах развития конопли посевной играла положительную роль в появлении и формировании последующих ярусов листьев.

Анализ урожайности растений конопли показал аналогичную закономерность. На увеличение урожайности стеблей доказано влияние фактора А при применении протравителей Селест Топ, КС и Табу, ВСК на 1,19 и 1,16 т/га, фактора С при опрыскивании инсектицидом Самурай Супер, КЭ — на 0,31 т/га по сравнению с контролем (рис. 1). Наибольшие прибавки урожайности стеблей формировались при использовании баковых смесей препаратов Селест Топ, КС + Бенорад, СП на фоне опрыскивания инсектицидом растений и Селест Топ, КС + Бункер, ВСК (+2,02 и +2,10 т/га к контролю).

Урожайность семян увеличивалась также под влиянием фактора А при применении протравителей Селест Топ, КС и Табу, ВСК — на 0,06 и 0,1 т/га и фактора В при применении препарата Бункер, ВСК — на 0,08 т/га по сравнению с контролем (рис. 2). Взаимодействие всех изучаемых факторов позволило при использовании протравителя Селест Топ, КС в сочетании с препаратом Бункер, ВСК; протравителя Табу, ВСК в сочетании с препаратами Бенорад, СП и Бункер, ВСК на фоне опрыскивания растений инсектицидом сформировать прибавку урожайности семян 0,13, 0,15 и 0,24 т/га по сравнению с контролем. Взаимодействие факторов А и В обеспечивало при обработке семян препаратами Табу, ВСК и Альбит, ТПС повышение урожайности семян на 0,12 т/га по сравнению с контролем.

**Выводы.** Применение изучаемых средств защиты против вредных организмов на ранних этапах развития конопли посевной оздоравливало растения и обеспечивало им стимуляцию физиологических процессов.

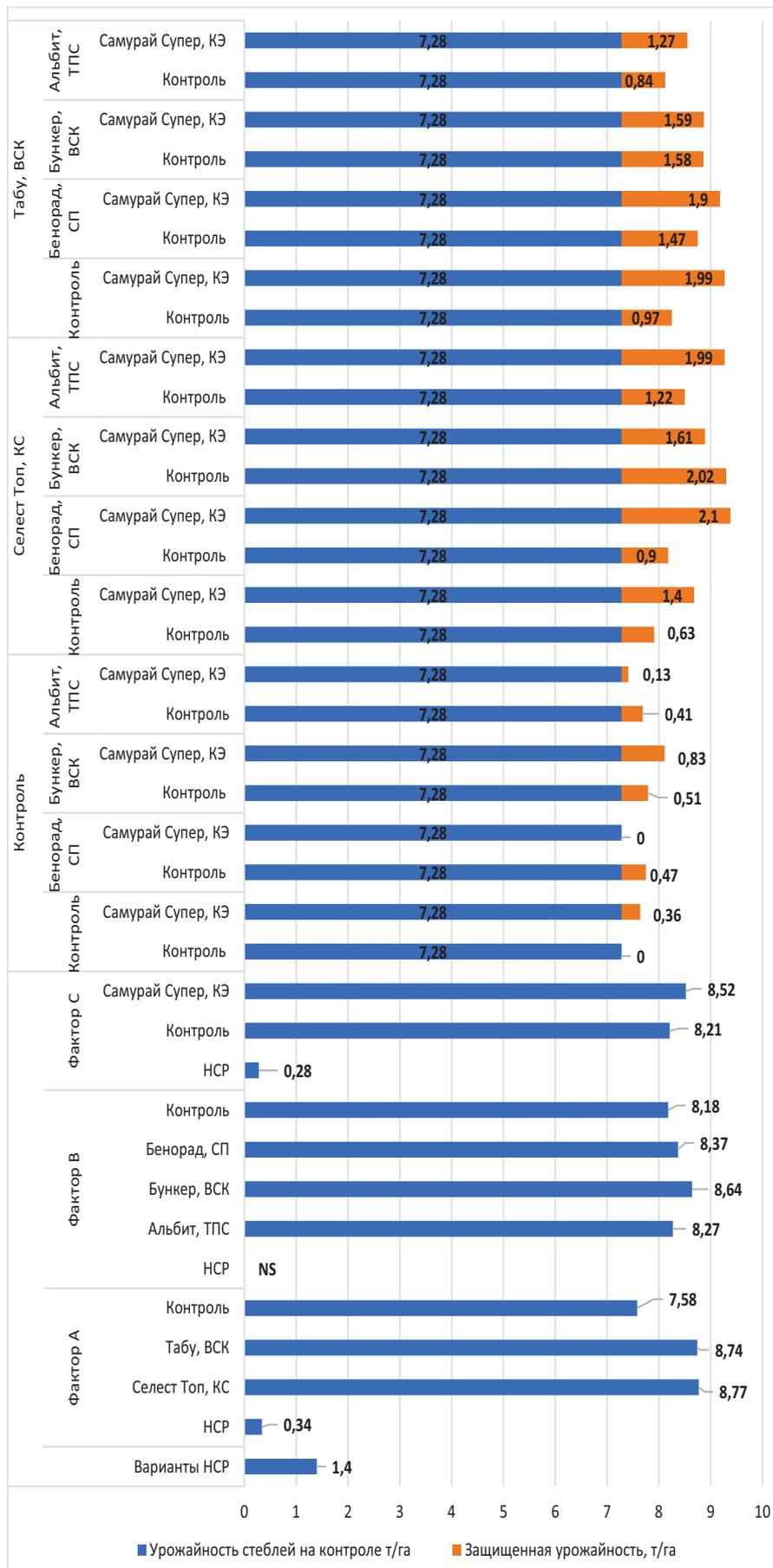


Рисунок 1. Урожайность стеблей конопли в зависимости от применения приемов протравливания и опрыскивания растений инсектицидом (2020-2021 гг.)

Figure 1. The yield of hemp stems depending on the application of methods of etching and spraying plants with insecticide (2020-2021)



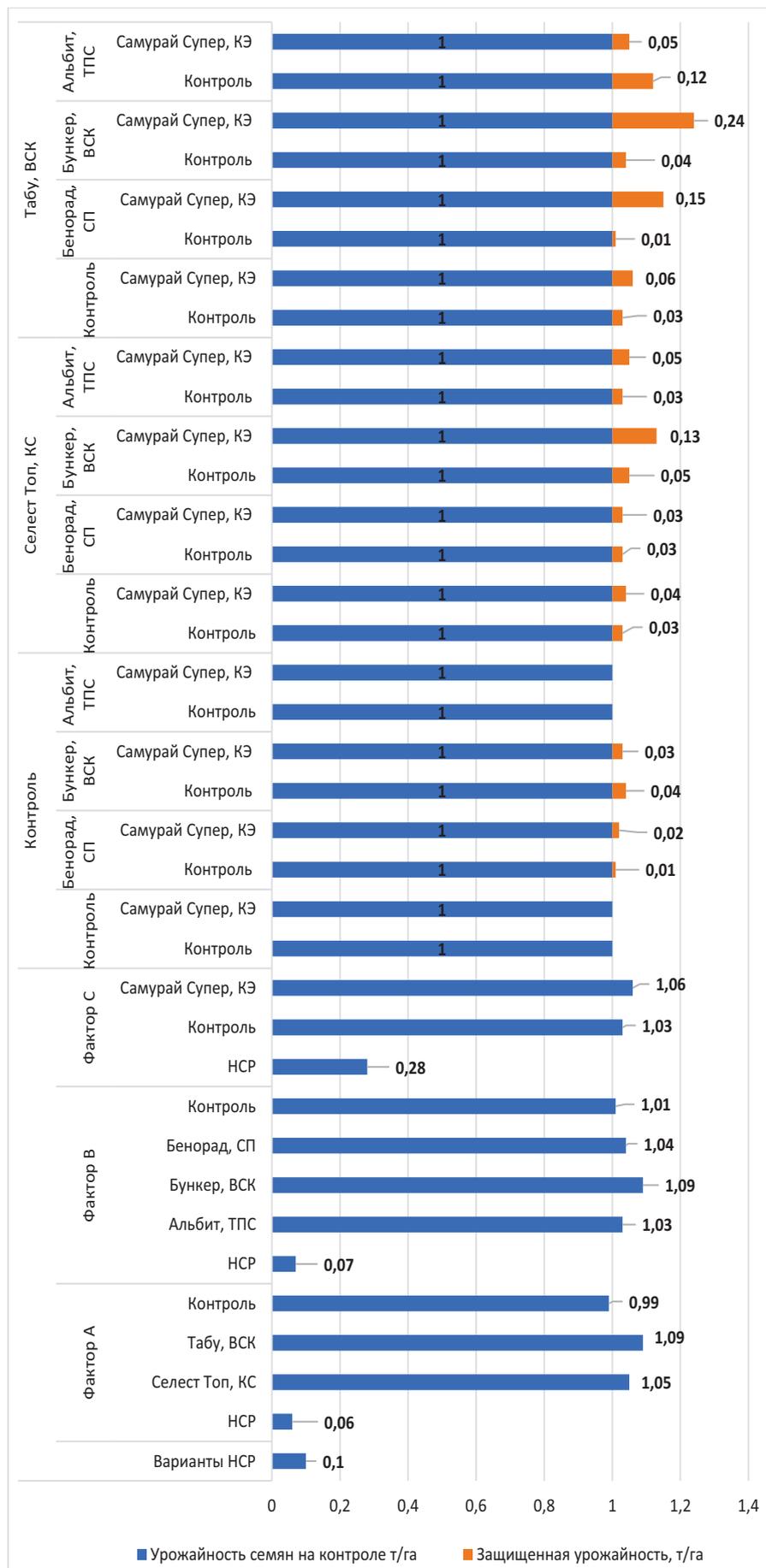


Рисунок 2. Урожайность семян конопли в зависимости от применения приемов протравливания и опрыскивания растений инсектицидом (2020-2021 гг.)  
Figure 2. The yield of hemp seeds depending on the application of methods of etching and spraying plants with insecticide (2020-2021)

Сравнительная оценка влияния применения различных сочетаний протравителей и опрыскивания инсектицидом Самурай Супер, КЭ на интенсивность работы фотосинтетического аппарата растений показала, что лучшими вариантами оказались обработки семян препаратами Селест Топ, КС в сочетании с Бункером, ВСК без опрыскивания по вегетации инсектицидом и Бенорадом, СП на фоне опрыскивания, а также варианты с использованием протравителя Табу, ВСК в сочетании с регулятором роста Альбит, ТПС как при опрыскивании инсектицидом, так и без него.

Улучшение фитосанитарной обстановки в посевах способствовало сохранности листового аппарата растений и в дальнейшем обеспечивало получение прибавки урожая стеблей и семян. Наибольшие прибавки урожайности стеблей формировались при использовании баковых смесей препаратов Селест Топ, КС + Бенорад, СП на фоне опрыскивания инсектицидом растений и Селест Топ, КС + Бункер, ВСК без опрыскивания по вегетации — 27,7 и 28,8 %.

Формированию существенной прибавки урожайности семян способствовало применение протравителей Табу, ВСК + Альбит, ТПС, а также на фон опрыскивания растений препаратами Селест Топ, КС + Бункер, ВСК; Табу, ВСК в сочетании с препаратами Бенорад, СП и Бункер, ВСК — от 12 до 24 % по сравнению с контролем без обработок.

#### Список источников

- Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М.: Агропромиздат, 1990. 216 с.
- Никитин С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов // Успехи современного естествознания. 2017. № 1. С. 33-38.
- Кшникаткина А.Н., Прахова Т.Я., Крылов А.П. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность масличных культур в условиях Средневолжского региона // Нива Поволжья. 2018. № 2 (47). С. 65-69.
- Burgess, A.J., Retkute, R., Herman, T., Murchie, E.H. (2017). Exploring relationships between canopy architecture, light distribution, and photosynthesis in contrasting rice genotypes using 3D canopy reconstruction. *Front. Plant Sci.*, no. 8, pp. 734.
- Gspaltl, M., Bauerle, W.L., Binkley, D., Sterba, H. (2013). Leaf area and light use efficiency patterns of Norway spruce under different thinning regimes and age classes. *For. Ecol. Manag.*, no. 288, pp. 49-59.
- Bielczynski, L.W., Lacki, M.K., Hoefnagels, I., Gambin, A., Crocea, R. (2017). Leaf and plant age affect photosynthetic performance and photoprotective capacity. *Plant Physiol.*, no. 175, pp. 1634-1648.
- Wright, I.J., Michell, A.C., Leishman, R., Cassia, A., Read, A.B., Westoby, M. (2006). Gradients of light availability and leaf traits with leaf age and canopy position in 28 Australian shrubs and trees. *Funct. Plant Biol.*, no. 33, pp. 407-419.
- Han, Q., Kawasaki, T., Nakano, T., Chiba, Y. (2008). Leaf-age effects on seasonal variability in photosynthetic parameters and its relationships with leaf mass per area and leaf nitrogen concentration within a *Pinus densiflora* crown. *Tree Physiol.*, no. 28, pp. 551-558.
- Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР, 1966. С. 5-7.



10. Гатаулина Г.Г., Бугаев П.Д., Долгодворов В.Е. Рас-  
тениеводство. М.: ИНФРА-М, 2019. С. 37-45.

11. Bakro, F., Wielgusz, K., Bunalski, M., Jedryczka, M. (2018). An overview of pathogen and insect threats to fibre and oilseed hemp (*Cannabis sativa* L.) and methods for their biocontrol. *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC-WPRS Bulletin*, no. 136, pp. 9-20.

12. Ничипорович А.А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. М.: ВАСХНИЛ, 1969. С. 3-24.

13. Потапова Н.В., Смолин Н.В., Савельев А.С., Суркова А.И. Фотосинтетическая деятельность и урожайность озимой пшеницы в зависимости от применения регуляторов роста и фунгицида // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 9 (107). С. 10-14.

14. Еряшев А.П., Нефедов В.Н., Еряшев П.А., Фомина М.А. Влияние средств защиты растений и регулятора роста «альбит» на рост, развитие, фотосинтетическую деятельность, урожайность и качество зерна гороха // Огарев-Online. 2016. № 2 (67). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredstv-zashchity-rasteniy-i-regulyatora-rosta-albit-na-rost-razvitiye-fotosinteticheskuyu-deyatelnost-urozhaynost-i-achestvo> (дата обращения: 08.04.2022).

15. Асеева Т.А., Тишкова А.Г., Золотарева Е.В., Паланица С.Р. Влияние средств защиты на фотосинтетическую деятельность, продуктивность и качество сои сорта Иван Караманов // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 3 (43). С. 9-17.

16. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВНИИЗР, 2009. 378 с.

17. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВНИИЗР, 2009. 318 с.

18. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей / сост. Г.Р. Бедак и др. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 34 с.

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.

20. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 137 с.

## References

1. Kulakovskaya, T.N. (1990). *Optimizatsiya agrokhimicheskoi sistemy pochvennoy pitaniya rasteniy* [Optimization of agrochemical system of soil nutrition of plants]. Moscow, Agropromizdat Publ, 216 p.

2. Nikitin, S.N. (2017). *Fotosinteticheskaya deyatelnost' rasteniy v posevakh i dinamika rostovykh protsessov pri primeneni biologicheskikh preparatov* [Photosynthetic activity of plants in crops and dynamics of growth processes in the use of biological preparations]. *Uspekhi sovremenno-go estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], no. 1, pp. 33-38.

3. Kshnikatkina, A.N., Prakhova, T.Ya., Krylov, A.P. (2018). *Fotosinteticheskaya deyatelnost' i produktivnost' maslichnykh kul'tur v usloviyakh Srednevolzhskogo regiona* [Photosynthetic activity and productivity of oilseeds in the conditions of the Middle Volga region]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 2 (47), pp. 65-69.

4. Burgess, A.J., Retkute, R., Herman, T., Murchie, E.H. (2017). Exploring relationships between canopy architecture, light distribution, and photosynthesis in contrasting rice genotypes using 3D canopy reconstruction. *Front. Plant Sci.*, no. 8, pp. 734.

5. Gspaltl, M., Bauerle, W.L., Binkley, D., Sterba, H. (2013). Leaf area and light use efficiency patterns of Norway spruce under different thinning regimes and age classes. *For. Ecol. Manag.*, no. 288, pp. 49-59.

6. Bielczynski, L.W., Lacki, M.K., Hoefnagels, I., Gambin, A., Crocea, R. (2017). Leaf and plant age affect photosynthetic performance and photoprotective capacity. *Plant Physiol.*, no. 175, pp. 1634-1648.

7. Wright, I.J., Michell, A.C., Leishman, R., Cassia, A., Read, A.B., Westoby, M. (2006). Gradients of light availability and leaf traits with leaf age and canopy position in 28 Australian shrubs and trees. *Funct. Plant Biol.*, no. 33, pp. 407-419.

8. Han, Q., Kawasaki, T., Nakano, T., Chiba, Y. (2008). Leaf-age effects on seasonal variability in photosynthetic parameters and its relationships with leaf mass per area and leaf nitrogen concentration within a *Pinus densiflora* crown. *Tree Physiol.*, no. 28, pp. 551-558.

9. Nichiporovich, A.A. (1966). O putyakh povysheniya produktivnosti fotosinteza rasteniy v posevakh [On ways to increase the productivity of photosynthesis of plants in crops]. *Fotosintez i voprosy produktivnosti rasteniy* [Photosynthesis and plant productivity issues]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., pp. 5-7.

10. Gataulina, G.G., Bugaev, P.D., Dolgodvorov, V.E. (2019). *Rastenievodstvo* [Crop production]. Moscow, INFRA-M Publ., pp. 37-45.

11. Bakro, F., Wielgusz, K., Bunalski, M., Jedryczka, M. (2018). An overview of pathogen and insect threats to fibre and oilseed hemp (*Cannabis sativa* L.) and methods for their biocontrol. *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC-WPRS Bulletin*, no. 136, pp. 9-20.

12. Nichiporovich, A.A. (1969). *Metodicheskie ukazaniya po uchetu i kontrolyu vazhneyshikh pokazatelei protsessov fotosinteticheskoi deyatelnosti rasteniy v posevakh* [Methodological guidelines for accounting and control of the most

important indicators of the processes of photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow, All-Union academy of agricultural sciences, pp. 3-24.

13. Potapova, N.V., Smolin, N.V., Savelyev, A.S., Surkova, A.I. *Fotosinteticheskaya deyatelnost' i urozhainost' ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot primeneniya regulyatorov rosta i fungitsida* [Photosynthetic activity and yield of winter wheat depending on the use of growth regulators and fungicide]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], no. 9 (107), pp. 10-14.

14. Eryashev, A.P., Nefedov, V.N., Eryashev, P.A., Fomina, M.A. (2016). Vliyanie sredstv zashchity rasteniy i regulyatora rosta «al'bit» na rost, razvitiye, fotosinteticheskuyu deyatelnost', urozhainost' i kachestvo zerna gorokha [The effect of plant protection products and growth regulator "albit" on the growth, development, photosynthetic activity, yield and quality of pea grain]. *Ogarev-Online*, no. 2 (67). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredstv-zashchity-rasteniy-i-regulyatora-rosta-albit-na-rost-razvitiye-fotosinteticheskuyu-deyatelnost-urozhaynost-i-kachestvo/> (accessed: 08.04.2022).

15. Aseeva, T.A., Tishkova, A.G., Zolotareva, E.V., Palanitsa, S.R. (2017). Vliyanie sredstv zashchity na fotosinteticheskuyu deyatelnost', produktivnost' i kachestvo soi sorta Ivan Karamanov [The effect of protective agents on photosynthetic activity, productivity and quality of soybeans of the Ivan Karamanov variety]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Far East agrarian bulletin], no. 3 (47), pp. 9-17.

16. VNIIZR (2009). *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaistve* [Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture]. Saint-Petersburg, VNIIZR Publ., 378 p.

17. VNIIZR (2009). *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam insektitsidov, akaritsidov, mollyuskotsidov i rodentitsidov v sel'skom khozyaistve* [Guidelines for registration tests of insecticides, acaricides, molluscocides and rodenticides in agriculture]. Saint-Petersburg, VNIIZR Publ., 318 p.

18. Bedak, G.R. i dr. (ed.) (1980). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh i vegetatsionnykh opytov s konoplei* [Guidelines for conducting field and vegetation experiments with cannabis]. Moscow, VASHNIL Publ., 34 p.

19. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

20. Nichiporovich, A.A., Stroganova, L.E., Chmora, S.N., Vlasova, M.P. (1961). *Fotosinteticheskaya deyatelnost' rasteniy v posevakh* [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 137 p.

## Информация об авторах:

**Плужникова Ирина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

**Криушин Николай Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

**Бакулова Ирина Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агротехнологий,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

## Information about the authors:

**Irina I. Pluzhnikova**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural technologies,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

**Nikolay V. Kriushin**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

**Irina V. Bakulova**, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of agricultural technologies,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru





Научная статья

УДК 633.31/.37:631.814

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_402

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО РОСТОВОГО ВЕЩЕСТВА (GVG) ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ОВСА И МАША

А.С. Скамарохова<sup>1</sup>, А.В. Власов<sup>1</sup>, Д.А. Юрин<sup>1</sup>, Б.В. Хорин<sup>1</sup>, В.Г. Григулецкий<sup>2</sup><sup>1</sup>Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия<sup>2</sup>Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

**Аннотация.** В работе кратко изложены результаты лабораторных опытов по изучению влияния нового органического ростового вещества на всхожесть и энергию прорастания семян озимой пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта Таня, овса (*Avena sativa* L.) сорта Валдин 765 и бобовой культуры маш (*Vigna radiata*) сорта Таджикский 1. Исследование проводилось на базе Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии в 2021 г. Цель исследования — выявление устойчивого положительного эффекта при проращивании в чашках Петри семян озимой пшеницы, овса и маша с обработкой новым ростовым веществом и без нее (контроль), определение интенсивности энергии прорастания семян этих растений на третий день и всхожести семян — на седьмой день. Закладка опыта проводилась по стандартной методике, путем замачивания семян указанных растений в чашках Петри, определения энергии прорастания на третий день исследований, всхожести на седьмой день и измерения длины полученных проростков, согласно ГОСТ 12038-84. На седьмой день проращивания озимой пшеницы в опытном варианте длина проростков превышала контрольный вариант на 28,0 %. У овса длина ростков на опытном варианте на 23,6 % длиннее, чем в контрольном варианте. В опытной группе ростки маша на 13,4 % длиннее контроля. Средняя длина корней пшеницы на седьмой день проращивания в опытном варианте превышала контрольный на 32,2 %. У семян овса средняя длина корней в опытном варианте превышала контрольный на 29,1 %. Опятами установлено, что новое органическое ростовое вещество позволяет значительно повышать рост проростков, увеличивать энергию прорастания и всхожесть семян разных сельскохозяйственных культур. Полученные результаты позволяют использовать новое органическое ростовое вещество при проращивании семян сельскохозяйственных культур, а затем использовать их в качестве пищевой добавки в рационах птиц и животных.

**Ключевые слова:** ростовое вещество, озимая пшеница, овес, маш, энергия прорастания, всхожесть

Original article

## THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF A NEW GROWTH AGENT (GVG) WHEN GERMINATING WINTER WHEAT, OATS AND MASHA

A.S. Skamarochova<sup>1</sup>, A.V. Vlasov<sup>1</sup>, D.A. Yurin<sup>1</sup>, B.V. Khorin<sup>1</sup>, V.G. Griguletsky<sup>2</sup><sup>1</sup>Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia<sup>2</sup>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

**Abstract.** The paper summarizes the results of laboratory experiments to study the effect of a new organic growth substance on germination and germination energy, seeds of winter wheat (*Triticum aestivum*) of the Tanya variety, oats (*Avena sativa* L.) of the Valdin 765 variety and legume mash (*Vigna radiata*) of the Tajik 1 variety. The study was conducted on the basis of the Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine in 2021. The purpose of the study was to identify a stable positive effect when seeds of winter wheat, oats and mung bean were germinated in Petri dishes with and without treatment with a new growth substance (control), to track the intensity of the germination energy of the seeds of these plants on the third day and germination on the seventh day. The experiment was bookmarked according to the standard method, by soaking the seeds of these plants in Petri dishes, determining the germination energy on the third day of research, germination on the seventh day and measuring the length of the obtained seedlings, according to GOST 12038-84. On the seventh day of germination of winter wheat in the experimental version, the length of seedlings exceeded the control version by 28.0 %. In oats, the length of the sprouts in the experimental version is 23.6 % longer than in the control version. In the experimental group, masha's sprouts are 13.4 % longer than the control. The average length of wheat roots on the seventh day of germination in the experimental version exceeded the control by 32.2 %. In oat seeds, the average root length in the experimental version exceeded the control by 29.1 %. Experiments have established that a new organic growth substance can significantly increase the growth of seedlings, increase the germination energy and germination of seeds of various crops. The results obtained make it possible to use a new organic growth substance when germinating seeds of agricultural crops, and then use them as a food additive in the diets of birds and animals.

**Keywords:** growth substance, winter wheat, oats, mash, germination energy, germination

**Введение.** При постоянной интенсификации сельского хозяйства, а в частности растениеводства, всегда остро стоит вопрос о том, как повысить продуктивность (урожайность и качество) тех или иных сельскохозяйственных культур, а заодно и улучшить состояние почв на землях сельхозугодий, не прибегая при этом к большому увеличению затрат. Известно, что с каждым годом состояние пахотных земель в России ухудшается, что связано с тем, что с урожаем из почвы выносятся большее количе-

ство питательных веществ, чем вносится с удобрениями. Все больше почв с каждым годом приобретают статус деградированных и подверженных эрозии [1].

В 2019 г. изучение этого актуального вопроса позволило запатентовать новое энергизированное вещество GVG, которое дает возможность аграриям частично или полностью решить его. Изобретение относится к области стимуляторов роста растений, используемых в сельском хозяйстве. Органическое ростовое

вещество получают растворением натриевой соли нафтенной кислоты в пресной воде с температурой 20÷24°C с добавлением рапсового масла до получения смеси. Предлагаемое органическое ростовое вещество используют для обработки посевных культур путем замачивания семян, опрыскивания растений, а также для обработки посевных площадей. Водный раствор натриевых солей нафтенных кислот можно применять вместе с фунгицидами при химической обработке растений. Предлагаемое



ростовое вещество обладает выраженной ростостимулирующей активностью различных посевных культур [2-7].

Сырьем для получения ростового вещества послужили нефтепродукты [8]. Механизм воздействия жирных солей этих нафтеновых кислот на живые организмы был изучен в работах П. Бойсен-Иенсен [9], К.З. Гамбурга [10, 11], В.И. Кефели [12] и особенно С.С. Медведева [13].

Данное исследование проводилось на типичных для возделывания в Краснодарском крае культурах — озимой пшенице и овсе, а также на нетипичной бобовой культуре для этой местности — маше.

Озимая пшеница (*Triticumaestivum*) сорта Тая — одна из самых распространенных твердых полукарликовых сортов на Кубани [14]. Овес яровой (*Avenasativa L.*) сорта Валдин 765 выведен на Кубанской опытной станции ВИР (автор Д.Ф. Танцюра) [15]. Маш (фасоль золотистая) (*Vignaradiata*) сорта Таджикский 1 — однолетнее травянистое растение, вид рода Вигна семейства Бобовые, зернобобовая культура происхождением из Индии. Сорт Таджикский 1 является среднеазиатским, выведенным еще в Советском Союзе, мало поражается болезнями, имеет относительно крупные семена и относительно высокую урожайность (25 ц/га) [16].

**Цель и условия проведения опытов.** Объектом проведенных исследований являются семена трех сельскохозяйственных культур, часто выращиваемых как в России, так и в мире (пшеница, овес, маш) и их отзывчивость на новое энергизированное удобрение GVG (Гривлаг) для последующих рекомендаций по его использованию.

Цель данного исследования — установление устойчивого положительного эффекта путем проращивания в чашках Петри семян озимой пшеницы, овса и маша при обработке их новым энергизированным веществом GVG и без обработки, определение разницы в интенсивности энергии прорастания семян этих растений (3-й день) и всхожести (7-й день). Исследования по эффективности применения GVG проводили в 2021 г. в лабораторных условиях в Краснодарском научном центре по зоотехнии и ветеринарии (г. Краснодар, пос. Знаменский).

Проращивание осуществляли в чашках Петри при температуре внешней среды 20-22°C путем равномерного замачивания 100 семян растений определенным количеством (50 мл) раствора нужной концентрации (0,01 мл GVG на 1 л воды) на 8 часов. После 8-часового замачивания семена равномерно выкладывали в чаши Петри, в которых дно предварительно прокладывали пятью слоями фильтровальной бумаги и пропитывали в контроле дистиллированной водой, а в опыте — раствором нового энергизированного удобрения в объеме около 5 мл (до полного смачивания бумаги). В каждую чашу укладывали по 100 шт. семян исследуемых культур. Чаши убирали в темное место с температурой 20-22°C и каждый день добавляли по 1 мл раствора или воды в контрольном варианте.

Опыт производили согласно требованиям ГОСТ 12038-84 [17] в трех повторностях. На третий день исследования определяли энергию прорастания, длину появившихся проростков. На седьмой день определяли всхожесть, при которой у злаковых культур (овес, пшеница) появились ростки и корни, а у бобовой культуры маш — только корни. Каждый росток и корень

измеряли, а данные заносили в расчетные таблицы. Затем все данные были статистически обработаны. Схема исследований по проращиванию семян исследуемых культур в чашках Петри представлена в таблице 1.

**Результаты исследований.** По данным таблицы 2 можно судить о значительном увеличении энергии прорастания семян при обработке их водным раствором нового органического ростового вещества.

Данные, полученные в варианте с машем, имеют высокую степень достоверности. Энергия прорастания является способностью семян к быстрому равномерному прорастанию.

Поскольку на третий день все исследуемые культуры начали давать проростки, их измерили и сравнили результат. На 100 всхожих семян озимой пшеницы длина проростков в опытном варианте на 17,4% больше (9,56 мм), чем в контрольном (8,14 мм). Семена ярового овса в опытном варианте (2,09 мм) имели длину ростков на 30,6% больше контрольного (1,6 мм).

Семена маша в опыте имели среднюю длину 25,64 мм и превышали длину ростков в контрольном варианте (20,65 мм) на 24,2%.

Испытуемый семенной материал был взвешен. Данные по массе исследуемых семян на третий день проращивания отражены в таблице 3.

Таблица 1. Проращивание семян в чашках Петри по ГОСТ 12038-84

Table 1. Germination of seeds in Petri dishes according to State Standard 12038-84

Наименование растворов	Этап	
Вода	Определение энергии прорастания (на 3-й день) по ГОСТ 12038-84	Определение всхожести семян (на 7-й день) по ГОСТ 12038-84
Новое энергизированное удобрение GVG		

Таблица 2. Длина ростков, % (на 3-й день) по ГОСТ 12038-84, n=3

Table 2. Length of sprouts, % (on the 3rd day) according to State Standard 12038-84, n=3

Наименование растворов (0,01/1 л)	Виды семян сельскохозяйственных культур		
	длина проростков (средняя на 100 шт.), мм		
	озимая пшеница	яровой овес	маш
Контроль (вода)	8,14±0,3	1,6±0,15	20,65±0,33
Опыт (новое энергизированное удобрение GVG)	9,56±0,37*	2,09±0,15*	25,64±0,39*

Примечание: \* — p<0,001

Таблица 3. Масса 100 семян на третий день проращивания, г

Table 3. Weight of 100 seeds on the third day of germination, g

Вариант	Виды семян сельскохозяйственных культур		
	масса 100 семян, г		
	озимая пшеница	яровой овес	маш
Контроль (сухой контроль)	3,90	2,80	5,75
Контроль (вода)	5,80	3,10	15,70
Опыт (новое энергизированное удобрение GVG)	6,30	3,25	15,85

Таблица 4. Длина ростков, % (на 7-й день) по ГОСТ 12038-84, n=3

Table 4. Length of sprouts, % (on the 7th day) according to the State Standard 12038-84, n=3

Наименование растворов (0,01/1 л)	Виды семян сельскохозяйственных культур		
	длина проростков (средняя на 100 шт.), мм		
	озимая пшеница	яровой овес	маш
Контроль (вода)	9,42±0,25	18,47±0,23	26,77±0,2
Опыт (новое энергизированное удобрение GVG)	12,06±0,31*	22,82±0,24*	30,35±0,26*

Примечание: \* — p<0,001

Таблица 5. Длина корней, % (на 7-й день) по ГОСТ 12038-84, n=3

Table 5. Root length, % (on the 7th day) according to the State Standard 12038-84, n=3

Наименование растворов (0,01/1 л)	Виды семян сельскохозяйственных культур	
	длина корней (средняя на 100 шт.), мм	
	озимая пшеница	яровой овес
Контроль (вода)	5,66±0,1	8,25±0,26
Опыт (новое энергизированное удобрение GVG)	7,48±0,13*	10,65±0,28*

Примечание: \* — p<0,001





Рисунок 1. Энергия прорастания семян озимой пшеницы сорта Таяня: контроль — вода (слева), опыт — водный раствор нового органического ростового вещества (справа) на третий день прорастания

Figure 1. The germination energy of winter wheat seeds of the Tanya variety: control — water (left), experiment — an aqueous solution of a new organic growth substance (right) on the third day of germination



Рисунок 2. Энергия прорастания семян овса сорта Валдин 765: контроль — вода (слева), опыт — водной раствор нового органического ростового вещества (справа) на третий день прорастания

Figure 2. The germination energy of seeds of oat varieties Valdin 765: control — water (left), experiment — an aqueous solution of a new organic growth substance (right) on the third day of germination



Рисунок 3. Энергия прорастания семян маша сорта Таджикский 1: контроль — вода (слева), опыт — водной раствор нового органического ростового вещества (справа) на третий день прорастания

Figure 3. The germination energy of the Tadzhikskiy 1 variety seeds: control — water (left), experiment — an aqueous solution of a new organic growth substance (right) on the third day of germination



Рисунок 4. Проростки семян озимой пшеницы: контроль — вода (слева), опыт — водной раствор нового органического ростового вещества (справа) на седьмой день прорастания

Figure 4. Seedlings of winter wheat seeds: control — water (left), experiment — an aqueous solution of a new organic growth substance (right) on the seventh day of germination



Рисунок 5. Проростки семян озимой пшеницы: контроль — вода (слева), опыт — водной раствор нового органического ростового вещества (справа) на тринадцатый день прорастания

Figure 5. Seedlings of winter wheat seeds: control — water (left), experiment — an aqueous solution of a new organic growth substance (right) on the thirteenth day of germination

Приведенные данные говорят о том, что масса пророщенных семян всегда значительно выше, за счет поглощаемой влаги и скорости прорастания. Однако масса 100 пророщенных семян в опытном варианте несколько превышает контроль — семена, пророщенные на дистиллированной воде. В частности, семена пшеницы, пророщенные с GVG на 61,5% (6,30 г) превышают по массе сухой контроль (не пророщенные семена 3,90 г), а семена, пророщенные на воде (контроль) — только на 48,7% (5,80 г). Соответственно, семена, пророщенные с GVG, на 12,8% превышали массу семян, пророщенных с помощью воды. В исследованиях овса были получены следующие результаты: зерна, пророщенные в растворе GVG, превышали сухой контроль (2,8 г) на 16,1% (3,25 г), зерна, пророщенные в дистиллированной воде — на 10,7% (3,1 г), а если сравнивать оба пророщенных варианта, то опытный (GVG) на 5,4% по массе превосходит

контрольный. Масса 100 семян маша, пророщенных в GVG, превосходила сухой контроль (5,75 г) на 175,6% (15,85 г), а пророщенные с водой (контроль) — на 173% (15,70 г). Пророщенный маш в опытном варианте имеет массу больше в сравнении с пророщенным в воде — на 2,6%.

Лабораторную всхожесть семян определяют на седьмой день прорастания. В этот период у злаковых культур (пшеница, овес) уже есть корни и росток стебля, у бобовой культуры маш увеличивается лишь росток, разделения на корень и стебель еще не происходит. Результаты определения длины ростков на седьмой день исследования культур представлены в таблице 4, все исследования показали наибольшую степень достоверности.

У озимой пшеницы в опытном варианте средняя длина проростков (12,6 мм) превышала контрольный (9,42 мм) вариант на 28,0%. У овса длина ростков на седьмой день в опытном варианте

составляла 22,82 мм, что на 23,6% длиннее, чем в контрольном варианте (18,47 мм). Маш в опытной группе имел среднюю длину ростка 30,35 мм, что на 13,4% больше средней длины контроля (26,77 мм).

У озимой пшеницы и ярового овса на седьмой день были измерены корни (табл. 5), представленные данные имеют высокую степень достоверности. Средняя длина корней пшеницы на седьмой день прорастания в опытном варианте превышала контрольный на 32,2% и составляла 7,48 мм. Длина корней в контрольном варианте составляла 5,66 мм. У семян ярового овса средняя длина корней в опытном варианте превышала контрольный на 29,1% и составляла 10,65 мм. В контрольном варианте средняя длина корней овса составляла 8,25 мм.

На рисунках 1-5 (фото) показаны (для сравнения) проростки семян пшеницы, овса и маша в разные периоды времени.

В качестве **основных выводов** можно отметить следующие положения.

1. На 100 всхожих семян озимой пшеницы на третий день прорастания длина проростков в опытном варианте на 17,4% больше, чем в контрольном. Семена ярового овса в опытном варианте имели длину ростков на 30,6% больше контрольного, семена маша в опыте превышали длину ростков на 24,2% в сравнении с контролем.

2. Семена пшеницы, пророщенные с GVG, на 12,8% превышали массу семян, пророщенных с помощью воды. В исследованиях овса были получены следующие результаты: зерна, пророщенные в растворе GVG, превышали массу на 5,4% зерен, пророщенных в воде. Пророщенный маш в опытном варианте имел массу больше в сравнении с пророщенным в воде на 2,6%.

3. На седьмой день прорастания озимой пшеницы в опытном варианте длина проростков превышала контрольный вариант на 28,0%. У овса длина ростков в опытном варианте на 23,6% больше, чем в контрольном варианте. В опытной группе ростки маша на 13,4% длиннее контроля.



4. Средняя длина корней пшеницы на седьмой день прорастивания в опытном варианте превышала контрольный на 32,2%. У семян овса средняя длина корней в опытном варианте превышала контрольный на 29,1%.

**Заключение.** На основании стойкого, положительного эффекта от применения раствора нового энергизированного удобрения при прорастивании озимой пшеницы, ярового овса и маша, а также на основании ранее проведенных опытов, можно утверждать, что GVG (Гривлаг) является удобрением (ростовым веществом), способным повысить урожайность сельскохозяйственных культур в полевых условиях, а также использовать пророщенный семенной материал в качестве добавки в кормлении сельскохозяйственных животных.

**Список источников**

1. Ушачев И.Г. Основные направления Стратегии устойчивого социально-экономического развития АПК России // АПК: экономика, управление. 2017. № 6. С. 4-24.
2. Григулецкий В.Г., Ивакин Р.А., Ивакина Ю.В. Органическое ростовое вещество // Патент на изобретение RU 2713902 C1, 10.02.2020. Заявка № 2019126951 от 27.08.2019.
3. Сидоренко В.В., Михайлушкин П.В., Баталов Д.А. Состояние и перспективы обеспечения продовольственной безопасности и импортозамещения в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 4. С. 38-41.
4. Григулецкий В.Г., Лукьянова И.В. Об устойчивости к полеганию стебля риса // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2000. Вып. 382 (410). С. 53-57.
5. Кугатова-Шемякина Г.П., Руденко В.А., Смирнова Г.П. и др. Новые ростостимулирующие вещества // Доклады АН СССР. 1965. Т. 160. № 4. С. 960-963.
6. Кугатова-Шемякина Г.П., Бурмистрова М.С., Мишуровская Л.М. и др. Ростовая активность и химическое строение. Сообщение III. Значение правильного выбора тестов при оценке ростостимулирующих активных соединений // Агробиология. 1967. № 3. С. 137-145.
7. Шенкер М.А., Благовещенская Е.А., Гоберман М.С. и др. Способ получения нефтяного ростового вещества // Авторское свидетельство СССР № 447919. Заявлено 30.04.1972. Опубликовано 30.04.1986.
8. Григулецкий В.Г. Эффективность применения новых комплексных энергизированных удобрений (GVG) на посевах озимой пшеницы Бригада на малогумусных слабощелочных почвах северо-востока Краснодарского края // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6 (366). С. 63-67.
9. Бойсен-Иенсен П. Ростовые гормоны растений. М.-Л.: Наркомздрав, 1938. 252 с.

10. Гамбург К.З. Фитогормоны и клетки. М.: Наука, 1970. 103 с.
11. Гамбург К.З. Биохимия ауксина и его действие на клетки растений. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1976. 272 с.
12. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука, 1973. 253 с.
13. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: БВХ-Петербург, 2015. 506 с.
14. Романенко А.А. Сорта и гибриды: каталог КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / сост. А.А. Романенко и др. Краснодар: ЭДВИ, 2017. 128 с.
15. Кобылянский В.Д., Мережко В.Е., Танцюра Д.Ф., Воронкин Г.П., Чурилов В.Г. Овес яровой (Avena sativa L.). Сорт Валдин 765 // Патент на селекционное достижение RU 3856. Заявка № 27094 от 31.12.1992.
16. Лавренко С.О., Максимов Д.А., Лиховид П.В. Черная фасоль: особенности выращивания и потребления // Наше сельское хозяйство. 2019. № 15 (215). С. 100-103.
17. ГОСТ 12038-84 Межгосударственный стандарт «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» (утв. постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 декабря 1984 г. № 4710).

**References**

1. Ushachev, I.G. (2017). Osnovnye napravleniya Strategii ustoychivogo sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya APK Rossii [The main directions of the Strategy of sustainable socio-economic development of the agro-industrial complex of Russia]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 6, pp. 4-24.
2. Griguletskii, V.G., Ivakin, R.A., Ivakina, Yu.V. (2020). Organicheskoe rostovoe veshchestvo [Organic growth substance]. *Patent na izobreteniye RU 2713902 C1, 10.02.2020. Zayavka № 2019126951 ot 27.08.2019* [Patent for invention RU 2713902 C1, 10.02.2020. Application No. 2019126951 dated 27.08.2019].
3. Sidorenko, V.V., Mikhailushkin, P.V., Batalov, D.A. (2016). Sostoyaniye i perspektivy obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti i importozameshcheniya v Rossii [The state and prospects of ensuring food security and import substitution in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4, pp. 38-41.
4. Griguletskii, V.G., Lukyanova, I.V. (2000). Ob ustoychivosti k poleganiyu steblya risa [About the resistance to lodging of the rice stalk]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], issue 382 (410), pp. 53-57.
5. Kugatova-Shemyakina, G.P., Rudenko, V.A., Smirnova, G.P. i dr. (1965). Novye rostostimuliruyushchie veshchestva [New growth-stimulating substances]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], vol. 160, no. 4, pp. 960-963.
6. Kugatova-Shemyakina, G.P., Burmistrova, M.S., Mishurovskaya, L.M. i dr. (1967). Rostovaya aktivnost' i khimicheskoe stroeniye. Soobshcheniye III. Znacheniye pravil'nogo

vybora testov pri otsenke rostostimuliruyushchikh aktivnykh soedinenii [Growth activity and chemical structure. Message III. The importance of the correct choice of tests when evaluating growth-stimulating active compounds]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], no. 3, pp. 137-145.

7. Shenker, M.A., Blagoveshchenskaya, E.A., Goberman, M.S. i dr. (1986). Sposob polucheniya neftyanogo rostovogo veshchestva [A method for obtaining an oil growth substance]. *Avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 447919. Zayavleno 30.04.1972. Opublikovano 30.04.1986* [Copyright certificate of the USSR No. 447919. Announced 30.04.1972. Published on 30.04.1986].

8. Griguletskii, V.G. (2018). Effektivnost' primeneniya novykh kompleksnykh ehnergizirovannykh udobrenii (GVG) na posevakh ozimoi pshenitsy Brigada na malogumusnykh slaboshchelochnykh pochvakh severo-vostoka Krasnodarskogo kraya [Efficiency of application of new complex energized fertilizers (GVG) on winter wheat crops Brigade on low-humus slightly alkaline soils of the north-east of the Krasnodar territory]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (366), pp. 63-67.

9. Boisen-lensen, P. (1938). *Rostovye gormony rastenii* [Plant growth hormones]. Moscow-Leningrad, Narkomzdrav, 252 p.

10. Gamburg, K.Z. (1970). *Fitogormony i kletki* [Phytohormones and cells]. Moscow, Nauka Publ., 103 p.

11. Gamburg, K.Z. (1976). *Biokhimiya auksina i ego deistvie na kletki rastenii* [Biochemistry of auxin and its effect on plant cells]. Novosibirsk, Nauka Publ., Siberian Branch, 272 p.

12. Keфели, V.I. (1973). *Prirodnye ingibitory rosta i fitogormony* [Natural growth inhibitors and phytohormones]. Moscow, Nauka Publ., 253 p.

13. Medvedev, S.S. (2015). *Fiziologiya rastenii* [Plant physiology]. Saint-Petersburg, BVH-Petersburg, 506 p.

14. Romanenko, A.A. (2017). *Sorta i gibridy: katalog KNISKH im. P.P. Lukyanenko* [Varieties and hybrids: catalog of the P.P. Lukyanenko Book Institute]. Krasnodar, EDVI, 128 p.

15. Kobylanskiy, V.D., Merezko, V.E., Tantsyura, D.F., Voronkin, G.P., Churilov, V.G. (1992). Oves yarovoi (Avena sativa L.). Sort Valdin 765 [Spring oats (Avena sativa L.). Variety Valdin 765]. *Patent na selektsionnoye dostizheniye RU 3856. Zayavka № 27094 ot 31.12.1992* [Patent for breeding achievement RU 3856. Application No. 27094 of 31.12.1992].

16. Lavrenko, S.O., Maksimov, D.A., Likhovid, P.V. (2019). Chernaya fasol': osobennosti vyrashchivaniya i potrebleniya [Black beans: peculiarities of cultivation and consumption]. *Nashe sel'skoe khozyaistvo* [Our agriculture], no. 15 (215), pp. 100-103.

17. GOST 12038-84 Mezhdunarodnyy standart «Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti» (utv. postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 19 dekabrya 1984 g. № 4710) [State standard 12038-84 Interstate standard "Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination" (approved by the resolution of the USSR State Committee on Standards of December 19, 1984 No. 4710)].

**Информация об авторах:**

- Скамарохова Александра Сергеевна**, научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6821-429X>, [rskamarokhov@mail.ru](mailto:rskamarokhov@mail.ru)
- Власов Артем Борисович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4828-8886>, [vlasov.sir@yandex.ru](mailto:vlasov.sir@yandex.ru)
- Юрин Денис Анатольевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель отдела технологии животноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1517-4858>, [4806144@mail.ru](mailto:4806144@mail.ru)
- Хорин Борис Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3759-6499>, [naden8277@mail.ru](mailto:naden8277@mail.ru)
- Григулецкий Владимир Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, [gvg-tnc@mail.ru](mailto:gvg-tnc@mail.ru)

**Information about the authors:**

- Aleksandra S. Skamarochova**, researcher of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6821-429X>, [rskamarokhov@mail.ru](mailto:rskamarokhov@mail.ru)
- Artem B. Vlasov**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4828-8886>, [vlasov.sir@yandex.ru](mailto:vlasov.sir@yandex.ru)
- Denis A. Yurin**, candidate of agricultural sciences, head of the department of livestock technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1517-4858>, [4806144@mail.ru](mailto:4806144@mail.ru)
- Boris V. Khorin**, candidate of agricultural sciences, researcher of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3759-6499>, [naden8277@mail.ru](mailto:naden8277@mail.ru)
- Vladimir G. Griguletsky**, doctor of technical sciences, professor, head of the department of higher mathematics, [gvg-tnc@mail.ru](mailto:gvg-tnc@mail.ru)





# АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Научная статья

УДК 339.54.012+338.001.36

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_406

## РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ НА РОССИЙСКИХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРНОЙ АЗИИ

**Т.Б. Бардаханова, В.Д. Мункуева, З.С. Еремко**

Байкальский институт природопользования Сибирского отделения  
Российской академии наук, Улан-Удэ, Россия

**Аннотация.** Авторы статьи проводят сравнение развития сельского хозяйства за длительный период с начала 2000-х годов до настоящего времени и оценку его воздействия на природную среду на трансграничных территориях Северной Азии в границах России (Алтайский край, Амурская область, Забайкальский край, Омская область, Республика Бурятия, Республика Тыва и Тюменская область). Проведен анализ динамики валового регионального продукта рассматриваемых регионов и его структуры, удельного веса сельского хозяйства, объемов продукции сельского хозяйства (в долл. США), посевных площадей и ряда удельных показателей эффективности развития сельского хозяйства. Сделаны выводы о невысокой роли трансграничных территорий Северной Азии территории РФ в формировании ВВП РФ за рассматриваемый период исследования, незначительном удельном весе продукции сельского хозяйства в ВРП регионов и снижении эффективности использования сельскохозяйственных земель по сравнению со средними показателями по РФ. Предложенные авторами показатели и методический подход к оценке сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель могут быть использованы в качестве инструментария исследования воздействия сельского хозяйства на природную среду, выявления узких мест и структурирования проблемных ситуаций на модельных территориях. Полученные значения коэффициентов сопряженности в модельных регионах ниже единицы свидетельствуют о нарушении баланса между природной средой и использованием земельных ресурсов в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, трансграничные территории, сравнительный анализ, факторы экологической деструкции, эколого-экономические выгоды, ущерб, затраты, коэффициент сопряженности

**Благодарности:** исследование выполнено в рамках Государственной программы научных исследований Байкальского института природопользования СО РАН 0273-2021-0003 № АААА-А21-121011590039-6.

Original article

## AGRICULTURE DEVELOPMENT AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF THE BORDER TERRITORIES OF NORTH ASIA WITHIN RUSSIA

**T.B. Bardakhanova, V.D. Munkueva, Z.S. Eremko**

Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia

**Abstract.** The authors of the article compare the development of agriculture of the border territories of North Asia within Russia over a long period of time from the early 2000s to the present. These territories include Altai Krai, Amur Oblast, Zabaykalsky Krai, Omsk Oblast, The Republic of Buryatia, Tyva Republic and Tyumen Oblast. The authors also propose an approach to assessing the impact of agriculture on the environment. The authors analyzed the dynamics of the gross regional product of the considered regions and its structure, the share of agriculture in the GRP of the regions, the volume of agricultural production (in US dollars), cultivated areas and a number of specific indicators of the effectiveness of agriculture development. Conclusions are made about the low role of the considered regions in the formation of the RF GDP, as well as the insignificant share of agricultural products in the GRP of the regions and a decrease in the efficiency of the use of agricultural lands in comparison with the average indicators for the Russian Federation. The indicators proposed by the authors and the methodological approach to assessing the relationship between environmental destruction and agricultural land use can be used as a tool for studying the impact of agriculture on the environment, identifying bottlenecks and structuring problem situations in model areas. The obtained values of contingency coefficients in model regions below unity indicate a violation of the balance between the environment and agricultural land use.

**Keywords:** agriculture, border territories, comparative analysis, factors of environmental destruction, environmental and economic benefits, damage, costs, contingency coefficient

**Acknowledgments:** the present research was prepared within the framework of the State Research Program of the Baikal Institute of Nature Management SB RAS 0273-2021-0003 No. АААА-А21-121011590039-6.

**Введение.** Развитие сельского хозяйства занимает центральное место во многих экологических и социально-экономических проблемах, стоящих сегодня перед обществом. Актуальность исследования эффективности аграрного землепользования связана с ростом мирового населения, огра-

ничением количества и качества используемых земель, а также глобальными изменениями в моделях потребления с серьезными последствиями для биоразнообразия и изменения климата [1].

Для обеспечения устойчивости развития сельского хозяйства в современных условиях

необходимо проведение анализа достижения приоритетов, поставленных в программных документах России [2]. Основными среди них являются сохранение, повышение плодородия сельскохозяйственных земель, разработка мер по обеспечению экологического равновесия.

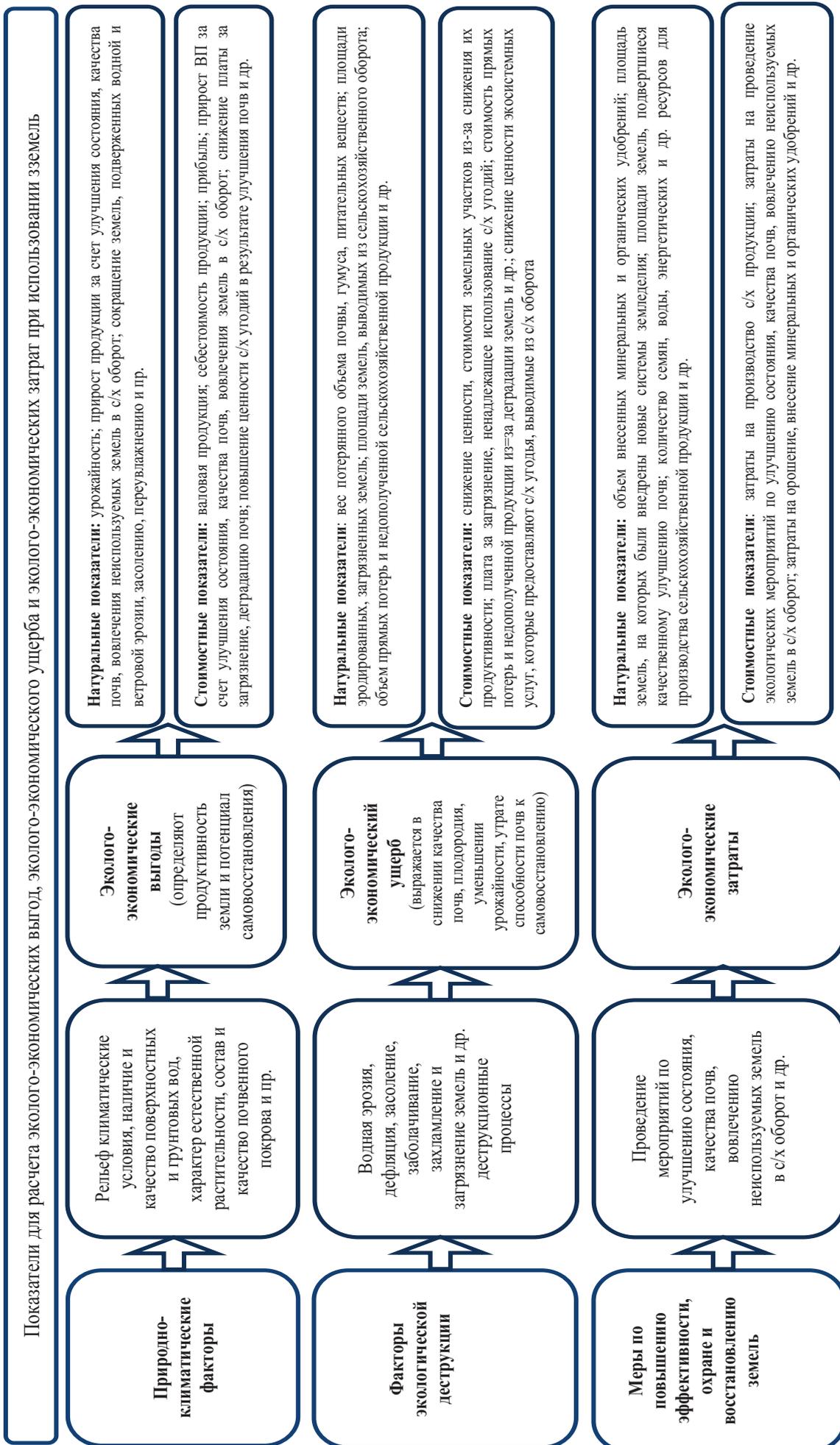


Рисунок 1. Показатели для расчета эколого-экономических выгод, эколого-экономического ущерба и эколого-экономических затрат при использовании сельскохозяйственных земель

Источник: составлено авторами на основе [3-8]

Figure 1. Indicators for calculating environmental and economic damage, environmental and economic costs when using agricultural land





Особый интерес представляет то, каким образом эти приоритеты реализуются на региональном уровне, в частности, в российских регионах Северной Азии, многие проблемы развития которых носят трансграничный характер (вода, загрязнение воздуха, деградация экосистем и др.) [3, 4].

Производство сельскохозяйственных товаров имеет основополагающее значение для благосостояния людей и в то же время оказывает серьезные воздействия на природную среду. Это связано с тем, что сельское хозяйство требует огромных земельных площадей. Процесс труда и создание продуктов в сельском хозяйстве связаны с качеством состояния земли (плодородия почвы, качества естественной растительности и многих других свойств) и характером ее использования. В процессе сельскохозяйственной деятельности происходит сильное воздействие на природную среду: происходит разрушение почвенных экосистем, потеря гумуса, водная и ветровая эрозия почв, засоление и заболачивание, потери и выветывание земель, уменьшение естественного плодородия почв, перевыпас и выбивание растительности, загрязнение отходами и пр. В результате в сельском хозяйстве растут эколого-экономические ущербы и упущенные выгоды, дополнительные затраты на проведение почвозащитных мероприятий и мер по вовлечению в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель.

В рамках программы научных исследований лаборатории экономики природопользования БИП СО РАН в качестве объекта исследования рассматриваются трансграничные территории Северной Азии в пределах России — Алтайский край, Амурская область, Забайкальский край, Омская область, Республика Бурятия, Республика Тыва и Тюменская область. На начальном этапе исследований поставлена цель — сравнить развитие сельского хозяйства на этих территориях за длительный период времени и провести оценку его воздействия на природную среду на основе определения сопряженности между факторами экологической деструкции и показателями сельскохозяйственного использования земель.

**Материалы и методы.** Статья опирается на научные статьи зарубежных и отечественных учёных, посвящённых проблематике аграрного землепользования, взаимосвязям сельского хозяйства с окружающей средой, направлениям устойчивого землепользования в условиях современных вызовов.

Авторами предложен методический подход к оценке сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель на основе соотношения выгод, ущербов и затрат в сельском хозяйстве.

Специфика оценки сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель определяется спецификой взаимосвязи сельского хозяйства и природной среды, широко представленной в литературе [3-8]. Обычно выделяются 2 группы факторов: природно-климатические факторы и факторы негативного воздействия сельского хозяйства на природную среду, или факторы экологической деструкции, особенности и действие которых, приводящие к эколого-экономическим выгодам или эколого-экономическим ущербам в аграрном землепользовании, схематично представлены на рис. 1.

Оценка эффективности природопользования определяется в целом на основе соотношения стоимости продукции сельского хозяйства, затрат на ее производство и экологических издержек как совокупности эколого-экономического ущерба и эколого-экономических затрат [3-6]. Примерный перечень эколого-экономических затрат сельскохозяйственного использования земель также представлен на рис. 1.

В основу оценки сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель в модельных регионах Северной Азии авторы предлагают положить отношение результатов сельскохозяйственной деятельности за вычетом экологических издержек с затратами на производство продукции, представленное следующим образом:

$$K_{сопр} = (B - Y - C) / TC, \quad (1)$$

где  $K_{сопр}$  — оценка сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель;  $B$  — выгоды, получаемые от использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве;  $Y$  — эколого-экономический ущерб в результате нарушений в использовании земельных ресурсов в сельском хозяйстве;  $C$  — эколого-экономические затраты на проведение мероприятий по улучшению состояния, качества почв, вовлечению неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот;  $TC$  — затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

Интегральная величина эколого-экономического ущерба определяется как сумма частных ущербов в результате действия факторов экологической деструкции. В основе определения частных ущербов лежат оценки удельных ущербов и количественные параметры площадей, подвергшихся тому или иному виду негативного воздействия.

При проведении исследования использованы аналитический и сравнительный методы. Информационной базой являются статистические данные по развитию сельскохозяйственного использования земель на модельных территориях Российской Федерации с начала 2000-х годов до настоящего времени [9-11].

**Результаты и обсуждение.**

*Особенности использования сельскохозяйственных угодий в модельных регионах Российской Федерации*

Анализ динамики ВРП модельных регионов за период 1995-2018 гг., представленной на рис. 2, показывает, что из исследуемых российских трансграничных территорий Северной Азии только Тюменская область занимала в разные годы от 8 до 12% ВВП РФ, т.к. регион является одним из сырьевых регионов. В 2018 г. добыча полезных ископаемых составляла 63,7% от внутреннего регионального продукта.

Следующим регионом по вкладу в ВВП РФ является Омская область: от 1,4% в 1995 г. до 0,8% в 2018 г. Вклад в ВВП России остальных модельных регионов с 2010 г. составляет менее 1%.

Анализ объема продукции сельского хозяйства (в долл. США) (рис. 3) показывает, что в большинстве регионов, как и в целом по России, шел процесс наращивания объемов, а с 2014 г. наблюдается тенденция к снижению объема производства, но все же по сравнению с началом 2000-х гг. во всех регионах произошел рост объемов производства сельского хозяйства.

Из анализа динамики объемов продукции сельского хозяйства (в долл. США) следует, что аутсайдерами являются 3 региона (Бурятия, Забайкальский край и Тыва), в других регионах наблюдается в целом тенденция к росту производства по сравнению с началом 2000-х гг., хотя и не достигнуты объемные показатели 2010-2013 гг. Наибольшая доля сельского хозяйства в ВРП региона приходится на Алтайский край, объем производства продукции сельского хозяйства (в долл. США) в данном регионе вырос более чем в 2 раза в 2018 г. по сравнению с 2000 г.

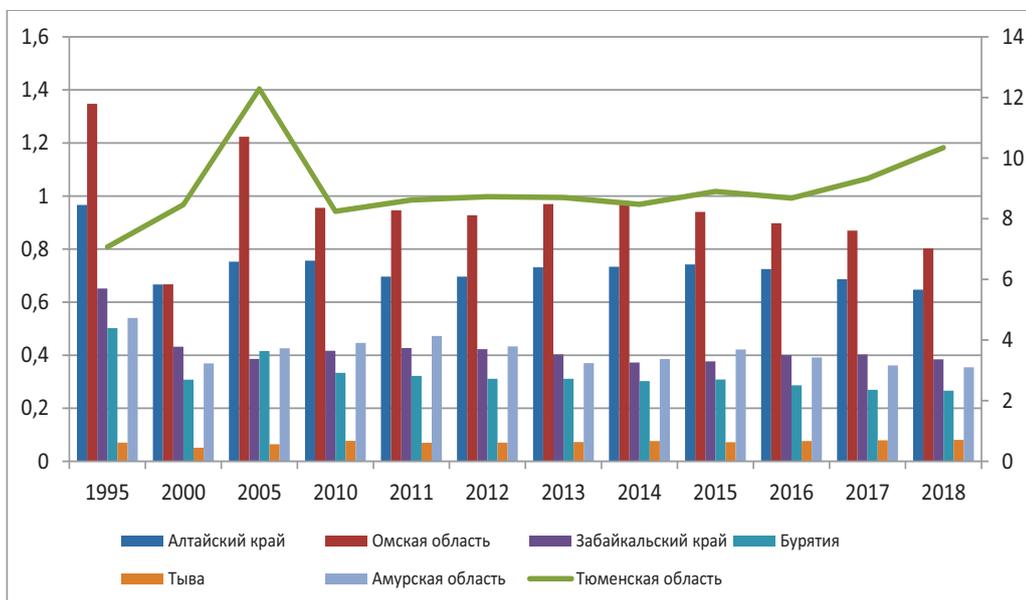


Рисунок 2. Динамика ВРП модельных регионов в % от ВВП России

Источник: составлено авторами на основе [9, 10]

Figure 2. Dynamics of the GRP of model regions as % of Russia's GDP

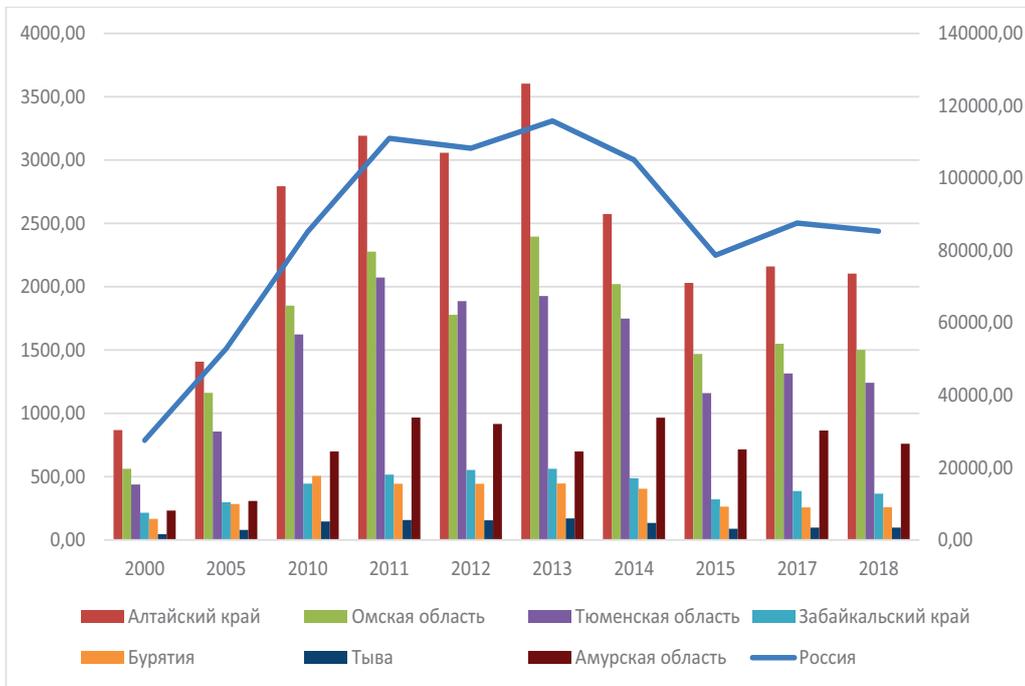


Рисунок 3. Продукция сельского хозяйства в долларах США (в млн. долларов США по среднегодовому курсу Центрального банка России)

Источник: составлено авторами на основе [9, 10]

Figure 3. Dynamics of agricultural production, in million US dollars (in million US dollars at the average annual exchange rate of the Central Bank of Russia)

При более детальном рассмотрении структуры ВРП модельных территорий, видим, что удельный вес продукции сельского хозяйства в ВРП рассматриваемых регионов РФ с 2005 г. не превышает 10%, за исключением Алтайского края, хотя динамика показателя здесь показывает снижение с 27% в 1990 г. до 13% в 2018 г. (2-я строка табл. 1).

Доля пашен в сельскохозяйственных землях (1-ая строка табл. 1) показывает структурные особенности развития сельского хозяйства:

3 региона (Республика Тыва, Республика Бурятия и Забайкальский край) имеют наименьшие показатели удельного веса пашен в сельскохозяйственных землях, что объясняется географическими особенностями.

Близки к российским показателям по доле пашен в сельскохозяйственных землях Алтайский край, Омская, Амурская (чуть выше) и Тюменская области (несколько ниже, чем в среднем по РФ). В то же время в структуре сельского хозяйства доли животноводства и растениеводства

примерно равны в указанных регионах за исключением Амурской области, в которой в последние годы наблюдается превышение доли растениеводства в 2 раза (за счет увеличения производства сои).

По показателям урожайности зерновых наиболее близки к среднероссийским показателям Амурская и Тюменская области (3-я строка табл. 1), что, как видно из строки ниже в табл. 1, коррелирует с высоким уровнем внесения минеральных удобрений на 1 га посевов.

Таблица 1. Удельные показатели развития сельского хозяйства модельных регионов РФ (2000-2018)\*  
Table 1. Specific indicators of agriculture development of the model regions of the Russian Federation (2000-2018)\*

	Алтайский край	Омская область	Тюменская область	Республика Тыва	Республика Бурятия	Забайкальский край	Амурская область
Доля пашни в сельскохозяйственных землях							
Доля сельского хозяйства в структуре ВРП региона							
Урожайность зерновых, ц/га							
Внесение минеральных удобрений кг на 1 га посевов							
Внесение органических удобрений т на 1 га посевов							
Использование свежей воды тыс. куб м на 1 га							
Производство мяса на 1 человека, кг							
Надой на одну корову, кг							

\*кривая на всех графиках показывает динамику соответствующего удельного показателя в среднем по РФ

Источник: составлено авторами на основе [9, 10]





По использованию свежей воды на 1 га лидирует Республика Тыва, что объясняется засушливым климатом, Республика Бурятия также имеет показатели выше среднероссийских, но в разы меньше чем Республика Тыва.

Производство мяса на 1 человека в Алтайском крае и Омской области выше среднероссийских показателей, в этих регионах животноводство характеризуется высоким уровнем диверсифицированного развития, в том числе за счет развития птицеводства. В других регионах, где в структуре сельского хозяйства преобладает животноводство (Республика Тыва, Республика Бурятия и Забайкальский край), направленное на мясомолочное животноводство, овцеводство, козоводство, а также свиноводство и коневодство, показатели производства мяса на 1 человека не достигают среднероссийских показателей.

Показатели надоев на одну корову в целом демонстрируют среднероссийскую динамику и характерны для тех регионов, в структуре животноводства которых преобладает КРС.

*Оценка воздействия сельскохозяйственного использования земель хозяйства на природную среду на примере модельных территорий Российской Федерации*

Расчет коэффициентов сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственной деятельности производился по формуле (1) на основе исходных данных по развитию сельского хозяйства модельных территорий в 2018 г. в текущих ценах (табл. 2).

В качестве показателя выгод (В), получаемых от использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве, использовался стоимостной показатель продукции сельского хозяйства. Под эколого-экономическим ущербом (У) понимался объем недополученной сельскохозяйственной продукции из-за неиспользуемых нарушенных земель. В качестве показателя С использовался показатель затрат на вовлечение неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот. Затраты на производство сельскохозяйственной продукции (ТС) были рассчитаны, исходя из стоимости продукции сельского хозяйства за вычетом прибыли. Результаты расчетов представлены в табл. 3 и рис. 4.

По данным табл. 3 и рис. 4 видно, что из рассматриваемых 7 модельных регионов РФ три региона (Тюменская область, Омская область и Республика Бурятия) превышают по значению среднероссийский коэффициент сопряженности 1,017. Ближким по значению к среднероссийскому уровню является показатель Алтайского края, несколько ниже показатель Амурской области.

Наихудшими показателями являются коэффициенты Республики Тыва и Забайкальского края. Основные причины — самые низкие объемы продукции сельского хозяйства и прибыли по сравнению с другими регионами, а также самый высокий показатель восстановленных площадей и соответствующих затрат в Забайкальском крае и сопоставимые с другими регионами

показатели восстановленных площадей и затрат в Республике Тыва, что повлияло на пониженные значения коэффициентов сопряженности этих 2 регионов.

**Выводы.** Проведенный анализ экономических и ряда количественных параметров сельскохозяйственных земель и показателей эффективности их использования позволяет сделать следующие выводы:

– Рассматриваемые в исследовании российские трансграничные территории Северной Азии территории РФ не вносят значительный вклад ВВП РФ, за исключением Тюменской области.

– Удельный вес продукции сельского хозяйства в ВРП рассматриваемых регионов РФ с 2005 г. не превышает 10%, за исключением Алтайского края, хотя динамика показателя здесь показывает снижение с 27% до 13%.

– По объему продукции сельского хозяйства (в долл. США) в большинстве регионов в последние годы наблюдается тенденция к росту производства по сравнению с началом 2000-х гг., за исключением 3 регионов (Республика Бурятия, Забайкальский край и Тыва).

– Несмотря на двукратное сокращение доли сельского хозяйства Алтайского края в ВРП, объем производства продукции сельского хозяйства в данном регионе (в долл. США) вырос почти в 2 раза в 2019 г. по сравнению с 1995 г.

– Наблюдается снижение эффективности использования сельскохозяйственных земель по сравнению со средними показателями по РФ, что требует проведения дополнительных исследований.

– Значения коэффициентов сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель ниже единицы показывают превышение затрат на производство сельскохозяйственной продукции над эколого-экономическими выгодами от аграрного природопользования, что свидетельствует о нарушении баланса между природной средой и использованием земельных ресурсов в сельском хозяйстве. Результаты расчетов коэффициентов сопряженности на модельных территориях РФ показывают, что в целом в РФ баланс между природной средой и аграрной экономикой хрупок, превышение эколого-экономических выгод над совокупными затратами составляет всего 1,7%. Наилучшим среди модельных регионов коэффициент сопряженности у Тюменской области. Несмотря на то, что регион является только третьим по объемам производства сельскохозяйственной продукции и вторым по получаемой прибыли, а разница между площадями восстановленных и нарушенных земель меньше показателей Алтайского края и Омской области, в Тюменской области значительно ниже затраты на восстановление земель, что повлияло на итоговое значение коэффициента.

– Предлагаемые к использованию показатели и методический подход для оценки сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель могут быть использованы в качестве инструментария исследования, поскольку позволяют сопоставить по степени взаимодействия природной среды и сельскохозяйственного производства разные регионы, значительно отличающиеся друг от друга по природно-климатическим условиям, структуре землепользования и в целом сельскохозяйственному потенциалу. На основе результатов можно выявить узкие места и структурировать проблемные ситуации на модельных территориях.

Таблица 2. Исходные данные для определения коэффициентов сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственной деятельности модельных регионов Российской Федерации, 2018

Table 2. Initial data for determining the contingency coefficients of environmental destruction and agricultural land use of the model regions of the Russian Federation, 2018

Регионы	Продукция сельского хозяйства, всего, млн. руб.*	Прибыль с/х организаций, млн. руб.*	Площадь с/х угодий, тыс. га**	Площадь нарушенных земель, тыс. га**	Площадь восстановленных земель, тыс. га**	Затраты на восстан. земель, тыс. руб.**
Россия	5348777,0	102932,0	221977,1	206,4	1909,81	13747744,26
Алтайский край	131825,1	1869,0	11004,9	1,4	16,46	118458,32
Омская область	94097,1	2376,0	6720,8	0,6	21,34	419659,41
Тюменская область	65005,3	2284,0	3381,3	2,1	12,96	53532,40
Забайкальский край	22903,4	6,0	7645,6	3,3	328,05	2361478,39
Республика Бурятия	16213,5	402,0	3145,1	1,3	59,68	17910,29
Республика Тыва	6140,9	8,0	3833,1	1,0	13,93	112315,30
Амурская область	47636,6	268,0	2733,5	0,1	10,91	78528,31

Источник: \* [10]; \*\* [11]

Таблица 3. Расчетные данные для определения коэффициентов сопряженности экологической деструкции и аграрного землепользования в модельных регионах Российской Федерации

Table 3. Calculated data for determining the coefficients of contingency between environmental destruction and agricultural land use of the model regions of the Russian Federation

Регионы	Продукция с/х с 1 га с/х угодий, тыс. руб.	Объем недополученной с/х продукции с нарушенных земель, тыс. руб.	Результаты с/х деятельности, млн. руб.	Совокупные затраты на с/х деятельность, млн. руб.	Коэффициент сопряженности
Россия	24,10	4973,43	5335024,28	5245845,00	1,017
Алтайский край	11,98	16,77	131706,62	129956,10	1,013
Омская область	14,00	8,40	93677,43	91721,10	1,021
Тюменская область	19,22	40,37	64951,73	62721,30	1,036
Забайкальский край	3,00	9,89	20541,91	22897,40	0,897
Бурятия	5,16	6,70	16195,58	15811,50	1,024
Тыва	1,60	1,60	6028,58	6132,90	0,983
Амурская область	17,43	1,74	47558,07	47368,60	1,004

Источник: рассчитано авторами

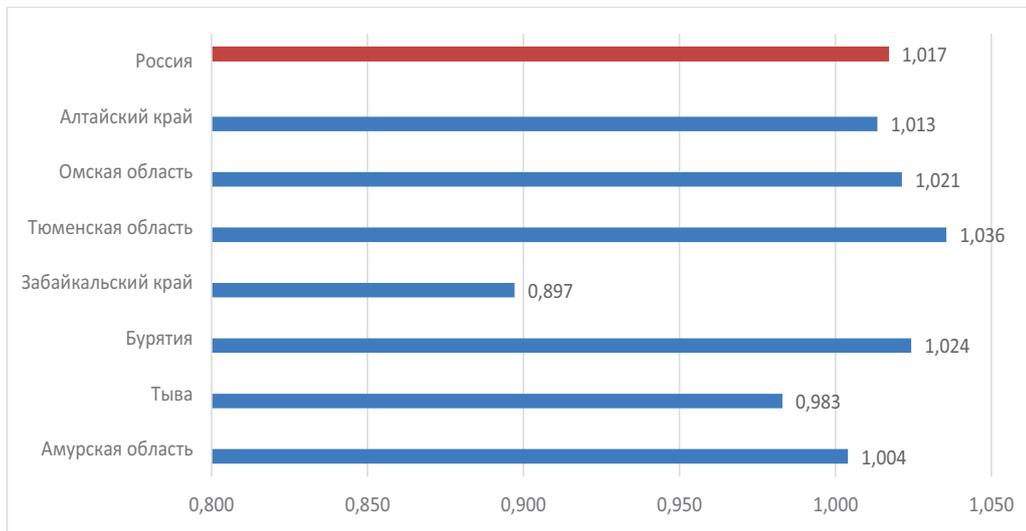


Рисунок 4. Коэффициенты сопряженности экологической деструкции и сельскохозяйственного использования земель модельных территорий Российской Федерации, 2018 г.

Источник: рассчитано авторами  
Figure 4. Coefficients of contingency between ecological destruction and agricultural land use of model territories of the Russian Federation, 2018

– Необходимо отметить, что существует проблема информационного обеспечения. Анализ использования сельскохозяйственных земель осложняется недостатком первичной информации: если данные о количественных параметрах использования земель ежегодно публикуются Росреестром, то качественные параметры их состояния можно получить из обобщенных оценок по результатам отдельных исследований. Необходимо использование новых методов и информационных технологий для разработки и совершенствования баз данных, проведение анализа в динамике для выявления трендов в изменении землепользования и воздействии аграрной экономики на природную среду для дальнейшей разработки сценариев и прогнозирования снижения негативного воздействия сельского хозяйства на природную среду.

**Список источников**

1. OECD (2020), *Towards Sustainable Land Use: Aligning Biodiversity, Climate and Food Policies*, OECD Publishing, Paris, <http://doi.org/10.1787/3809b6a1-en>
2. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (в ред. от 06.04.2021 № 550), <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
3. Югай А.М., Колесников А.В., Тужканов М.П. и др. Методические положения рационального использования сельскохозяйственных земель с учетом агроэкологических, экономических и ресурсных ограничений в регионах России. М.: НИПКЦ Восход-А, 2009. 204 с.

4. Оценка земельных ресурсов: учебное пособие / под общей редакцией В.П. Антонова, П.Ф. Лойко и др. М.: Институт оценки природных ресурсов, 1999. 364 с.
5. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. М.: ИНФРА-М, 2007. 501 с.
6. Юрлова В.А. Принципы и методы системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель // Вестник СГА. 2014. Вып. 3 (27). С. 164-172.
7. Ануфриев В.П., Юрлова В.А. Разработка системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий // Вестник СГУИТ. 2015. Вып. 4 (32). С. 181-193.
8. Гагарин А.И., Жарников В.Б., Сурков Н.А., Лебедев Ю.В., Лебедева Т.А. Критические технологии рационального природопользования на северных интенсивно осваиваемых территориях Урала и Западной Сибири // Вестник СГА. 2011. Вып. 3 (16). С. 125-133.
9. Приложение к сборнику «Регионы России. Социально-экономические показатели по субъектам Российской Федерации». <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652>
10. Сельское хозяйство в России. <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226>
11. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2018 г. Москва, 2019. 198 с. [http://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/?sphrase\\_id=1444504](http://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/?sphrase_id=1444504)

**References**

1. OECD (2020), *Towards Sustainable Land Use: Aligning Biodiversity, Climate and Food Policies*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3809b6a1-en>
2. *Postanovleniye pravitel'stva RF ot 14 iyulya 2012 g. N 717 «O gosudarstvennoy programme razvitiya selskokho-*

3. Yugai A.M., Kolesnikov A.V., Tushkanov M.P. et al. (2009). Methodological provisions for the rational use of agricultural land, taking into account agroecological, economic and resource constraints in the regions of Russia. Moscow: NIPKTS Voskhod-A, 204 p.
4. Evaluation of land resources (1999). Under the general editorship of V.P. Antonov, P.F. Loiko et al. Moscow: Institute for the Assessment of Natural Resources, 364 p.
5. Bobylev S.N., Khodzhaev A.Sh. (2006). Environmental economics. Moscow: INFRA-M, 501 p.
6. Yurlova V.A. (2014). Principles and methods of the system of ecological and economic assessment of agricultural land. *Vestnik SSGA*, no. 3 (27), pp. 164-172.
7. Anufriev V.P., Yurlova V.A. (2015). Development of a system of ecological and economic assessment of agricultural land. *Vestnik SGUIT*, no. 4 (32), pp. 181-193.
8. Gagarin A.I., Zharnikov V.B., Surkov N.A., Lebedev Yu.V., Lebedeva T.A. (2011). Critical technologies of rational nature management in the northern intensively developed territories of the Urals and Western Siberia. *Bulletin of the SSGA*, no. 3(16), pp. 125-133.
9. Appendix to the collection «Regions of Russia. Socio-economic indicators». Socio-economic indicators for the constituent entities of the Russian Federation. <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652>
10. Agriculture in Russia. <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226>
11. State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2018. Moscow, 2019, 198 p. [http://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/?sphrase\\_id=1444504](http://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/?sphrase_id=1444504)

*Информация об авторах:*

**Бардаханова Таисия Борисовна**, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, Байкальский институт природопользования СО РАН, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0040-7316>, [tbard@binm.ru](mailto:tbard@binm.ru)  
**Мункуева Виктория Дабеевна**, ведущий инженер лаборатории экономики природопользования, Байкальский институт природопользования СО РАН, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2316-8722>, [munvic@mail.ru](mailto:munvic@mail.ru)  
**Еремко Зинаида Сергеевна**, кандидат экономических наук, научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, Байкальский институт природопользования СО РАН, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1972-3925>, [zina--90@mail.ru](mailto:zina--90@mail.ru)

*Information about the authors:*

**Taisiya B. Bardakhanova**, doctor of economic sciences, leading researcher laboratory of environmental economics, Baikal Institute of Environmental Management Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0040-7316>, [tbard@binm.ru](mailto:tbard@binm.ru)  
**Victoria D. Munkueva**, leading engineer laboratory of environmental economics, Baikal Institute of Environmental Management Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2316-8722>, [munvic@mail.ru](mailto:munvic@mail.ru)  
**Zinaida S. Eremko**, candidate of economic sciences, researcher laboratory of environmental economics, Baikal Institute of Environmental Management Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1972-3925>, [zina--90@mail.ru](mailto:zina--90@mail.ru)





## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ

В.Г. Коростелев<sup>1</sup>, Н.В. Уколова<sup>2</sup>, С.В. Монахов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт аграрных проблем — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», Саратов, Россия

<sup>2</sup>Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

**Аннотация.** Целью работы являлось исследование структурных изменений, влияния кризисных явлений на механизм трансфера технологий в современном сельском хозяйстве России, а также совершенствование механизма трансфера технологий, направленного на преодоление негативного воздействия кризисных явлений и адаптации сельского хозяйства в условиях неопределенности. В статье авторами проанализированы труды ведущих ученых, посвященные современным проблемам трансфера технологий. Проанализированы основные этапы процесса трансфера технологий. Рассмотрены традиционные и новые модели трансфера технологий. Выявлены структурные изменения механизма трансфера технологий в связи с пандемией COVID-19 и санкционными процессами. Установлены особенности трансфера технологий в современном сельском хозяйстве России. Проведенное исследование позволило выявить, что, в сложившемся механизме трансфера технологий происходит разрыв между фундаментальной и прикладной наукой, а также конечными потребителями технологий. Установлено, что эффективный механизм трансфера технологий обеспечивается наличием трех составляющих: уровнем развития фундаментальной и прикладной науки; возможностями использования разработанных технологий; сокращением времени передачи технологий от момента разработки до массового использования. Особый акцент в исследовании сделан на активном использовании информационно-коммуникационных технологий в совершенствовании сложившегося механизма трансфера технологий в современном сельском хозяйстве России для минимизации негативных явлений, обусловленных пандемией COVID-19 и активизацией санкционной политики. Сделан вывод о том, что в условиях кризисных явлений необходимо создание специализированных научно-технологических платформ, обеспечивающих эффективное взаимодействие государства-науки-образования-бизнеса. Предложенные в статье рекомендации возможно эффективно использовать на региональном и федеральном уровнях, в процессах цифровой трансформации сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** трансфер технологий, аграрная экономика, экономика развития, модели трансфера, эффективность взаимодействия

**Благодарности:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00324.

Original article

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY TRANSFER SYSTEM IN MODERN AGRICULTURE OF RUSSIA

V.G. Korostelev<sup>1</sup>, N.V. Ukolova<sup>2</sup>, S.V. Monakhov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agrarian Problems — Subdivision of the Federal Research Center “Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Saratov, Russia

<sup>2</sup>Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

**Abstract.** The purpose of the study was to study structural changes, the impact of crisis phenomena on the mechanism of technology transfer in modern agriculture in Russia, as well as to improve the mechanism of technology transfer aimed at overcoming the negative impact of crisis phenomena and adaptation of agriculture in conditions of uncertainty. In the article, the authors analyzed the works of leading scientists devoted to modern problems of technology transfer. The main stages of the technology transfer process are analyzed. Traditional and new models of technology transfer are considered. Structural changes in the technology transfer mechanism in connection with the COVID-19 pandemic and sanctions processes have been identified. The features of technology transfer in modern agriculture in Russia are established. The conducted research revealed that, in the current mechanism of technology transfer, there is a gap between fundamental and applied science, as well as end users of technologies. It is established that the effective mechanism of technology transfer is provided by the presence of three components: the level of development of fundamental and applied science; the possibilities of using the developed technologies; reducing the time of technology transfer from the moment of development to mass use. Special emphasis in the study is placed on the active use of information and communication technologies in improving the existing mechanism of technology transfer in modern agriculture in Russia to minimize the negative phenomena caused by the COVID-19 pandemic and the intensification of sanctions policy. It is concluded that in the conditions of crisis phenomena, it is necessary to create specialized scientific and technological platforms that ensure effective interaction of the state-science-education-business. The recommendations proposed in the article can be effectively used at the regional and federal level, in the processes of digital transformation of agriculture.

**Keywords:** technology transfer, agricultural economy, development economy, transfer models, interaction efficiency

**Acknowledgments:** the reported study was funded by RFBR, project number 20-010-00324.

**Введение.** Пандемия COVID-19, активная санкционная политика ведущих зарубежных стран в последние годы и ответные действия РФ повлияли на развитие российского сельского хозяйства, активизацию внутренних процессов, способствующих повышению эффективности деятельности хозяйствующих субъектов, изменили сложившиеся связи и традиционные схемы

взаимоотношений между структурными элементами экономических систем как внутри страны, так во взаимодействии в рамках мировой экономики. В силу вступления ограничений, связанных с COVID-19, прямое общение между людьми стало резко ограниченным, а действие санкций и контрсанкций нарушили сложившиеся традиционные мирохозяйственные связи, способ-

ствовали консолидированному развитию национальных экономик, возрастанию роли отрасли сельского хозяйства внутри стран, обеспечивающего продовольственную и экономическую безопасность отдельных стран и регионов.

Как было отмечено президентом РАН А.М. Сергеевым [14], а также в Стратегии НТР, в России не существует единой государственной



системы управления наукой и инновациями, что обуславливает разрозненность региональной, отраслевой, корпоративной и федеральной научно-технической и инновационной политики.

Трансформация общественных процессов отразилась и на механизме трансфера технологий в сельском хозяйстве. Сложившиеся в сельском хозяйстве традиционные схемы трансфера технологий подверглись изменению. Кардинальные изменения произошли на этапах поиска потенциальных заказчиков новых технологий и практического их использования. Поэтому одним из наиболее доступных способов получения необходимой информации для сельскохозяйственных товаропроизводителей является использование общедоступной информации, которая, как правило, неактуальна или не востребована.

**Методы проведенного исследования.** Теоретической базой исследования послужили труды ведущих зарубежных ученых, посвященные решению проблем трансфера технологий, таких как Silva V.L., Arenas J.J., González D., Audretsch D.B., Choi Hee Jun, Grimaldi R., Kenney M., Piccaluga A., Rambe, P., Etkowitz H., Leydesdorff L., Davide R. и других ученых.

В исследовании были использованы труды ученых российской экономической науки, а именно Н.В. Акиндинова, Э.Ф. Баранова, В.А. Бессонова, Ф.И. Ерешко, Ю.В. Соловьева, В.Г. Чаплыгина, В.Н. Мороз, Д.Ю. Файкова, Д.Ю. Байдарова и других ученых.

При проведении данного исследования использовались следующие методы исследования: метод эмпирического и сравнительного анализа, абстрактно-логический метод, графический метод, экономико-статистический метод и др.

**Целью исследования** являлось исследование структурных изменений, влияния кризисных явлений на механизм трансфера технологий в современном сельском хозяйстве России, а также совершенствование механизма трансфера технологий, направленного на преодоление негативного воздействия кризисных явлений и адаптации сельского хозяйства в условиях неопределенности.

**Результаты исследования.** Сельское хозяйство — ключевая сфера любой экономики, обеспечивающая население продуктами питания, являющаяся гарантом стабильного развития экономических систем. Уровень развития сельского хозяйства в национальной экономике свидетельствует о потенциальных возможностях государств их влияния на мировом уровне. Поэтому даже высокотехнологичные страны ставят своей задачей развитие аграрного сектора экономики стратегической задачей. Несмотря на то, что процесс производства сельскохозяйственной продукции во многих отраслях имеет непрерывный характер, последствия пандемии COVID-19 отразились и на механизме трансфера технологий в сельском хозяйстве [1].

В связи с происходящими процессами в России на государственном уровне взята активный курс на цифровизацию экономики и жизни населения, что предполагает реализацию крупномасштабных проектов, имеющих отражение в законодательной базе. Во-первых — это распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» [15], в котором говорится, что «Ежегодно мировая экономика существенно трансформируется и, как результат, появляется необходимость формирования прорывных решений и технологий по внедрению платформы по долгосрочному перспективному развитию агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов для устойчивого

социально-экономического развития, повышения конкурентоспособности отечественной продукции указанных комплексов, усиления продовольственной безопасности, развития научной и инновационной направленности (генетика и селекция), обеспечения эффективного вовлечения в оборот и управления землями сельскохозяйственного назначения, воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения, цифровой трансформации». Во-вторых — это распоряжение Правительства РФ «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» [16], где указаны приоритеты, цели и задачи цифровой трансформации, а также проблемы и вызовы цифровой трансформации, одной из проблем указано отсутствие единой цифровой площадки получения отраслевых данных.

В исследовании Ф.И. Ерешко, В.И. Меденникова, В.В. Кульба [17] отмечается, что использование единой типовой модели оптимальной информационной системы всеми сельскохозяйственными товаропроизводителями позволит объединить их в рамках единой цифровой платформы агропродовольственного комплекса, реализующей на основе использования облачных технологий интеграцию функций управления и всего стандартизованного комплекса технологических баз данных, что обеспечит не только унификацию информационных процедур, переход к единой системе классификаторов, нормативов и справочников, но и создаст условия разработки и широкого внедрения типовой информационно-управляющей системы.

Широко распространенными способами трансфера технологий является деление процесса трансфера технологий на передачу открытых и закрытых технологий. Открытые технологии — это технологии, которые открыты на рынке и свободно распространяются. Их использование зависит от желания конечного потребителя, наличия производственных возможностей, финансового обеспечения. Закрытые технологии, как правило, ограничены рамками крупных компаний, в которых они используются. С точки зрения эффективности наибольший интерес представляют закрытые технологии, но их получение ограничено компанией, использующей технологию и не желающей передавать разработки другим, так как это будет способствовать появлению конкурентов и необходимости в дальнейшем модернизации технологии. В сельском хозяйстве

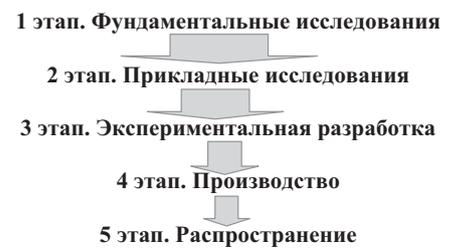


Рисунок 1. Схема линейного трансфера технологий в сельском хозяйстве (составлено авторами)  
Figure 1. Diagram of linear technology transfer in agriculture (compiled by the authors)

закрытые технологии используются крупными холдингами и не доступны мелким сельскохозяйственным товаропроизводителям, а основную сельскохозяйственную продукцию производят мелкие и средние аграрные бизнес-структуры.

Классическая схема трансфера технологий предполагает наличие пяти этапов: формулировка бизнес-идеи; корректировка и формирование коммерческих предложений; поиск заинтересованных в использовании новых технологий; доработка технологий для конкретного хозяйствующего субъекта; реализация технологии на конкретном предприятии. Проведенное нами исследование позволило выявить, что в настоящее время в сложившемся механизме трансфера технологий происходит разрыв между фундаментальной и прикладной наукой, а также конечными потребителями разрабатываемых технологий.

Представленные на рисунке 1 этапы трансфера технологий характерны как для сельского хозяйства, так и для других отраслей экономики. Пандемия COVID-19, а затем активизация санкционной политики способствовали изменению механизма трансфера на этапе поиска потенциальных заказчиков технологий и авторов разработок в силу невозможности прямого общения, использования зарубежных технологий. В связи с этим сельскохозяйственные товаропроизводители во многом остались без необходимой информации.

Появление научно-технологических платформ, специализированных научных сетей, развитие сети Internet и российского сегмента Интернета Runet обеспечивают высокую коммуникацию между учеными и потенциальными потребителями разрабатываемых технологий в дистанционном режиме. Уменьшению разрыва между этапом разработки и массовым использованием способствует деятельность транснациональных



Рисунок 2. Упрощенная модель трансфера технологий в сельском хозяйстве (составлено авторами)  
Figure 2. Simplified model of technology transfer in agriculture (compiled by the authors)





компаний, имеющих в своем составе как научные подразделения, так и внедренческие центры, тем самым обеспечивается связь между наукой и производством. Однако доступ до технологий, продающих крупными компаниями, ограничен нежеланием предоставлять технологии бесплатно, так как они во многом заинтересованы в получении коммерческого эффекта.

На наш взгляд, решающая роль в регулировании механизма трансфера технологий должна принадлежать государству, как гаранту, обеспечивающему процесс трансфера технологий в соответствии с действующим законодательством.

Эффективный механизм трансфера технологий обеспечивается наличием трех составляющих: уровнем развития фундаментальной и прикладной науки; возможностями использования разработанных технологий; сокращением времени передачи технологий от момента разработки до массового использования. На уровень развития науки в национальных экономиках, как правило, влияет уровень финансирования НИОКР, наличие ведущих научных и учебных учреждений, центров подготовки и переподготовки кадров для реального сектора экономики. Вторая составляющая эффективного механизма характеризуется возможностями использования разрабатываемых технологий, уровнем заинтересованности хозяйствующих субъектов в новых технологиях. Сокращению времени трансфера технологий способствуют современный уровень развития информационно-коммуникационных технологий, возможность быстрой передачи технологий посредством сети Internet (Runet), обеспечение возможности дистанционного консультирования.

Необходимо отметить, что в процессе трансфера технологий необходимо учитывать национальные особенности и традиции, а также сложившийся уровень технического и технологического развития.

В условиях адаптации сельского хозяйства и минимизации негативных кризисных явлений, проявляющихся при наступлении кризисов, наиболее эффективным механизмом трансфера технологий является создание и активное использование специализированных научно-технологических платформ, являющихся концентраторами имеющихся и разрабатываемых технологий. Данный координирующий центр трансфера технологий обеспечит дистанцион-

ный контакт между потребителями и разработчиками технологий, а также их дальнейшее сопровождение. Создание специализированных платформ обеспечит и эффективное взаимодействие между фундаментальной и прикладной наукой, бизнес-структурами, государством.

**Обсуждение.** По мнению Silva V.L. и др. [3], в современных условиях трансфер технологий в значительной степени зависит от интеграции между университетами, бизнесом и государственными структурами.

Arenas J.J., González D. [4] отмечают, что на трансфер технологий значительное влияние оказывает внешняя среда (социальные, поведенческие и законодательные факторы), а также создание центров трансфера технологий в рамках отдельных отраслей и сегментов экономики.

Audretsch D.B. и др. [5] отмечают, что появление новых технологий действует как движущая сила и как стимулирующий фактор глобализации. В то же время эти технологии быстро меняются, сокращая жизненные циклы продуктов и лежащих в их основе процессов, а также повышая стоимость технологий. При этом передача технологий академическими и научными учреждениями превратилась в стратегический фактор для компаний и стран, чтобы справиться с этими вызовами в глобальной экономике.

Choi Hee Jun [6] перечисляет большое число моделей трансфера технологий, среди которых, по его мнению, необходимо выделить наиболее распространенные: модель соответствия, модель использования знаний и модель контекстуального сотрудничества.

Grimaldi R., Kenney M., Piccaluga A. [7] отмечают возрастание роли университетов в процессе трансфера технологий, так как они лучше учитывают региональные особенности и традиции.

Исследования Rambe P., Khaola P. [8] на примере развивающихся стран также подтверждают наличие прямых значимых связей между инновациями и передачей технологий; передачей технологий и производительностью; а также производительностью и конкурентоспособностью.

Etzkowitz H., Leydesdorff L. [11] выделяют, что основой эффективного механизма трансфера является тройная спираль отношений: университет-промышленность-правительство.

Adam Mazurkiewicz, Tomasz Giesko, Beata Poteralska, Kim Hua Tan [9] отмечают наличие барьеров в процессе трансфера технологий, при

этом они выделяют внутрифирменные и межотраслевые барьеры.

По мнению Davide Rigo [10], участие в глобальной цепочке создания стоимости может расширить возможности обучения фирм развивающихся стран за счет внедрения иностранных технологий. Это имеет решающее значение для успеха страны, поскольку распространение знаний является мощным двигателем роста и решающим фактором в объяснении глобального распределения доходов.

По мнению Соловьевой Ю.В. [2], основной дальнейшего развития системы трансфера технологий является формирование необходимой организационной системы, ориентированной на обеспечение процесса получения, реализации и распространения результатов научных исследований и разработок с привлечением всех участников инновационного процесса — государства, науки, сферы образования, бизнеса.

По мнению Чаплыгина В.Г., Мороз В.Н. [12], координация и регулирование процессов трансфера технологий в инновационном кластере со стороны ведущей организации (ядра), проводимые с учетом характера взаимодействия между участниками, являющимися сторонами трансфера, способны существенно повысить эффективность трансфера технологий. При этом эффективность трансфера технологий измеряется долей передаваемых технологий, нашедших практическое применение в деятельности.

Файков Д.Ю., Байдаров Д.Ю. в своем исследовании [13] делают вывод о том, что в настоящее время необходимо акцентировать внимание на распределении прав на интеллектуальную собственность и возможности передачи их от государственных организаций в частный сектор, в производство.

Проведенное нами ранее исследование [18] позволило сделать вывод, что различные научно-образовательные учреждения создают собственные технологические платформы, информационные пространства и маркетинговые, объединяющие различные группы участников, и не взаимодействующие друг с другом. Но, как правило, информация порой дублируется, является устаревшей и не отвечает интересам аграриев в современных условиях, что должно привести к созданию единой научно-технологической платформы, обеспечивающей эффективный трансфер технологий и решение возникающих проблем.

**Область применения результатов.** Предложенные в статье рекомендации возможно эффективно применять на региональном и федеральном уровнях в лице Министерства сельского хозяйства РФ и региональных профильных министерств, в процессах цифровой трансформации сельского хозяйства. При этом государство может стать заказчиком на разработку единой цифровой платформы аграрной отрасли, субъектом, осуществляющим стратегическое управление распределенной информационной системой и гарантирующим базовый уровень информационной безопасности сельскохозяйственных товаропроизводителей.

**Выводы.** В современных условиях механизм трансфера технологий в сельском хозяйстве существенно меняется, возрастает роль информационно-коммуникационных технологий в процессе передачи технологий от момента разработки до массового использования бизнес-структурами. Необходимо создание специализированных научно-технологических платформ, обеспечивающих тесное взаимодействие всех субъектов трансфера технологий — государства, науки, образования, бизнес-структур.

Создание специализированных научно-технологических платформ должно заключаться

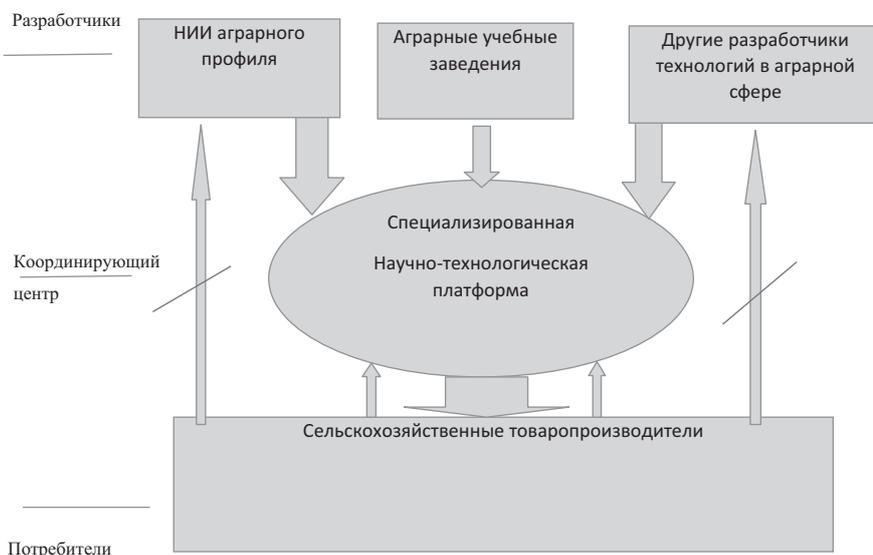


Рисунок 3. Усовершенствованный механизм трансфера технологий в современном сельском хозяйстве (составлено авторами)  
Figure 3. Improved mechanism of technology transfer in agriculture in the modern agriculture (compiled by the authors)



в обеспечении скоординированной деятельности государства по эффективному использованию и наращиванию интеллектуального, научно-технического, производственного потенциалов и человеческого капитала в создании новой современной инфраструктуры и инноваций в аграрный сектор страны. Кооперация государства, научно-образовательных учреждений, аграриев позволит создать рынок инновационной продукции и объединиться на основе активного использования цифровых экосистем.

Создание специализированных научно-технологических платформ обеспечит и эффективное взаимодействие между фундаментальной и прикладной наукой, бизнес-структурами, государством.

#### Список источников

1. Макроэкономические эффекты пандемии COVID-19 и перспективы восстановления экономики: доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13-30 апреля 2021 г. / Н.В. Акиндинова (рук. авт. кол.), Э.Ф. Баранов, В.А. Бессонов и др.; НИУ «Высшая школа экономики». М.: ИД Высшей школы экономики, 2021. 96 с.
2. Соловьева Ю.В. Механизм трансфера технологий в инновационной экономике: монография. М.: РУДН, 2016. 164 с.
3. Silva, V.L., Kovaleski, J.L., Pagani, R.N. (2019). Technology transfer and human capital in the industrial 4.0 scenario: a theoretical study. *Future studies research journal São Paulo*, vol. 11, no. 1, pp. 102-122.
4. Arenas, J.J., González, D. (2018). Technology Transfer Models and Elements in the University-Industry Collaboration. *Adm. Sci.*, 8, 19. doi: 10.3390/admsci8020019 www.mdpi.com/journal/admsci
5. Audretsch, D.B. et al. (2014). Technology transfer in a global economy. *The Journal of Technology Transfer*, 39, pp. 301-312. doi: 10.1007/s10961-012-9283-6
6. Choi Hee Jun (2020). Technology Transfer Issues and a New Technology Transfer Model. *The Journal of Technology Studies*, pp. 49-57.
7. Grimaldi, R., Kenney, M., Piccaluga, A. (2020). University technology transfer, regional specialization and local dynamics: lessons from Italy. *The Journal of Technology Transfer*. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09804-7>
8. Rамbe, P., Khaola, P. (2021). The impact of innovation on agribusiness competitiveness: the mediating role of technology transfer and productivity. *European Journal of Innovation Management*. Available at: <https://doi.org/10.1108/EJIM-05-2020-0180>
9. Mazurkiewicz, A., Giesko, T., Poteralska, B., Tan, K.H. (2021). Crossing the chasm: overcoming technology transfer barriers resulting from changing technical requirements in the process of innovation development in R&D organisations. *Technology Analysis & Strategic Management*, doi: 10.1080/09537325.2021.1950673
10. Rigo, D. (2021). Global value chains and technology transfer: new evidence from developing countries. *Review of World Economics*, 157:271-294. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10290-020-00398-8>
11. Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
12. Чаплыгин В.Г., Мороз В.Н. Математическое определение эффективности трансфера технологий // Экономика и математические методы. 2020. Т. 56. № 3. С. 136-144.
13. Faykov, D.Yu., Baydarov, D.Yu. (2020). Organization of technology transfer at the national laboratories of the USA: Russian enterprises experience. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, 10. (3). 1687-1710. doi: 10.18334/vinec.10.3.110658

#### Информация об авторах:

**Коростелев Вячеслав Геннадиевич**, кандидат экономических наук, доцент, руководитель, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8082-7643>, [vkor2006@yandex.ru](mailto:vkor2006@yandex.ru)

**Уколова Надежда Викторовна**, доктор экономических наук, профессор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9416-924X>, [ukolovanv@sgau.ru](mailto:ukolovanv@sgau.ru)

**Монахов Сергей Владимирович**, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0260-6319>, [monahovsv@mail.ru](mailto:monahovsv@mail.ru)

#### Information about the authors:

**Vyacheslav G. Korostelev**, candidate of economic sciences, associate professor, director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8082-7643>, [vkor2006@yandex.ru](mailto:vkor2006@yandex.ru)

**Nadezhda V. Ukolova**, doctor of economic sciences, professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9416-924X>, [ukolovanv@sgau.ru](mailto:ukolovanv@sgau.ru)

**Sergey V. Monakhov**, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0260-6319>, [monahovsv@mail.ru](mailto:monahovsv@mail.ru)

14. Доклад «О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации» подготовлен в соответствии со ст. 7 Федерального закона Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Доклад утвержден решением общего собрания РАН 20-21 апреля 2021 г. Доклад подготовлен Информационно-аналитическим центром «Наука» РАН (ИАЦ «Наука» РАН) при участии Института проблем развития науки РАН (ИПРАН РАН). Режим доступа: <https://www.inr.ru/rus/2021/doclad-ran.pdf>

15. Распоряжение Правительства РФ от 12.04.2020 № 993-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_350437/2f503636811b985ecf7c2a52a18a0b71b04724f/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_350437/2f503636811b985ecf7c2a52a18a0b71b04724f/)

16. Распоряжение Правительства РФ от 29.12.2021 № 3971-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/138637/>

17. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Кульба В.В. Сквозные технологии в АПК на основе цифровых стандартов // Мягкие измерения и вычисления. 2019. № 10 (23). С. 29-36.

18. Уколова Н.В., Монахов С.В., Шиханова Ю.А. и др. Трансформация механизма трансфера технологий в сельском хозяйстве в условиях неопределенности в экономике. Саратов: ООО «Амирит», 2021. 162 с.

#### References

1. Akindinova, N.V., Baranov, E.F., Bessonov, V.A. i dr. (ed.) (2021). *Макроэкономические эффекты пандемии COVID-19 i perspektivy vosstanovleniya ekonomiki: doklad k XXII Aprelskoi mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 13-30 aprelya 2021 g.* [Macroeconomic effects of the COVID-19 pandemic and prospects for economic recovery: dokl. to the XXII Apr. international Scientific Conference on problems of economic and social development, Moscow, 13-30 Apr. 2021]. Moscow, Publishing House of the Higher School of Economics, 96 p.
2. Solov'eva, Yu.V. (2016). *Mekhanizm transferta tekhnologii v innovatsionnoi ekonomike: monografiya* [The mechanism of technology transfer in the innovative economy: monograph]. Moscow, RUDN, 164 p.
3. Silva, V.L., Kovaleski, J.L., Pagani, R.N. (2019). Technology transfer and human capital in the industrial 4.0 scenario: a theoretical study. *Future studies research journal São Paulo*, vol. 11, no. 1, pp. 102-122.
4. Arenas, J.J., González, D. (2018). Technology Transfer Models and Elements in the University-Industry Collaboration. *Adm. Sci.*, 8, 19. doi: 10.3390/admsci8020019 www.mdpi.com/journal/admsci
5. Audretsch, D.B. et al. (2014). Technology transfer in a global economy. *The Journal of Technology Transfer*, 39, pp. 301-312. doi: 10.1007/s10961-012-9283-6
6. Choi Hee Jun (2020). Technology Transfer Issues and a New Technology Transfer Model. *The Journal of Technology Studies*, pp. 49-57.
7. Grimaldi, R., Kenney, M., Piccaluga, A. (2020). University technology transfer, regional specialization and local dynamics: lessons from Italy. *The Journal of Technology Transfer*. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09804-7>
8. Rамbe, P., Khaola, P. (2021). The impact of innovation on agribusiness competitiveness: the mediating role of technology transfer and productivity. *European Journal of Innovation Management*. Available at: <https://doi.org/10.1108/EJIM-05-2020-0180>
9. Mazurkiewicz, A., Giesko, T., Poteralska, B., Tan, K.H. (2021). Crossing the chasm: overcoming technology transfer barriers resulting from changing technical requirements in the process of innovation development in R&D organisations. *Technology Analysis & Strategic Management*, doi: 10.1080/09537325.2021.1950673
10. Rigo, D. (2021). Global value chains and technology transfer: new evidence from developing countries. *Review of World Economics*, 157:271-294. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10290-020-00398-8>
11. Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
12. Чаплыгин В.Г., Мороз В.Н. Математическое определение эффективности трансфера технологий // Экономика и математические методы. 2020. Т. 56. № 3. С. 136-144.
13. Faykov, D.Yu., Baydarov, D.Yu. (2020). Organization of technology transfer at the national laboratories of the USA: Russian enterprises experience. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, 10. (3). 1687-1710. doi: 10.18334/vinec.10.3.110658

tions. *Technology Analysis & Strategic Management*, doi: 10.1080/09537325.2021.1950673

10. Rigo, D. (2021). Global value chains and technology transfer: new evidence from developing countries. *Review of World Economics*, 157:271-294. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10290-020-00398-8>

11. Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.

12. Chaplygin, V.G., Moroz, V.N. (2020). Matematicheskoe opredelenie effektivnosti transfera tekhnologii [Mathematical definition of technology transfer efficiency]. *Ehkonomika i matematicheskie metody* [Economics and mathematical methods], vol. 56, no. 3, pp. 136-144.

13. Faykov, D.Yu., Baydarov, D.Yu. (2020). Organization of technology transfer at the national laboratories of the USA: Russian enterprises experience. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, 10. (3). 1687-1710. doi: 10.18334/vinec.10.3.110658

14. Doklad «O realizatsii gosudarstvennoi nauchno-tekhnicheskoi politiki v Rossiiskoi Federatsii» podgotovlen v sootvetstviy so st. 7 Federal'nogo zakona Rossiiskoi Federatsii ot 27 sentyabrya 2013 g. № 253-FZ «O Rossiiskoi akademii nauk, reorganizatsii gosudarstvennykh akademii nauk i vnosenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii». Doklad utverzhen resheniem obshchego sobraniya РАН 20-21 aprelya 2021 g. Doklad podgotovlen Informatsionno-analiticheskim tsentrom «Наука» РАН (IATS «Наука» РАН) pri uchastii Instituta problem razvitiya nauki РАН (IPRAN РАН) [The report "On the Implementation of the State Scientific and Technical Policy in the Russian Federation" was prepared in accordance with Article 7 of the Federal Law of the Russian Federation No. 253-FZ dated September 27, 2013 "On the Russian Academy of Sciences, Reorganization of State Academies of Sciences and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation". The report was approved by the decision of the General Meeting of the Russian Academy of Sciences on April 20-21, 2021. The report was prepared by the Information and Analytical Center "Science" of the Russian Academy of Sciences (IAC "Science" of the Russian Academy of Sciences) with the participation of the Institute of Problems of Science Development of the Russian Academy of Sciences (IPRAN RAS)]. Available at: <https://www.inr.ru/rus/2021/doclad-ran.pdf>

15. Rasporiyazhenie Pravitel'stva RF ot 12.04.2020 № 993-r «Ob utverzhenii Strategii razvitiya agropromyslennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda» [Decree of the Government of the Russian Federation dated 12.04.2020 No. 993-r "On approval of the Strategy for the development of agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030"]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_350437/2f503636811b985ecf7c2a52a18a0b71b04724f/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_350437/2f503636811b985ecf7c2a52a18a0b71b04724f/)

16. Rasporiyazhenie Pravitel'stva RF ot 29.12.2021 № 3971-r «Ob utverzhenii strategicheskogo napravleniya v oblasti tsifrovoy transformatsii otasley agropromyslennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda» [Decree of the Government of the Russian Federation No. 3971-r dated 12/29/2021 "On Approval of the strategic direction in the Field of digital transformation of the agro-industrial and fisheries sectors of the Russian Federation for the period up to 2030"]. Available at: <http://government.ru/docs/all/138637/>

17. Ershko, F.I., Medennikov, V.I., Kul'ba, V.V. (2019). Skvoznye tekhnologii v APK na osnove tsifrovyykh standartov [End-to-end technologies in agriculture based on digital standards]. *Myagkie izmereniya i vychisleniya* [Soft measurements and calculations], no. 10 (23), pp. 29-36.

18. Ukolova, N.V., Monakhov, S.V., Shikhanova, Yu.A. i dr. (2021). *Transformatsiya mekhanizma transferta tekhnologii v sel'skom khozyaystve v usloviyakh neopredelennosti v ekonomike* [Transformation of the mechanism of technology transfer in agriculture in conditions of uncertainty in the economy]. Saratov, LLC «Amirity», 162 p.





Научная статья

УДК 631.155.6

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_416

## СТИМУЛИРУЮЩАЯ И КОМПЕНСИРУЮЩАЯ СУБСИДИИ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗЕРНОВЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ, НОВОСИБИРСКОЙ И ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТЯХ

**А.В. Петриков, Е.А. Гатаулина**

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А.А. Никонова — филиал «Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий — Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», Москва, Россия

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований влияния стимулирующей и компенсирующей субсидий на рентабельность реализации зерновых в сельскохозяйственных организациях Волгоградской, Новосибирской областях и Чувашской Республике в 2020 г., а также сделан анализ охвата и концентрации этих субсидий, размаха вариации в размере предоставленных субсидий. Источником послужили данные годовых отчетов сельскохозяйственных организаций этих регионов за 2019–2020 гг. Работа проведена в рамках сотрудничества со Счетной Палатой Российской Федерации. Сделан анализ нормативно-правового регулирования стимулирующей и компенсирующей субсидий в структуре Госпрограммы развития сельского хозяйства. Используются аналитический, сравнительный, расчетно-конструктивный методы, метод группировки. Сделан вывод о более высокой востребованности компенсирующей субсидии во всех исследуемых регионах. Наиболее доступна эта субсидия в сельскохозяйственных организациях Чувашской Республики, где ею воспользовались более 80 % имеющих посевы зерновых хозяйств. Охват стимулирующей субсидией в силу условий ее предоставления значительно ниже. В 2022 г. производство зерновых исключено из приоритетных направлений стимулирующей субсидии. Во всех регионах реализация зерновых была высокорентабельной, и в среднем субсидии не повлияли значительно на ее значение, за исключением Чувашской Республики. В то же время во всех регионах имелись хозяйства с убыточной реализацией зерна. В Волгоградской области субсидии не смогли вывести их реализацию из убыточной зоны, в то время как в Новосибирской области это удалось для большей части таких хозяйств. В анализируемых регионах значительно различается размер компенсирующей и стимулирующей субсидий как по отдельным хозяйствам, их получившим, так и по исследуемым регионам. Высока степень концентрации субсидий в отдельных хозяйствах.

**Ключевые слова:** стимулирующая субсидия, компенсирующая субсидия, производство зерновых, государственная поддержка

Original article

## STIMULATING AND COMPENSATING SUBSIDIES FOR THE PRODUCTION OF GRAIN IN AGRICULTURAL ORGANIZATIONS OF THE REPUBLIC OF CHUVASHIA, NOVOSIBIRSK AND VOLGOGRAD REGIONS

**A.V. Petrikov, E.A. Gataulina**

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov — Branch of the “Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas — All-Russian Research Institute of Agricultural Economics”, Moscow, Russia

**Abstract.** The article presents the results of the research of the impact of stimulating and compensating subsidies on the profitability of grain sales in agricultural organizations in the Volgograd, Novosibirsk regions and the Republic of Chuvashia in 2020, as well as an analysis of the coverage and concentration of these subsidies, the range of variation in the amount of subsidies provided. The study is based on the data of the annual reports of agricultural organizations in these regions for 2019–2020. The work was carried out in the framework of cooperation with the Accounts Chamber of the Russian Federation. An analysis of the legal regulation of stimulating and compensating subsidies in the structure of the State Program for the Development of Agriculture is conducted. Analytical, comparative computational and constructive methods, groupings are used. It is concluded that there is a higher demand for compensatory subsidies in all the studied regions. This subsidy is most accessible in agricultural organizations of the Republic of Chuvashia, where more than 80 % of grain farms with this crops have used it. The coverage of the incentive subsidy, due to the conditions of its provision, is much lower. In 2022, grain production is excluded from the priority areas of the incentive subsidy. In all regions, the sale of grain was highly profitable, and on average subsidies did not significantly affect its value, with the exception of the Republic of Chuvashia. However, in all regions there were farms with unprofitable grain sales. In the Volgograd region, subsidies failed to bring their sales out of the unprofitable zone, while in the Novosibirsk region it succeeded for the majority of such farms. In the analyzed regions, the amount of compensatory and incentive subsidies varies significantly both for individual farms that received them and for the regions under study. The degree of concentration of subsidies in individual farms is high.

**Keywords:** incentive subsidy, compensatory subsidy, cereal production, state support

**Введение.** Государственная поддержка сельского хозяйства находится в процессе постоянного изменения. Одним из относительно недавних нововведений стали компенсирующая

и стимулирующая субсидии, начавшие действовать с 2020 г. Компенсирующая субсидия, как следует из ее названия, призвана компенсировать сельскохозяйственным производителям

часть затрат. По сути она является зонтичной, так как представляет собой не одну субсидию производителям, рассчитанную по одной методике и на одной базе, что реально упростило



бы администрирование, а сохранение внутри ее видов и механизмов ранее действовавших видов поддержек, таких как поддержка элитного семеноводства, сельскохозяйственного страхования, развития оленеводства, субсидии на литр реализованного молока, погектарной несвязанной поддержки и целого ряда других выплат под одним объединяющим «зонтиком» компенсирующей субсидии. Для каждой из этих видов поддержек предусмотрен свой механизм предоставления, свои бенефициары. (Полный актуальный перечень видов и механизмов этих поддержек определен в Приложении № 7 Госпрограммы развития сельского хозяйства (ред. от 24.12.2021). Администрирование и транзакционные издержки такой подход не упрощает, так как Минсельхоз России, как и региональные органы управления АПК, не только продолжают отслеживать каждую из этих поддержек, но, кроме того, еще и вынуждены делать расчеты, обобщающие отчеты в целом по компенсирующей субсидии, причем отдельно группируя поддержки, выделенные на площадь посевов и головы скота и на единицу продукции.

Цель стимулирующей субсидии состоит в том, чтобы финансово заинтересовать производителей нарастить производство в приоритетных направлениях, которые утверждаются на федеральном уровне, а регионы могут только выбирать из предложенного перечня. Несмотря на то, что стимулирующая субсидия существует неполные два года, этот перечень уже претерпел существенные изменения. Так, с 2022 г. в нем уже нет таких значимых отраслей, как производство зерновых и зернобобовых, масличных, виноградарства. Добавились глубокая переработка зерна, производство овощей закрытого грунта, но только выращенных с соблюдением технологии досвечивания. Таким образом, ни на какую стабильность условий и механизмов поддержки производители рассчитывать не могут.

Исключение из приоритетных направлений виноградарства связано с новым федеральным проектом «Стимулирование развития виноградарства и виноделия». Субсидии на это направление утверждены Постановлением РФ от 4.12.2022 г. № 2196. Почему именно развитие виноградарства и виноделия было усилено до статуса федерального проекта, а не другие приоритетные направления в рамках стимулирующей субсидии, например овощеводство, мясное скотоводство, остается неясным.

Недостатком является появление новых видов отраслевых поддержек вне рамок стимулирующей и компенсирующей субсидий, которые также могут оказывать значительное влияние на производство в приоритетных отраслях. Так, Постановлением Правительства РФ от 6 февраля 2021 г. № 118 введена субсидия на возмещение производителям зерновых культур части затрат на их производство и реализацию, при этом субсидия в этом году не нашла отражение в структуре Госпрограммы развития сельского хозяйства, утвержденной Постановлением Правительства РФ № 717 (ред. от 24.12.2021 г.) [1]. Соответствующее изменение, оформленное как отдельное Приложение № 14 к Госпрограмме, принято только 22 февраля 2022 г. [2]. Однако в состав Госпрограммы оно будет включено только с 01.01.2024 г. При введении этой поддержки производство зерновых и зернобобовых еще не было исключено из приоритетных направлений стимулирующей субсидии.

Действует отдельная субсидия на «стимулирование увеличения производства масличных культур», введенная Постановлением Правительства РФ от 5.02.2020 г. Несмотря на явно заявленную и следующую из названия цель — «стимулирование роста», в стимулирующей субсидии данная поддержка не вошла. Это мера реализации федерального проекта «Экспорт продукции АПК».

Таким образом, в действующей системе организации господдержки сельского хозяйства сложно собрать все поддержки, оказываемые одной отрасли, чтобы оценить уровень ее реального субсидирования (хотя такая работа ведется с той или иной степенью точности, по крайней мере, по основным видам поддержек, например для ОЭСР [3, р. 476; 4]). Другой объективной сложностью является то, что невозможно однозначно и точно определить влияние конкретной субсидии на изменения в производстве, секторе. Обычно для этого используются статистические (корреляционно-регрессионные) или модельные методы, основанные на вероятностной связи. Такие оценки достаточно распространены [5-9].

В то же время по отчетности сельхозпроизводителей, предоставляемых Минсельхозу России, можно точно определить, как повлияла конкретная субсидия на рентабельность производства культуры, а именно на этот показатель ориентируется любой коммерческий производитель в своих решениях о наращивании или снижении объемов производства. Субсидия — это, по существу, снижение затрат производителя на определенную сумму и высвобождение средств для других нужд [10]. Особенно сильно влияние субсидии, если она меняет значение рентабельности из отрицательной на положительную, или приближает к такому ее значению, при котором производитель начинает рассматривать планы по расширению производства. Согласно исследованиям ученых ВИАПИ, это значение начинается от 20% [11]. Позволяют данные отчетов сельскохозяйственных организаций также оценить и доступность, охват, степень концентрации, различия в размере поддержки, что особенно актуально в настоящее время при ограниченности финансовых ресурсов.

**Целью** данной статьи является анализ доступности, концентрации и влияния на рентабельность компенсирующей и стимулирующей субсидий, полученных в 2020 г. сельскохозяйственными организациями Чувашской Республики, Волгоградской и Новосибирской областей на производство зерновых и зернобобовых.

**Методы исследования.** Работа выполнялась в рамках сотрудничества со Счетной Палатой РФ на микроданных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций вышеуказанных регионов за 2019-2020 гг. Выбор регионов обусловлен доступностью данных, выбор отрасли — значением, которое имеет производство зерновых для продовольственной безопасности. В годовых отчетах отдельно выделялись компенсирующая и стимулирующая субсидии, выделенные на площадь и на продукцию. Итоговые данные сопоставлялись с данными сводных отчетов об отраслевых показателях деятельности организаций агропромышленного комплекса (сельское хозяйство) за 2020 г. этих регионов. Использовался метод группировок, расчетно-конструктивный, сравнительный метод.

**Результаты.** Во всех анализируемых регионах наиболее востребована и доступна

компенсирующая субсидия, распределенная по площади. В Чувашской Республике ее получили 80,1% от числа сельскохозяйственных организаций (СХО), имеющих посевы зерновых и зернобобовых, в Волгоградской области — 53,2%, в Новосибирской области — 70,1%. Из приведенных данных видно, что наибольшая доступность по этой субсидии — в СХО Чувашской Республики, в то время как в Волгоградской области ею воспользовались немногим более половины СХО. Компенсирующей субсидии, распределенной на продукцию, в анализируемых регионах выделено не было.

Стимулирующая субсидия направлена на рост производства, не все хозяйства могут его обеспечить, поэтому доступность этого вида поддержки ниже. Так, стимулирующую субсидию, распределенную на площадь, получили в Чувашской Республике 7,9% СХО, имевших посевы зерновых и зернобобовых, в Волгоградской области — 28,5% и в Новосибирской области — 13,9%. Стимулирующей субсидии, распределенной на продукцию, в Чувашской Республике и Волгоградской области выделено не было. В Новосибирской области этот вид поддержки получили 12 СХО (3,3% от имевших посевы зерновых и зернобобовых).

Таким образом, в Волгоградской области стимулирующая субсидия доступна более широкому кругу хозяйств. Это может объясняться и более благоприятными условиями для производства зерновых по сравнению с Новосибирской областью и Чувашской Республикой и специализацией области на зерновом производстве.

В анализируемых регионах существенно различается размер компенсирующей и стимулирующей (совокупно как распределенной на площадь, так и на продукцию) субсидий по регионам. Так, в Чувашской Республике размер компенсирующей субсидии в среднем на 1 га посевов зерновых и зернобобовых СХО, получивших эту субсидию, составил 1072 руб./га, стимулирующей — 401,2 руб./га, в Волгоградской области — 381 и 344 руб./га и в Новосибирской области — 271,2 и 268,2 руб./га соответственно. Таким образом, в Новосибирской области при самой низкой рентабельности самый низкий размер субсидий.

Необходимо отметить, что реализация зерна в 2020 г. в среднем по всем регионам была высокорентабельной. Рентабельность реализации зерновых и зернобобовых без субсидий по хозяйствам, имеющим посевы зерновых, в 2020 г. в Волгоградской области составляла +66,4%, в то время как в Чувашской Республике — +46,4%, в Новосибирской области — +39,2%. В 2020 г. субсидии повышали рентабельность реализации зерновых по совокупности СХО, имевших посевы, в Чувашской Республике — до +54,9%, или на 8,5 п.п., в Волгоградской области — до +69,2%, или на 2,8 п.п., в Новосибирской области — до +42,2%, или на 3 п.п. Таким образом, в лучшем положении по поддержке рентабельности оказались производители зерновых Чувашской Республики. Несмотря на высокие средние показатели рентабельности, в каждом регионе есть хозяйства, где она намного ниже и даже отрицательна. Для этих хозяйств роль субсидий может иметь существенное значение. В Чувашской Республике избыточную реализацию зерна без субсидий имели 17 хозяйств, или 9% СХО, имевших посевы зерновых. Их доля в производстве составила 4%,





из них компенсирующую субсидию получили 8 хозяйств. При этом для четырех из них субсидия позволила сделать производство рентабельным и еще в одном существенно сократила убыточность. Стимулирующую субсидию эти хозяйства не получали.

В Волгоградской области у 25 СХО продажа зерна генерировала убытки, из них 9 получили субсидии. Однако ни в одном из хозяйств они не смогли существенно повысить рентабельность до положительной. Повышение рентабельности этих хозяйств в среднем по группе произошло с -15,5 до -14,1%. Еще у 65 СХО рентабельность реализации зерна без субсидий была на уровне 20% и ниже, что недостаточно для обновления и модернизации производства. Субсидии этой группе позволили повысить ее величину с 12,1 до 13,8%, то есть их влияние было незначительным.

В Новосибирской области у 48 СХО продажа зерна генерировала убытки, из них 33 получили субсидии, при этом у 18 из них рентабельность стала положительной, то есть влияние субсидий для них было значительным.

Во всех анализируемых регионах наблюдается высокая концентрация субсидий у отдельных производителей (табл. 1-3). В Чувашской Республике 50% компенсирующей субсидии было распределено среди 20% хозяйств с долей в производстве 29%. По стимулирующей субсидии более 90% ее объема получили 6,3% СХО с долей в производстве 17,4% (табл. 1).

В Волгоградской области 50% компенсирующей субсидии распределилось среди 5,6% хозяйств, имеющих посевы зерновых, на них приходилось 14,7% производства. По стимулирующей субсидии более 90% ее объема получили 16% СХО с долей в производстве 44% (табл. 2).

В Новосибирской области 50% компенсирующей субсидии было распределено среди 11% хозяйств, имеющих посевы зерновых, на них приходилось 21% производства. По стимулирующей субсидии 90% ее объема получили 8,7% СХО с долей в производстве 19,9% (табл. 3).

Во всех регионах наблюдается сильная вариация по размеру субсидий в расчете на 1 га посевов среди получивших ее сельскохозяйственных организаций. Так, в Волгоградской области размер субсидий варьировал от 2638 до 6 руб./га посева зерновых по компенсирующей субсидии и от 1287 до 1 руб./га по стимулирующей. В Новосибирской области размер субсидий, полученных хозяйствами, также сильно варьировал: от 1902 до 4 руб./га посева зерновых по компенсирующей субсидии и от 904 до 4,4 руб./га по стимулирующей. Аналогично в Чувашской Республике — от 3397 до 46 руб./га посева зерновых по компенсирующей субсидии и от 608 до 237 руб./га по стимулирующей. Таким образом, разные хозяйства получили различную степень поддержки — от существенной до незначительной.

Большинство производителей, получивших стимулирующую субсидию, сумели обеспечить прирост производства зерновых в 2020 г. по сравнению с предыдущим годом. В Чувашской Республике это 11 из 15 СХО, получивших стимулирующую субсидию. При этом из четырех хозяйств, не сумевших нарастить производство, у двух это связано с сокращением урожайности, а в двух других — с сокращением посевов, причем у одного из них в 2020 г. площадь снизилась на треть. Если субсидия выделялась для стимулирования производства в 2020 г., страным взглядит решение хозяйств, получивших ее, сократить площади.

В Волгоградской области треть СХО, получивших стимулирующую субсидию в 2020 г., не сумели увеличить производство зерна по сравнению с 2019 г. (34 из 122 СХО, функционирующих как в 2019, так и в 2020 гг. и получивших стимулирующую субсидию). Снижение производства в основном произошло из-за сокращения посевов и убранных площадей и, в незначительной мере, из-за снижения урожайности. В группе СХО, нарастивших производство, это произошло в основном за счет урожайности, так как, несмотря на рост посевов, убранные площади сократились.

В Новосибирской области доля хозяйств, не сумевших нарастить производство, составляет менее 40% (22 из 57 СХО). При этом на эти хозяйства пришлось 46% всей суммы стимулирующей субсидии, выделенной в 2020 г. Снижение произошло как из-за сокращения посевов, так и урожайности. При этом сумма на 1 га посевов зерновых у этих хозяйств выше, чем у СХО, сумевших нарастить производство зерна. В группе СХО, нарастивших производство, увеличение обусловлено в основном ростом посевов и, в некоторой степени, урожайности.

**Выводы.** Проведенный анализ показал более высокую доступность и востребованность компенсирующей субсидии по сравнению со стимулирующей во всех рассмотренных регионах. Выявлены большие различия в размере этих субсидий в расчете на 1 га посевов зерновых. Такое положение ставит сельскохозяйственных производителей из разных регионов в неравные условия рыночной конкуренции. При этом меньше всего размер субсидии в расчете на 1 га получили производители Новосибирской

Таблица 1. Концентрация компенсирующей и стимулирующей субсидий в СХО — производителей зерновых в Чувашской Республике

Table 1. Concentration of compensatory and incentive subsidies of agricultural producers of grain in the Republic of Chuvashia

Компенсирующая субсидия				Стимулирующая субсидия			
доля в компенсирующей субсидии, %	доля в численности хозяйств, %	число хозяйств, получивших субсидию	доля в производстве, %	доля в стимулирующей субсидии, %	доля в численности хозяйств, %	число хозяйств, получивших субсидию	доля в производстве, %
9,0	1,1	2	7,7	29,1	0,5	1	4,3
21,1	3,7	7	14,0	39,6	1,1	2	8,0
30,0	6,3	12	17,7	48,7	1,6	3	9,4
40,6	33,6	19	23,8	62,5	2,6	5	11,9
50,7	20	27	29,4	73,8	3,7	7	13,6
60,3	19,4	37	41,2	82,4	4,7	8	15,6
70,3	26,7	51	49,9	92,1	6,3	12	17,4
80,2	36,1	69	59,4	100,0	7,9	15	19,3
90,3	49,2	94	71,9	не получили (0)	92,2	176	80,7
100	80,1	153	88,3				
не получили (0)	19,9	38	11,7				

Источник: по данным отчетов сельскохозяйственных организаций.

Таблица 2. Концентрация компенсирующей и стимулирующей субсидий в СХО — производителей зерновых в Волгоградской области

Table 2. Concentration of compensatory and incentive subsidies of agricultural producers of grain in the Volgograd region

Компенсирующая субсидия				Стимулирующая субсидия			
доля в компенсирующей субсидии, %	доля в численности хозяйств, %	число хозяйств, получивших субсидию	доля в производстве, %	доля в стимулирующей субсидии, %	доля в численности хозяйств, %	число хозяйств, получивших субсидию	доля в производстве, %
10,5	0,5	2	2,1	11,9	0,5	2	3,0
20,3	1,2	5	3,9	21,1	0,9	4	6,3
31,1	2,3	10	8,2	29,6	1,4	6	12,1
40,0	3,7	16	10,4	41,0	2,3	10	15,4
50,0	5,6	24	14,7	50,1	3,5	15	18,8
60,4	8,1	35	18,7	60,4	5,3	23	24,5
70,3	12,0	52	24,4	70,5	7,6	33	29,0
80,2	17,6	76	33,0	80,1	11,1	48	35,9
90,1	25,9	112	46,3	90,2	16,4	71	44,2
100	53,2	230	72,3	100,0	28,5	123	57,7
не получили (0)	46,8	202	27,7	не получили (0)	71,5	309	42,3

Источник: по данным отчетов сельскохозяйственных организаций.



Таблица 3. Концентрация компенсирующей и стимулирующей субсидий в СХО — производителей зерновых в Новосибирской области  
Table 3. Concentration of compensatory and incentive subsidies of agricultural producers of grain in the Novosibirsk region

Компенсирующая субсидия				Стимулирующая субсидия			
доля в компенсирующей субсидии, %	доля в численности хозяйств, %	число хозяйств, получивших субсидию	доля в производстве, %	доля в стимулирующей субсидии, %	доля в численности хозяйств, %	число хозяйств, получивших субсидию	доля в производстве, %
10,5	1,1	4	4,2	12,7	0,3	1	1,73
20,1	2,7	10	7,1	22,6	0,5	2	2,6
30,8	5,2	19	11,1	33,5	1,1	4	5,2
40,3	7,9	29	13,9	42,2	1,6	6	6,4
50,0	11,1	41	21,0	49,8	2,2	8	7,6
60,0	15,5	57	25,9	60,1	3,0	11	11,9
70,1	21,5	79	32,6	70,6	4,1	15	14,1
80,2	29,3	108	39,1	79,8	5,7	21	16,1
90,1	40,5	149	54,0	90,3	8,7	32	19,9
100	70,1	258	75,4	100,0	17,1	63	25,0
не получили (0)	29,9	110	24,7	не получили (0)	82,9	305	75,0

Источник: по данным отчетов сельскохозяйственных организаций.

области с самой низкой рентабельностью реализации зерна. Во всех регионах наблюдается высокая концентрация субсидий у отдельных производителей. Нельзя сказать, что для 2020 г. в среднем по регионам влияние компенсирующей и стимулирующей субсидий на прирост производства зерновых в СХО или рентабельность (за исключением Чувашской Республики) было существенным. В то же время в каждом регионе имеются хозяйства с более низкой рентабельностью, которым субсидия помогла улучшить их финансовый результат. Незначительным это улучшение было только в Волгоградской области.

**Список источников**

1. Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 № 717 (ред. от 24.12.2021) «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» // База данных Консультант-плюс. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 07.04.2022).

2. Постановление Правительства РФ от 12.02.2022 № 164 «О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» // База данных Консультант-плюс. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 07.04.2022).

3. OECD (2021). Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2021: Addressing the Challenges Facing Food Systems; OECD Publishing; Paris. Режим доступа: <https://doi.org/10.1787/2d810e01-en> (дата обращения: 07.04.2022).

4. Monitoring and evaluation: Single commodity indicators. OECD.STAT database. Режим доступа: <https://stats.oecd.org/> (дата обращения: 07.04.2022).

5. Светлов Н.М., Янбых Р.Г., Логинова Д.А. О неоднородности эффектов господдержки сельского хозяйства // Вопросы экономики. 2019. № 4. С. 59-73.

6. Янбых Р.Г. Субсидирование сельского хозяйства: региональные сравнения // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 8. С. 2-9.

7. Сипитс С.О., Гатаулина Е.А. Влияние факторов на формирование аграрной структуры // Экономика сельского хозяйства России. 2014. № 1. С. 44-49.

8. Гатаулина Е.А. Влияние государственной поддержки и биоклиматического потенциала на развитие сельского хозяйства в субъектах РФ // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2012. № 4. С. 40-42.

9. Носов В.В. Влияние выделяемых субсидий на страхование в растениеводстве // Островские чтения. 2017. № 1. С. 406-410.

10. Гатаулина Е.А. Роль субсидий в погашении просроченной задолженности сельхозорганизаций // АПК: экономика, управление. 2017. № 6. С. 48-56.

11. Узун В.Я., Башмачников В.Ф., Гатаулина Е.А., Янбых Р.Г., Шихина Е.А., Родионова О.А., Головина Л.А., Леонова Е.И. Разработать методику оценки эффективности государственной поддержки крупного и малого бизнеса в АПК: отчет о НИР / Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова. М., 2008. 126 с.

**References**

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14.07.2012 № 717 (red. ot 24.12.2021) «O Gosudarstvennoy programme razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'sko-

khozyaistvennoy produktcii, syr'ya i prodovol'stviya» [Decree of the Government of the Russian Federation of July 14, 2012 No. 717 (as amended on December 24, 2021) "On the State Program for the Development of Agriculture and the Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets"]. *Baza dannykh Konsultant-plus* [Consultant-Plus database]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed: 07.04.2022).

2. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 12.02.2022 № 164 «O vnesenii izmenenii v Gosudarstvennyy programmu razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaistvennoy produktcii, syr'ya i prodovol'stviya i priznanii utrativshimi silu nekotorykh aktov Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the Government of the Russian Federation of February 12, 2022 No.164 "On Amendments to the State Program for the Development of Agriculture and the Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets and the Recognition of Certain Acts of the Government of the Russian Federation as invalid"]. *Baza dannykh Konsultant-plus* [Consultant-Plus database]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed: 07.04.2022).

3. OECD (2021). Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2021: Addressing the Challenges Facing Food Systems; OECD Publishing; Paris. Available at: <https://doi.org/10.1787/2d810e01-en> (accessed: 07.04.2022).

4. Monitoring and evaluation: Single commodity indicators. OECD.STAT database. Available at: <https://stats.oecd.org/> (accessed: 07.04.2022).

5. Svetlov, N.M., Yanbykh, R.G., Loginova, D.A. (2019). O neodnorodnosti ehffektov gospodderzhki sel'skogo khozyaistva [On the heterogeneity of the effects of state support for agriculture]. *Voprosy ehkonomiki* [Issues of economics], no. 4, pp. 59-73.

6. Yanbykh, R.G. (2017). Subsidirovaniye sel'skogo khozyaistva: regional'nye sravneniya [Subsidizing agriculture: regional comparisons]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 2-9.

7. Siptits, S.O., Gataulina, E.A. (2014). Vliyaniye faktorov na formirovaniye agrarnoy struktury [Influence of factors on the formation of the agrarian structure]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 1, pp. 44-49.

8. Gataulina, E.A. (2012). Vliyaniye gosudarstvennoy podderzhki i bioklimaticheskogo potentsiala na razvitiye sel'skogo khozyaistva v sub'ektakh RF [The impact of state support and bioclimatic potential on the development of agriculture in the constituent entities of the Russian Federation]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 4, pp. 40-42.

9. Nosov, V.V. (2017). Vliyaniye vydelyaemykh subsidii na strakhovaniye v rasteniyevodstve [Impact of allocated subsidies on crop insurance]. *Ostrovskie chteniya*, no. 1, pp. 406-410.

10. Gataulina, E.A. (2017). Rol' subsidii v pogashenii prosrochennoi zadolzhennosti sel'khozorganizatsii [The role of subsidies in repayment of overdue debts of agricultural organizations]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 6, pp. 48-56.

11. Uzun, V.Ya., Bashmachnikov, V.F., Gataulina, E.A., Yanbykh, R.G., Shikhina, E.A., Rodionova, O.A., Golovina, L.A., Leonova, E.I. (2008). *Razrabotat' metodiku otsenki ehffektivnosti gosudarstvennoy podderzhki krupnogo i malogo biznesa v APK: otchet o NIR* [Develop a methodology for assessing the effectiveness of state support for large and small businesses in the agro-industrial complex: research report]. Moscow, 126 p.

**Информация об авторах:**

**Петриков Александр Васильевич**, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, руководитель, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5602-419X>, Scopus ID: 55300353200, Researcher ID: P-4099-2017, [av\\_petrikov@mail.ru](mailto:av_petrikov@mail.ru)  
**Гатаулина Екатерина Александровна**, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6888-6416>, Scopus ID: 56495450100, Researcher ID: P-6559-2014, [egataulina@mail.ru](mailto:egataulina@mail.ru)

**Information about the authors:**

**Aleksandr V. Petrikov**, academician of the Russian academy of sciences, doctor of economic sciences, professor, director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5602-419X>, Scopus ID: 55300353200, Researcher ID: P-4099-2017, [av\\_petrikov@mail.ru](mailto:av_petrikov@mail.ru)  
**Ekaterina A. Gataulina**, candidate of economic sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6888-6416>, Scopus ID: 56495450100, Researcher ID: P-6559-2014, [egataulina@mail.ru](mailto:egataulina@mail.ru)

[egataulina@mail.ru](mailto:egataulina@mail.ru)





Научная статья

УДК 502.131.1

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_420

## СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПЛАНЕТЫ И МЕТОДЫ УСТОЙЧИВОГО ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**А.А. Фомин, И.Ю. Мамонтова**

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

**Аннотация.** Актуальность проведенного исследования обусловлена возрастающим в настоящее время спросом на продовольствие. Это требует принятия необходимых решений для серьезного уменьшения давления на водные, земельные и почвенные ресурсы планеты и является необходимым условием устойчивого жизнеобеспечения человечества. Работа посвящена анализу состояния природных ресурсов Земли и, как следствие, состоянию продовольственной системы во всем мире. В работе были использованы методы системного анализа для изучения, анализа и обобщения состояния продовольственной и сельскохозяйственной системы планеты в связи с климатическими изменениями и экстремальными погодными условиями. По результатам проведенных исследований предложены эффективные инструменты для устойчивого планирования и управления ресурсами планеты в условиях быстрых изменений агроклиматических условий.

**Ключевые слова:** ФАО, земельные ресурсы, водные ресурсы, климатические изменения, деградация земель, недостаток воды, экстремальные погодные условия, продовольственная и сельскохозяйственная система, устойчивость

Original article

## THE STATE OF THE LAND AND WATER RESOURCES AND METHODS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

**A.A. Fomin, I.Yu. Mamontova**

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

**Abstract.** The relevance of the study is due to the currently increasing demand for food. This requires making the necessary decisions to seriously reduce the pressure on the water, land and soil resources of the planet and is a necessary condition for sustainable human life support. The work is devoted to the analysis of the state of the earth's natural resources and, as a consequence, the state of the food system around the world. The methods of system analysis were used to study, analyze and generalize the state of the food and agricultural system of the planet in connection with climatic changes and extreme weather conditions. Based on the results of the conducted research, effective tools for sustainable planning and management of the planet's resources in conditions of rapid changes in agro-climatic conditions are proposed.

**Keywords:** FAO, land resources, water resources, climate change, land degradation, water scarcity, extreme weather conditions, food and agricultural system, sustainability

**Введение.** Необходимость удовлетворения возросшего спроса на продовольствие оказывает серьезное давление на водные, земельные и почвенные ресурсы планеты. Сельскохозяйственный сектор должен помочь смягчить это давление и оказать содействие достижению целей в области климата и развития. Устойчивые методы ведения сельского хозяйства могут способствовать непосредственному улучшению состояния земель, почв и вод и получению экосистемных выгод, а также сокращению выбросов в атмосферу. Все это требует точной информации и существенных изменений в подходе к управлению ресурсами. Для обеспечения максимальной синергии и выработки сбалансированных решений потребуются также серьезные дополнительные усилия вне сферы управления природопользованием.

**Цели исследования.** Провести анализ состояния земельных и водных ресурсов планеты, существующих и используемых методов управления этими ресурсами. Предложить эффективные инструменты для устойчивого планирования и управления водными и земельными ресурсами планеты в условиях быстрых изменений агроклиматических условий.

**Методы исследования.** Для реализации целей исследования были использованы методы системного анализа.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Мировое сельское хозяйство использует около 4750 млн га земли для выращивания сельскохозяйственных культур и животноводства. Возделываемые временные и постоянные культуры занимают более 1500 млн га, в то время как земли под постоянными лугами и пастбищами занимают почти 3300 млн га. Общее изменение площади сельскохозяйственных угодий с 2000 г. невелико, но площадь земель под постоянными и орошаемыми культурами увеличилась, в то время как площадь земель под постоянными лугами и пастбищами значительно сократилась. Агроклиматические условия для структуры землепользования быстро меняются.

Сельскохозяйственные предприятия приспосабливаются к новым тепловым режимам, которые могут нарушить стадии роста сельскохозяйственных культур и их экологию почвы, что имеет особые последствия для распространения болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. Фундаментальные изменения в круговороте воды, в частности характер

осадков и периоды засухи, вынуждают корректировать неорошаемое и орошаемое производство. Ожидается, что воздействие изменения климата на круговорот воды окажет значительное влияние на сельскохозяйственное производство и экологические показатели продуктивных земельных и водных систем. Климатические модели предсказывают сокращение возобновляемых водных ресурсов в одних регионах (среднеширотные и сухие субтропические регионы) и увеличение в других (в основном в высоких широтах и влажных среднеширотных регионах). Даже там, где прогнозируется увеличение, может возникнуть кратковременный дефицит из-за изменения стока, вызванного большей изменчивостью количества осадков.

Почвы являются важным буфером или «регулятором» изменения климата. Почвы при традиционном сельском хозяйстве продолжают оставаться источником выбросов углекислого газа, но методы сохранения могут остановить, а в некоторых случаях обратить вспять потерю органического углерода в почве. Деградация торфяной почвы и дренаж высвобождают большое количество углерода в результате разложения. В период 1997-2016 гг. на пожары на осушенных



торфяниках приходилось около 4% глобальных выбросов от пожаров. Сельскохозяйственная практика также приводит к тому, что почвы выделяют другие парниковые газы (ПГ) в дополнение к углекислому газу, а изменение климата усугубляет эти выбросы. Почвы выделяют закись азота при внесении удобрений и при посадке азотфиксирующих культур. Глобальное распределение почв, подверженных воздействию соли, отражает естественные засоленные и содовые почвы и накопление солей в результате антропогенных процессов увлажнения почвы. По оценкам, из-за засоления почв ежегодно выводится из производства до 1,5 млн га пахотных земель. Ожидается, что более высокие скорости эвапотранспирации усугубят накопление солей в поверхностных горизонтах, но степень засоления грунта в диапазоне глубин 30-100 см гораздо более выражена.

Нагрузка на земельные и водные ресурсы никогда не была такой интенсивной, и их накопление доводит производительный потенциал земельных и водных систем до предела. В период 2000-2019 гг. площадь пахотных земель увеличилась на 4% (63 млн га). Прирост пахотных земель, главным образом для орошаемых культур, удвоился. Рост численности населения привел к тому, что сельскохозяйственные угодья, доступные на душу населения для выращивания сельскохозяйственных культур и животноводства, сократились на 20% в период 2000-2017 гг., до 0,19 га на душу населения в 2017 г.

Будущие сценарии изменения климата указывают на необходимость изменения структуры посевов и методов управления для адаптации к изменениям в пригодности сельскохозяйственных культур/земель. Сельскохозяйственные системы уже адаптируются за счет более точного использования технологий и ресурсов, отчасти в ответ на изменение климата, но, главным образом, в ответ на более сложные требования глобальной продовольственной системы. По этой причине значение традиционных показателей продуктивности земли и воды снижается по мере того, как принимается во внимание все больше факторов производства. Действительно, в то время как рост сельскохозяйственного землепользования и орошаемых площадей застопорился, общая факторная производительность в сельском хозяйстве за последние несколько десятилетий увеличивалась на 2,5% каждый год, что отражает повышение эффективности использования сельскохозяйственных ресурсов. Она заменила интенсификацию использования ресурсов в качестве основного источника роста в мировом сельском хозяйстве. Это достижение повысило осведомленность о необходимости устойчивого ведения сельского хозяйства и эффективного использования ограниченных природных ресурсов. В то время как использование сельскохозяйственных ресурсов для удовлетворения текущего спроса активизировалось, результирующее воздействие на окружающую среду накапливается до такой степени, что затрагивается широкий спектр экологических услуг, что ограничивает возможности сельского хозяйства по реагированию. В то же время межотраслевая конкуренция за земельные и водные ресурсы является острой, поэтому возможности расширения орошаемых площадей и преобразования новых земель в сельскохозяйственные крайне ограничены.

По оценкам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций), к 2050 г. сельское хозяйство должно будет производить почти на 50% больше

продовольствия, кормов для скота и биотоплива, чем в 2012 г. В Южной Азии и в странах Африки к югу от Сахары для удовлетворения расчетных потребностей в калорийности рациона людей объем сельскохозяйственного производства должен увеличиться более чем вдвое (на 112%). Остальному миру нужно будет производить как минимум на 30% больше. Для того чтобы этого добиться, необходимо будет повысить урожайность и интенсивность земледелия, а также диверсифицировать сорта возделываемых культур. Поскольку возможности для расширения обрабатываемых площадей ограничены, придется искать компромиссы между обеспечением необходимой питательной ценности, продуктивностью сельскохозяйственных культур и созданием устойчивости к изменению климата.

Если на основании прогнозов по уборочным площадям в орошаемом и богарном земледелии рассчитать потребности в пахотных землях, то в рамках сценария прежнего курса размеры обрабатываемых площадей должны будут возрасти с имевшихся в 2012 г. 1567 млн га до 1690 млн га к 2030 г. и до 1732 млн га к 2050 г. Исходя из ожидаемого роста урожайности и интенсивности земледелия, для удовлетворения потребностей в продовольствии площадь пахотных земель к 2050 г. необходимо будет увеличить на 165 млн га.

Земельные и водные ресурсы и управление ими лежат в основе функционирования продовольственных систем — продуктивных, жизнеспособных, эффективных с точки зрения использования ресурсов, устойчивых к внешним воздействиям и включающих всех тех, кто производит эти ресурсы, и кто от них зависит.

Инструменты для устойчивого планирования и управления есть. Необходимо улучшить механизмы сбора данных. Важную роль в планировании природопользования во всех звеньях продовольственной производственно-сбытовой цепочки будет играть мониторинг последствий изменения климата для агроэкологической пригодности земель.

Пространство возможных решений в сельском хозяйстве расширилось. Достижения в области сельскохозяйственных исследований позволили увеличить диапазон технических возможностей в области рационального земле- и водопользования.

Универсального решения нет, зато есть полный набор эффективных решений. Но их успешное воплощение возможно только при наличии благоприятных условий, сильной политической воли, продуманных мер политики и инклюзивных механизмов управления, а также коллективных процессов планирования с участием представителей всех секторов и ландшафтов.

А для того, чтобы добиться успеха в области управления земельными и водными ресурсами, нужны согласованные и интегрированные меры политики в различных секторах, которые позволят решить многочисленные задачи, связанные с природопользованием, достижением необходимых компромиссов и состоянием соответствующих экосистем и услуг. Согласованность необходима на всех уровнях управления и во всех сферах политики, поскольку даже не относящиеся к водным и земельным ресурсам решения могут существенно повлиять на природные ресурсы.

Политические и правовые механизмы, регулирующие использование земельных и водных ресурсов на национальном уровне, нередко разрознены или должным образом не внедрены либо оказались неэффективными

из-за институциональной и технической разобщенности и несовпадения юрисдикций в отношении экологически взаимосвязанных ресурсов. Концепция комплексного управления водными ресурсами предполагает, что вода — это система, поэтому управлять нужно именно системой — обычно на уровне бассейна, суббассейна или водоносного горизонта, а границы водных систем часто никак не соотносятся с политическими или административными границами. Для обеспечения ответственного и добросовестного управления и повышения эффективности и устойчивости водопользования необходимы соответствующие технические, финансовые и институциональные решения и их действенная и скоординированная реализация на межотраслевом уровне.

Для эффективного принятия решений необходима информация о земельных и водных ресурсах (об их количестве и качестве), их распределении, доступе к ним, о связанных с ними рисках и об их использовании. Информация в цифровом формате, обрабатываемая в режиме реального времени, позволяет директивным органам использовать качественные, доступные, своевременные и надежные дезагрегированные данные, интеллектуальные технологии и бесперебойные механизмы мониторинга для разработки эффективных межотраслевых мер политики, обеспечивающих соблюдение принципа «никто не должен остаться без внимания».

К числу доказавших свою эффективность стратегий улучшения качества питания, укрепления здоровья экосистем и создания устойчивых и жизнестойких агропродовольственных систем, функционирование которых основано на рациональном управлении почвенными и водными ресурсами и ресурсами биоразнообразия, относятся, в частности, агроэкология, почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, органическое сельское хозяйство, агролесоводство и организация смешанных растениеводческо-животноводческих хозяйств.

Магистральный характер приобретают меры внутрихозяйственного и более общего характера в сфере земельных, почвенных и водных ресурсов, помогающие найти сбалансированные решения и согласовать между собой цели рациональной организации производства и экосистем, повышения производительности сельского хозяйства, создания устойчивости к изменению климата, сокращения потерь и порчи пищевой продукции, изменения моделей потребления продовольствия и перехода к более ресурсоэффективным продовольственным системам.

Технические меры реагирования в сельском хозяйстве стали более целенаправленными и значительно более эффективными в плане управления земельными, почвенными и водными ресурсами. Быстро распространяются мобильные технологии и техническая механизация фермерских хозяйств. Услуги дистанционного зондирования, облачные вычисления и открытый доступ к данным и информации о сельскохозяйственных культурах, природных ресурсах, климатических условиях, вводимых ресурсах и рынках уже сейчас приносят пользу мелким фермерам, позволяя им интегрироваться в цифровые агропродовольственные системы.

Многие мероприятия за пределами фермерских хозяйств и в продовольственных системах имеют непосредственное отношение к управлению земельными, почвенными и водными ресурсами и приобретают сейчас магистральный характер. К ним относятся современные подходы по выстраиванию сельскохозяйственного



производства в увязке с рациональным использованием экосистем, внедрение методов регенерации пахотных земель и пастбищ, повышение продуктивности сельскохозяйственного производства, сокращение потерь и порчи пищевой продукции, попытки изменить модели потребления продовольствия и появление продовольственных систем, функционирующих на основе принципов циркулярной экономики, которые повышают эффективность использования ресурсов. Все это отражает потенциальные преимущества внедрения на различных ландшафтах и в разных социальных условиях передовых систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих производство разнообразных продуктов, занятость, гарантированные средства к существованию и полноценное и устойчивое питание, сохраняя при этом ресурсы и здоровье экосистем и способствуя сокращению выбросов парниковых газов и увеличению объемов связывания углерода.

За период с 2000 г. был достигнут значительный прогресс в области селекции сортов сельскохозяйственных культур и пород домашнего скота. Такие сорта и породы жизненно необходимы для повышения урожайности и устойчивости к различным факторам стресса, таким как засуха, заболачивание, холод и засоление. Они также будут играть все более важную роль в адаптации к изменению климата и послужат дополнением к существующим решениям, таким как усиление полива, добавление большего количества агрохимикатов и механизация. Генетически модифицированные культуры по-прежнему являются предметом длительных дебатов по вопросам рисков для биоразнообразия, здоровья человека и состояния окружающей среды, а также распределения выгод, связанных с использованием таких культур.

Помощь, оказываемую сельскому хозяйству, необходимо перераспределить таким образом, чтобы это способствовало желаемому повышению долгосрочной стабильности базы природных ресурсов сельского хозяйства и источников средств к существованию тех, кто зависит от этих ресурсов.

Хорошие результаты с большой вероятностью даст планирование мер по обращению вспять тенденции к усилению деградации земель и дефицита воды, если эти меры будут сочетаться с перспективными стимулами для адаптации к изменению климата и смягчению его последствий.

**Выводы.** Инструменты для устойчивого планирования и управления земельными и водными ресурсами планеты:

1. Улучшить механизмы сбора данных последствий изменения климата для агроэкологической пригодности земель.

2. Шире использовать новые технические возможности в области рационального земле- и водопользования.

3. Успешное воплощение эффективных решений возможно при коллективном (участии всех секторов и ландшафтов) планировании инклюзивных мер и механизмов управления, и сильной политической воли.

4. Реализация Концепции комплексного управления водными ресурсами, включающая технические, финансовые и институциональные решения и их скоординированная реализация на межотраслевом уровне.

5. Необходима система информации данных в цифровом формате, обрабатываемая в режиме реального времени, о земельных и водных ресурсах, об их использовании, их распределении, доступе к ним, о связанных с ними рисках.

6. Переход к более ресурсоэффективным продовольственным системам:

- сбалансированные, согласованные цели организации производства и экосистем,
- создание устойчивости к изменению климата,
- изменение моделей потребления продовольствия (сокращение порчи пищевой продукции).

7. Дальнейшее развитие в области селекции сортов сельскохозяйственных культур и пород домашнего скота, необходимых для повышения урожайности и устойчивости к различным факторам в адаптации к изменению климата.

8. Распространение мобильных технологий и технической механизации фермерских хозяйств, позволяющее им интегрироваться в цифровые агропродовольственные системы.

9. Многоэтапное финансирование сельскохозяйственных проектов, направленных на поддержание функционирования систем земле- и водопользования.

#### Список источников

1. Biradar, C., Sarker, A., Krishna, G., Kumar, S., Wery, J. (2020). *Assessing farming systems and resources for sustainable pulses intensification. Paper presented at Pulses the climate smart crops: Challenges and opportunities (ICPulse2020)*. Bhopal, India.
2. Coppus, R. (2021). *Global distribution of land degradation. Thematic background report for SOLAW 2021*. Rome, FAO. Available at: <http://www.fao.org/land-water>
3. FAO (2014). *The water-energy-food nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture*. Rome, FAO, 28 p. Available at: <http://www.fao.org/3/bl496e/bl496e.pdf>
4. FAO (2017). *Watershed management in action: Lessons learned from FAO projects*. Rome, FAO, 170 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i8087e/i8087e.pdf>
5. FAO (2018). *The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050. Summary version*. Rome, FAO, 64 p. Available at: <http://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>
6. FAO (2019). *GLOSIS-GSOCmap (v1.5.0). Global soil organic carbon map. Contributing countries*. Available at: <http://54.229.242.119/GSOCmap>
7. *Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 года: Основной доклад*. Рим, ФАО, 2020. Режим доступа: <http://doi.org/10.4060/ca9825en>
8. *Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства 2020. Решение проблем с водой в сель-*

ском хозяйстве. Рим, ФАО, 2020. 210 с. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/cb1447en/cb1447en.pdf>

9. Беляев В.И., Варлагин А.В., Дридигер В.К., Курганова И.Н., Орлова Л.В., Орлов С.В., Попов А.И., Романовская А.А., Тойгильдин А.Л., Троц Н.М., Фомин А.А., Хомяков Д.М. *Мировая климатическая повестка. Почвозащитное ресурсосберегающее (углеродное) земледелие как стандарт межнациональных и национальных стратегий по сохранению почв и аграрных карбоновых рынков // International Agricultural Journal*. 2022. Т. 65. № 1.

10. Volkov, S.N., Shapovalov, D.A., Fomin, A.A. (2020). *Development of cartographic materials for optimal placement of objects and lands using the information logical system of automated land management design. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series "International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects"*, p. 012155.

#### References

1. Biradar, C., Sarker, A., Krishna, G., Kumar, S., Wery, J. (2020). *Assessing farming systems and resources for sustainable pulses intensification. Paper presented at Pulses the climate smart crops: Challenges and opportunities (ICPulse2020)*. Bhopal, India.
2. Coppus, R. (2021). *Global distribution of land degradation. Thematic background report for SOLAW 2021*. Rome, FAO. Available at: <http://www.fao.org/land-water>
3. FAO (2014). *The water-energy-food nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture*. Rome, FAO, 28 p. Available at: <http://www.fao.org/3/bl496e/bl496e.pdf>
4. FAO (2017). *Watershed management in action: Lessons learned from FAO projects*. Rome, FAO, 170 p. Available at: <http://www.fao.org/3/i8087e/i8087e.pdf>
5. FAO (2018). *The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050. Summary version*. Rome, FAO, 64 p. Available at: <http://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>
6. FAO (2019). *GLOSIS-GSOCmap (v1.5.0). Global soil organic carbon map. Contributing countries*. Available at: <http://54.229.242.119/GSOCmap>
7. FAO (2020). *Global'naya otsenka lesnykh resursov 2020 goda: Osnovnoi doklad [Global Forest Resources Assessment 2020: Keynot]*, Rome, FAO. Available at: <http://doi.org/10.4060/ca9825en>
8. FAO (2020). *Polozhenie del v oblasti prodovol'stviya i sel'skogo khozyaistva 2020. Reshenie problem s vodoi v sel'skom khozyaistve [The State of Food and Agriculture 2020. Addressing Water Challenges in Agriculture]*. Rome, FAO, 210 p. Available at: <http://www.fao.org/3/cb1447en/cb1447en.pdf>
9. Belyaev, V.I., Varlagin, A.V., Dridiger, V.K., Kurganova, I.N., Orlova, L.V., Orlov, S.V., Popov, A.I., Romanovskaya, A.A., Toigildin, A.L., Trots, N.M., Fomin, A.A., Khomyakov, D.M. (2022). *Mirovaya klimaticheskaya povestka. Pochvozashchitnoe resursosberegayushchee (uglerodnoe) zemledelie kak standart mezhnatsional'nykh i natsional'nykh strategiy po sokhraneniyu pochv i agrarnykh karbonovykh rynkov [World Climate Agenda. Soil conservation (carbon) agriculture as a standard for transnational and national strategies for soil conservation and agrarian carbon markets]*. *International Agricultural Journal*, vol. 65, no. 1.
10. Volkov, S.N., Shapovalov, D.A., Fomin, A.A. (2020). *Development of cartographic materials for optimal placement of objects and lands using the information logical system of automated land management design. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series "International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects"*, p. 012155.

#### Информация об авторах:

**Фомин Александр Анатольевич**, кандидат экономических наук, профессор кафедры экономической теории и менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, [agrodar@mail.ru](mailto:agrodar@mail.ru)

**Мамонтова Ирина Юрьевна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономической теории и менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3196-4780>, [mamamontenka@mail.ru](mailto:mamamontenka@mail.ru)

#### Information about the authors:

**Alexander A. Fomin**, candidate of economic sciences, professor of the department of economic theory and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, [agrodar@mail.ru](mailto:agrodar@mail.ru)

**Irina Yu. Mamontova**, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of economic theory and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3196-4780>, [mamamontenka@mail.ru](mailto:mamamontenka@mail.ru)



Научная статья  
УДК 631.5:631.6  
doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_423

## ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ

**Ю.И. Митрофанов**

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Москва, Россия

**Аннотация.** В статье приведены итоги длительных исследований (2012–2020 гг.) по организационно-технологическим и агро-мелиоративным особенностям земледелия на осушаемых почвах в условиях Нечерноземной зоны. Представлены результаты исследований по паровым и травяным звеньям севооборотов, агро-мелиоративным и ресурсосберегающим приемам обработки почвы, гребне-грядовым технологиям возделывания зерновых культур и картофеля. Установлено, что ведущими факторами, дифференцирующими почвенный покров, являются рельеф, литологическая неоднородность почвообразующих пород и гидроморфизм почвенного профиля. Для оценки почвенного покрова осушаемых земель, роли дренажа и отдельных агро-мелиоративных приемов обработки в регулировании водно-воздушного режима, формировании плодородия почв были использованы индексы комплексной оценки агрохимического (ИАС) и агрофизического (ИФС) состояния. Урожайность зерновых культур и картофеля на разнооглеенных почвах находилась в прямой связи с комплексным индексом их физической окультуренности. При изменении у почв ИФС с 0,36 до 0,71 урожайность ячменя повышалась на 1,01 т/га, овса — на 0,81 т/га, картофеля — на 7,3 т/га, во влажные годы еще значительнее — на 2,50, 2,12, 11,5 т/га, соответственно. Однако, оценка осушаемых разнооглеенных почв только по агрохимическим критериям, в отличие от автоморфных, не дает реального представления об их эффективном плодородии (по урожайности). Мелиоративное состояние является одним из основных факторов, определяющих особенности земледелия на осушаемых почвах, направление их сельскохозяйственного использования, состав возделываемых культур, структуру посевов и др. Осушаемые полугидроморфные почвы (за исключением слабооглеенных), без дополнительных агро-мелиоративных мероприятий, по потенциалу продуктивности, как правило, уступают автоморфным, занимая промежуточное положение между ними и недренированными аналогами. Особенности севооборотов, обработки почвы, агротехнологий связаны необходимостью их адаптации к почвенно-мелиоративным условиям осушаемых земель.

**Ключевые слова:** осушаемые почвы, плодородие, урожайность, севооборот, обработка почвы, агро-мелиоративные приемы, агротехнологии, способы посева

Original article

## FEATURES OF AGRICULTURE ON DRAINED SOILS

**Yu.I. Mitrofanov**

Federal Research Centre Dokuchaev Soil Science Institute,  
Moscow, Russia

**Abstract.** The article presents the results of long-term studies (2012–2020) on the organizational, technological and agro-reclamation features of agriculture on drained soils in the conditions of the Non-Chernozem Zone. The results of studies on fallow and grass links of crop rotations, agro-reclamation and resource-saving methods of tillage, ridge-ridge technologies for the cultivation of grain crops and potatoes are presented. It has been established that the leading factors that differentiate the soil cover are relief, lithological heterogeneity of soil-forming rocks, and hydromorphism of the soil profile. To assess the soil cover of drained lands, the role of drainage and individual agro-reclamation methods of cultivation in the regulation of the water-air regime, the formation of soil fertility, indices of a comprehensive assessment of the agrochemical and agrophysical state of soils were used. The yield of grain crops and potatoes on mixed-gley soils was directly related to the complex index of their physical cultivation. When the soil agrophysical condition index changed from 0.36 to 0.71, the yield of barley increased by 1.01 t/ha, oats — by 0.81 t/ha, potatoes — by 7.3 t/ha, in wet years even more significant — by 2.50, 2.12, 11.5 t/ha, respectively. However, evaluation of drained multi-gley soils only by agrochemical criteria, in contrast to automorphic soils, does not give a real idea of their effective fertility (in terms of yield). The reclamation state is one of the main factors that determine the characteristics of agriculture on drained soils, the direction of their agricultural use, the composition of cultivated crops, the structure of crops, etc. Drained semihydromorphic soils (with the exception of weakly gleyed ones), without additional agroreclamation measures, are usually inferior to automorphic soils in terms of productivity potential, occupying an intermediate position between them and undrained analogues. Features of crop rotation, tillage, agricultural technologies are connected by the need to adapt them to the soil and reclamation conditions of drained lands.

**Keywords:** drained soils, fertility, productivity, crop rotation, tillage, agro-ameliorative methods, agricultural technologies, sowing methods

**Введение.** Научные исследования и практика лучших хозяйств показывают, что в Нечерноземной зоне комплексное улучшение мелиоративно-неустроенных переувлажняемых сельскохозяйственных земель позволяет удвоить и утроить их продуктивность. Урожайность зерновых культур, на окультуренных осушаемых землях может составлять 4,0–6,0 т/га, льна-долгунца (волокна) — 1,0–1,5 т/га, картофеля — 30,0–40,0 т/га, многолетних трав — 40,0–50,0 т/га зеленой массы. Такие урожаи становятся возможными при высоком уровне организации использования осушаемых земель, достаточном ресурсном обеспечении, прежде всего удобрениями, при высокой культуре земледелия,

освоении адаптивно-мелиоративных систем земледелия, учитывающих особенности осушаемых земель [1, 2]. Возникающие в использовании осушаемых земель агроэкологические проблемы, чаще всего, связаны с их почвенной пестротой и генетическими особенностями гидроморфных почв [3, 4, 5]. Почвенный покров объектов мелиорации часто представляет собой сложное сочетание дерново-подзолистых глеевых, глееватых, слабооглеенных, автоморфных, а также торфяно- и торфянисто-глеевых почв, отличающихся друг от друга, прежде всего, уровнем потенциального и эффективного плодородия, условиями ведения земледелия. Почвенная пестрота проявляется по литологии

и почвообразующим породам, гранулометрическому составу, состоянию водного и водно-воздушного режимов как до, так и после осушения, агрохимическим показателям почвенного плодородия, по закаменности почвенного профиля, плодородию и продуктивности возделываемых культур и др.

Особенностью осушаемых земель является также то, что основная их территориальная пестрота в мелиоративных режимах (по состоянию водного и водно-воздушного режимов) формируется под влиянием не только природных факторов (рельеф поверхности и местоположение почв в агроландшафте, тип водного питания, генетические особенности почв,

их водно-физические свойства и т.д.), но и антропогенных (конструктивные особенности мелиоративных систем, их технического состояния, работоспособности и т.д.). В производственных условиях контрастные различия технологических участков в мелиоративных режимах могут проявляться в сроках наступления физической спелости почвы весной, в качестве полевых работ, в проходимости техники, условиях и качестве уборки урожая, в развитии растений, продуктивности культур и т.д. [6, 7].

**Цель исследований.** На основе данных длительных научных исследований (2012-2020 гг.) показать организационно-технологические и агромелиоративные особенности земледелия на осушаемых почвах в условиях Нечерноземной зоны.

**Материалы и методы.** Наши исследования проводились на экспериментальных полях Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных (ВНИИМЗ) в ландшафтно организованном опыте на мелиоративном объекте «Губино» Тверской области, расположенном в пределах конечного-моренной гряды. В отношении почвообразующих пород объект исследований является типичным для северо-западной части Нечерноземной зоны. Преобладающими почвообразующими породами на опытном участке является переотложенная (перемытая) морена и флювиогляциальные отложения. По степени гидроморфизма осушаемые дерново-подзолистые почвы представлены: слабооглеенными, глееватыми и глеевыми разновидностями, на основе которых были сформированы 3 почвенно-мелиоративные группы, представляющие собой производственно значимые агроэкологически однотипные территории по состоянию водного режима и условиям ведения земледелия. Дополнительно в схему опыта были включены участки с автоморфными и переувлажняемыми глееватыми почвами.

На каждой почвенно-мелиоративной группе были освоены полевой плодосменный севооборот с чередованием культур: однолетние травы, озимая рожь, картофель, овес+клевер, клевер, ячмень. Технологии выращивания культур во всех вариантах были однотипными. Удобрения вносили на уровне нормальной технологии. Основные агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта: рН<sub>сн</sub> 5,5...6,5, гидролитическая кислотность 0,87...1,68 мг-экв/100 г почвы (по Каппену), содержание гумуса 2,05...4,50% (по Тюрину),

К<sub>О</sub> — 72...123 мг/кг (по Кирсанову), Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 216...222 мг/кг почвы (по Кирсанову). По погодным условиям (ГТК по Селянину) шесть вегетационных периодов в этом опыте были влажными, два — избыточно-влажными и один засушливым.

В отдельных опытах изучались схемы разных видов полевых севооборотов и их звеньев, приемы основной и агромелиоративной обработки почвы, агротехнологии возделывания зерновых культур, картофеля и многолетних трав. Мелиоративное рыхление изучали в трех опытах. Способ рыхления — полосной (ленточный) на глубину 50-60 см. Шаг рыхления 1,4 м. Гребнистую вспашку проводили переоборудованным для этих целей плугом — ПЛН-4-35 на глубину 20-22 см (контроль — гладкая вспашка) под яровые зернофуражные культуры (ячмень и овес). Предшественники: озимая рожь и картофель.

Для установления почвенных различий, роли дренажа и отдельных агромелиоративных приемов обработки в регулировании водно-воздушного режима почв, формировании их плодородия, были использованы индексы комплексной оценки агрохимического (ИАС) и агрофизического (ИФС) состояния почв, дающие более полное, по сравнению с отдельными индексами, представление об их эффективном плодородии [4]. Для расчета ИАС, как среднеарифметических из частных оценок, были использованы показатели рН, гумуса, подвижного фосфора и обменного калия. При расчете ИФС были использованы показатели плотности сложения, пористости, влажности почвы, средневегетационные коэффициенты аэрации, характеризующие параметры водно-воздушного режима и показывающие сколько единиц объема воздуха приходится на единицу объема воды в почве. Изучение агрофизических и агрохимических свойств разнооглеенных почв проводилось по общепринятым методикам.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что ведущими факторами, характеризующими почвенный покров, являются литология почвообразующих пород и степень гидроморфизма почв. Изменчивость физических и агрохимических показателей почв определяется их местоположением в ландшафте, органическим веществом, характером водного режима и гидроморфизмом [3, 4, 5]. Самые высокие значения ИАС были на глеевой и глееватой почвах (0,85 и 0,78 соответственно), затем в порядке убывания — слабооглеенные (0,75) и автоморфные (0,60). Автоморфная почва в соответствие

показателем ИАС относилась к среднеокультуренной, а осушаемая — к окультуренной почве. В тоже время ИФС почв разместились в обратном порядке по сравнению с ИАС. Наиболее высокий ИФС был у автоморфной и слабооглеенной осушаемой почвы — 0,71, далее у осушаемой глееватой — 0,58 и у осушаемой глеевой — 0,36. В прямой зависимости с комплексным индексом физической окультуренности почвы была урожайность зерновых культур и картофеля (рис. 1).

Урожайность ячменя повышалась на 1,01 т/га, овса — на 0,81 т/га, картофеля — на 7,3 т/га, а во влажные годы — на 2,50, 2,12, 11,5 т/га соответственно при возрастании ИФС почв от 0,36 до 0,71. В засушливые периоды эта связь не наблюдалась. Наибольшие урожаи, в среднем за 9 лет исследований, были получены на автоморфной и дренированной слабооглеенной почвах (наименьшие ИАС), а самые низкие — на глеевой почве. В то же время, урожайность культур находилась в обратной связи с агрохимическими свойствами почв.

Установленные зависимости указывают на существенные особенности в процессе формирования эффективного плодородия в осушаемых почвах, на более активное участие в нём агрофизических факторов. Уровень урожайности на переувлажняемых и недостаточно дренированных почвах ограничивается агрофизическими условиями почвенной среды, состоянием их водного и водно-воздушного режимов. В этом случае современные системы воспроизводства плодородия почв должны предусматривать мероприятия, направленные на оптимизацию их агрофизического состояния в соответствии с биологическими требованиями растений [8, 9].

Осушение увеличило показатели ИФС дерново-подзолистой глееватой легкосуглинистой почвы с 0,31 до 0,58 (на 87,1%), а дополнительные агрохимические приемы обработки (мелиоративное рыхление и гребнистая вспашка) — до 0,80-0,86. По агрофизическому состоянию почва из слабоокультуренной группы под влиянием дренажа перешла в среднеокультуренную, а при применении агромелиоративных приемов обработки почвы — в группу хорошо окультуренных.

Особенности воспроизводства плодородия почв на осушаемых землях связаны также с их агрофизической и агрохимической пестротой, с проблемами управления балансом органического вещества в разных почвах [10]. Наиболее значительные изменения в содержании гумуса в первые годы после осушения наблюдались в глеевых почвах, вовлечение которых в пашню приводит, по сравнению с другими почвами, к более глубокому нарушению в них сложившегося природного равновесия в балансе органического вещества. В опытах, в годы после осушения, содержание гумуса в глеевой почве в плодосменном севообороте с однолетним использованием клевера и при внесении на 1 га пашни 12,0 т органических удобрений, снизилось на 0,86% — с 4,50 до 3,64%, ежегодная убыль гумуса составила 2,19 т/га. При этом, на автоморфном и на осушаемом старопахотном участках со слабооглеенной и глееватой почвами баланс гумуса был положительным — содержание гумуса увеличилось на 0,07-0,12%.

Большие отличия осушаемых почв от обычных автоморфных в отношении динамики агрохимических свойств связаны с их кислотностью [4, 11]. В опытах кислотность увеличивалась во всех севооборотах и у всех видов почв.

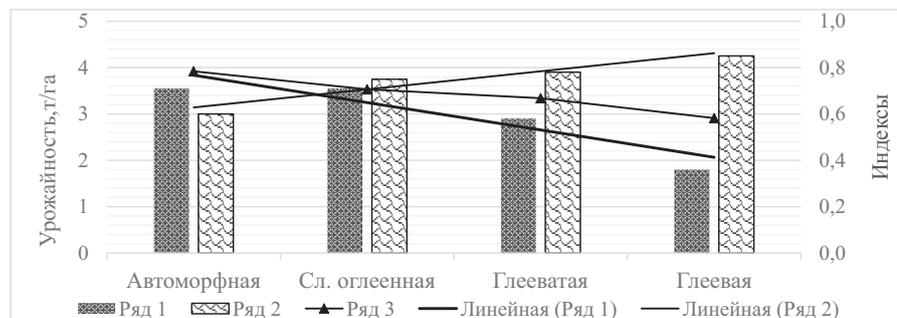


Рисунок 1. Взаимосвязь индексов агрофизического (ряд 1) и агрохимического (ряд 2) состояния почв с урожайностью ячменя (ряд 3) (Коэффициент корреляции урожайности ячменя с ИФС 0,99, с ИАС — 0,96)  
 Figure 1. The relationship between the indices of agrophysical (row 1) and agrochemical (row 2) soil conditions with barley yield (row 3) (Coefficient of correlation of barley yield with the indices of agrophysical soil conditions 0,99, with the indices of agrochemical soil conditions 0,96)



Особенность заключается в том, что процесс подкисления в дренированных почвах протекает значительно интенсивнее (на 25,0%). Более быстрое увеличение кислотности в осушаемых почвах, безусловно, связано с безвозвратными потерями из почвы с дренажным стоком Са и Mg, одних из основных биогенных элементов, определяющих почвенное плодородие и подержанных наиболее значительному выносу из пахотного слоя с дренажными водами. Скорость подкисления почвы усиливается при применении глубокого мелиоративного рыхления почв. Использование осушаемых земель на ландшафтной основе позволяет более дифференцированно подходить к решению проблем регулирования и воспроизводства органического вещества почвы, определению периодичности поддерживающего известкования, норм внесения извести и удобрений и др.

Мелиоративное состояние осушаемых земель является одним из важнейших факторов, определяющих направление их сельскохозяйственного использования, состав возделываемых культур, структуру посевов, особенности севооборотов, обработки почвы и др. [8, 9, 11, 12]. При определении места и роли осушаемых земель в производстве растениеводческой продукции необходимо учитывать их потенциальные возможности и пригодность для возделывания тех или иных культур. Проведенная в опытах ВНИИМЗ оценка продуктивности осушаемых почв относительно автоморфной почвы, принятой за эталон по степени отрегулированности водно-воздушного режима, показала, что осушаемые полугидроморфные почвы (за исключением слабооглеенных) без дополнительных агрометрических мероприятий по потенциалу продуктивности основных полевых культур, кроме клевера, уступают, как правило, автоморфным, занимая при этом промежуточное положение между ними и не дренированными аналогами (табл.).

Продуктивность плодосменного севооборота на автоморфном участке, в среднем за 9 лет, составила 55,7 ц к. е. с гектара севооборотной площади, на осушаемом с глееватыми почвами — 51,5 и на неосушаемом — 41,2 ц/га. Во влажные годы промежуточное положение осушаемых земель было более заметно, в сухие годы различия между почвами, наоборот, сглаживались. Осушаемые разнооглеенные почвы по продуктивности размещались в следующем порядке убывания: слабооглеенные, глееватые, глеевые. Результаты рейтинговой индексации почв по потенциалу на них

продуктивности отдельных культур позволяют обосновать необходимость и особенности дифференцированного использования осушаемых земель, выбрать наиболее эффективное направление использования осушаемых почв, рассчитать средневзвешенную продуктивность агроландшафта, дать оценку различным вариантам использования осушаемых земель, определить экономическую и энергетическую эффективность принимаемых решений на стадии конструирования и проектирования систем земледелия.

Системой земледелия в Тверской области, в качестве возможных организационных форм использования мелиорированной пашни, предусматривалось в отдельных севооборотах (при проведении мелиорации на больших компактных территориях), в виде отдельных полей в существующих севооборотах (при небольших объемах мелиорации), а также в форме выводных полей, с организацией чередования культур только во времени.

Севооборот является основой системного подхода к организации земледелия. На его основе формируется весь агротехнологический комплекс по выращиванию сельскохозяйственных культур и воспроизводству почвенного плодородия. С учетом реальных агроэкологических и производственных условий хозяйств на осушаемых землях могут вводиться и осваиваться различные типы и виды севооборотов с классическими видами звеньев севооборотов (паровые, травяные, пропашные) [4,11,12]. Первые 2-3 года после сдачи объектов мелиорации в эксплуатацию допускается посев временных рекогносцировочных культур.

Особенности паровых полей в севооборотах на осушаемых землях связаны с их возросшей, по сравнению с обычными землями, функционально-технологической нагрузкой. По своей значимости традиционные паровые поля превращаются в мелиоративно-паровые [4,13]. В интенсивном земледелии на осушаемых почвах следует выполнять расширенный комплекс агротехнических, агрометрических и мелиоративных мероприятий. Этот комплекс должен состоять из почвоулучшающих приемов, включающих известкование, фосфоритование, внесение органических и минеральных удобрений, рыхление подпахотного слоя почвы, планировку поверхности, уборку камней. Должны также быть проведены эксплуатационные мероприятия, направленные на улучшение водорегулирующего действия дренажа — мелиоративное рыхление на тяжелых с низкой

водопроницаемостью почвах, ремонт и промывка дренажа, очистка от наносов смотровых колодцев и устьев коллекторов и т.д. [14].

Реализация технологических возможностей паровых полей должна осуществляться на основе комплексного планирования работ и разработки целевых программ повышения плодородия почв. При неоднородном почвенном покрове мелиоративно-паровое поле может быть представлено чистыми, занятыми и сидеральными парами или различными их комбинациями. Наиболее распространенными парозанимающими культурами являются: клевер луговой с одноукосным использованием, однолетние бобово-злаковые травостои и крестоцветные культуры. Результаты полевых исследований показали, что паровое звено с клевером является наиболее эффективным. В этом случае выход кормовых единиц, в сумме по 2-м культурам, был на 75,1% выше относительно чистого пара и на 15,6% по отношению к варианту с однолетними травами. Производственные затраты в этом звене (по сравнению со звеном с однолетними травами) в расчете на 1 т к.е. снизились на 43,3%, затраты ТМ — на 49,5%, минеральных удобрений — на 24,4%, труда — на 31,6%. Введение в севообороты мелиоративно-паровых полей имеет большое значение в связи с тем, что значительные площади осушаемых земель в настоящее время нуждаются в улучшении и повышении плодородия почв.

Особое место в полевых севооборотах на осушаемых землях отводится многолетним травам [4, 9, 11, 15]. Эти культуры являются одними из основных в плодосменных, зернотравяных, травянопропашных, травопольных севооборотах. По своим биологическим возможностям травы лучше других культур используют эколого-ландшафтные, рельефные и гидрологические условия осушаемых земель. Полевое травосеяние выполняет важные функции, связанные с производством кормов, повышением плодородия и, прежде всего, поддержанием в севооборотах бездефицитного баланса органического вещества в почве. Как и на обычных землях, здесь в полевых севооборотах рекомендуется высевать клеверотимофеечную смесь, в которой основным компонентом, определяющим качество заготовляемых кормов, выход протеина и ценность пласта многолетних трав в качестве предшественника других культур, является клевер.

Основные технологические особенности возделывания многолетних трав на осушаемых землях связаны с выбором для них покровных культур. Лучшими покровными культурами (при урожайности зерновых более 25 ц/га зерна), по комплексу критериев (кормовые достоинства трав, агротехническая ценность пласта как предшественника, общая продуктивность севооборотов) признаны однолетние бобово-злаковые смеси и зерновые на монокультуре, а также яровая пшеница и овес, худшими — озимая рожь и пшеница. Ячмень на зерно, наиболее часто рекомендуемый для подсева трав в севооборотах на обычных землях, на осушаемых в качестве покровной культуры рекомендуется только в порядке исключения на хорошо дренированных и окультуренных землях при внесении удобрений на планируемую урожайность не менее 3,0 т зерна с гектара.

В полевых севооборотах многолетние травы рекомендуется использовать не более двух лет, с размещением по пласту трав льна-долгунца,

Таблица. Сравнительная урожайность сельскохозяйственных культур при возделывании на разных почвах (в долях, относительно урожайности автоморфной дерново-подзолистой почвы, в среднем за 9 лет)  
Table. Comparative yield of agricultural crops when cultivated on different soils (in shares, relative to the yield of automorphic soddy-podzolic soil, on average over 9 years)

Сельскохозяйственная культура	дерново-подзолистая почва			
	осушаемая			неосушаемая
	слабо-оглеенная	глееватая	глеевая	
Рожь озимая	0,97/0,95	0,87/0,86	0,81/0,71	0,42/0,48
Ячмень	0,91/0,87	0,87/0,71	0,72/0,47	0,63/0,35
Овес (с подсевом клевера)	1,01/0,89	0,92/0,73	0,73/0,46	0,70/0,46
Клевер	1,26/0,95	1,19/0,88	1,01/0,72	1,21/1,02
Картофель	0,91/1,02	0,86/0,78	0,73/0,62	0,73/0,37

Примечание: фон — вспашка на 20...22 см; числитель — по урожайности, знаменатель — по урожайности влажных лет, в среднем за 9 лет.



озимых (рожь, пшеница, тритикале) и яровых зерновых культур. При высокой продуктивности трав оборот пласта для этих культур может быть также хорошим предшественником. Лучшими травяными звеньями являются звенья с двухлетним и двухукосным использованием многолетних трав и размещением по пласту трав яровых зерновых культур, льна и, с определенными ограничениями, картофеля. При выращивании по пласту многолетних трав (с двухукосным использованием) яровых зерновых культур (овес, ячмень, яровая пшеница), вместо озимой ржи, продуктивность травяного звена севооборота возрастает на 18,3-27,8%.

Особенности пространственной организации использования осушаемых земель в севооборотах связаны с природной и антропогенной дифференциацией их почвенного покрова, с необходимостью применения специальных методов оценки мелиоративных режимов и увязки территориальной организации севооборотов с общей системой землепользования предприятия. При неконтрастной или слабоконтрастной структуре почвенного покрова, принцип пространственно-дифференцированного подхода к использованию осушаемых земель и рационального размещения культур решается на уровне агроэкологически однотипных севооборотов территорий.

На объектах мелиорации со сложной и контрастной структурой почвенного покрова эффективное использование пашни здесь может быть достигнуто за счет индивидуального подхода к использованию технологических участков: без формирования севооборотных массивов с организацией временного режима чередования культур на основе отдельных технологических участков; с формированием некомпактных севооборотных территорий и полей из разрозненных технологических участков, относящихся к одному агроэкологическому виду земель; с организацией адаптивного организованных интегрированных севооборотов с укрупненными полями и внутривидовой дифференциацией севооборотной территории. Интегрирующей культурой в последнем случае являются многолетние травы, присутствующие в основных видах полевых севооборотов. Дифференцированное использование осушаемых земель, по сравнению с их бессистемным использованием без учета мелиоративного состояния, позволяет увеличивать продуктивность почв в плодосменном севообороте на 5-16%, накопление дополнительной биологической энергии — на 17,3-24,3%, доходность зерновых культур и картофеля — на 20,4-33,3%.

В системе обработки осушаемых почв особенности земледелия связаны с необходимостью их более интенсивного рыхления с целью улучшения водно-воздушного режима, с применением дополнительных приемов для отвода избыточной влаги и усиления водорегулирующего действия дренажа [9,16, 17]. Особое место в решении этой задачи, особенно при неотрегулированном водном режиме, принадлежит агромиелоративным приемам (АП). Агромиелоративные приемы являются важнейшей частью мелиоративных проектов и существенным дополнением к инженерным системам, регулирующим водный режим. Агромиелоративные приемы по влиянию на водный режим почвы делятся на 2 группы. Во-первых, это АП по усилению поверхностного и внутрипочвенного стока в пахотном горизонте (планировка

и профилирование поверхности, узкозагонная вспашка, выборочное бороздование, нарезка ложбин стока, устройство колонок и колодцев поглотителей, гребневание, грядование, увеличение пахотного слоя). Во-вторых, это АП по усилению внутрипочвенного стока в подпахотном горизонте почвы, увеличению ее водоемкости и водопроницаемости, усилению дренажного стока (глубокое мелиоративное рыхление, кротование, щелевание, увеличение мощности пахотного слоя).

На выбор АП оказывают влияние структура почвенного покрова, агрофизические свойства почв, способ осушения, мелиоративное состояние осушаемых земель, микрорельеф, уклоны поверхности, мощность гумусового горизонта, биологические особенности возделываемых культур и др. Из приемов первой группы наибольшего внимания заслуживает гребнистая обработка в системе зяблевой подготовки почвы под ранние яровые культуры. В наших исследованиях под влиянием гребнистой вспашки ИФС увеличился на 33,3% (0,80). Наибольшие прибавки урожая ячменя (0,72-1,64 т/га) от гребнистой вспашки наблюдались на глеевых почвах, ниже — на глееватых (0,59 т/га), самые низкие — на слабооглеенных и легкосуглинистых (0,51 т/га). Гребнистая вспашка на супесчаной слабооглеенной почве влияла на урожайность ячменя.

Из второй группы важная роль в регулировании водно-воздушного режима осушаемых почв с низкой водопроницаемостью принадлежит глубокому мелиоративному рыхлению на глубину 50-60 см. Положительное действие мелиоративного рыхления на продуктивность растений (при первом рыхлении) составляет 2-3 года и более. В наших опытах прирост урожая культур (в среднем за 9 лет) составил 7,6-23,2%. В избыточно влажные годы прирост урожая был 14,4-32,3%, а в засушливые — от 0-35,0%. При этом, в зависимости от почв, выход дополнительной валовой энергии увеличился на 4,7-14,2 ГДж/га севооборотной площади. От объемного щелевания почв получены аналогичные результаты. Технология объемного щелевания предусматривает формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см с заполнением подпахотной части (30-50 см) измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем.

В условиях сложного почвенного покрова важным является вопрос адаптации АП ко всему комплексу факторов, формирующих почвенно-гидрологическую пестроту на объектах осушения, и организация их дифференцированного применения. Процесс адаптации предполагает учет геоморфологических, литологических, гидрогеологических факторов, структуры почвенного покрова, создание картографических материалов в виде специальных схем, отражающих дифференциацию территории по условиям применения АП. В адаптивно-мелиоративных системах земледелия АП являются частью комбинированных систем и технологий обработки почвы в севооборотах. Основой систем обработки почвы в севооборотах является отвальная технология (вспашка) с возможностью ее замены, в определенных агроэкологических условиях, и под отдельные культуры, ресурсосберегающими приемами — безотвальным рыхлением или мелкой обработкой. Благоприятные условия для отказа от вспашки создаются, прежде всего, на слабооглеенных и глееватых хорошо

дренированных окультуренных почвах легкого механического состава (супесчаные и легкосуглинистые) с коэффициентом фильтрации с поверхности более 0,3-0,5 м/сут и благоприятными агрофизическими свойствами.

На слабозасоренных полях под яровые зерновые культуры, размещаемые в севообороте после картофеля и корнеплодов, под овес после озимой ржи, под озимые культуры после раннего картофеля и однолетних трав, обычная вспашка на 20-22 см может быть заменена мелкой обработкой на 10-15 см (дискование, лемешное лущение, чизелевание) или чизелеванием на 18-22 см. На осушаемых землях с недостаточно эффективно работающим дренажем затраты на обработку почвы можно снизить в результате замены вспашки под отдельные культуры севооборота безотвальной обработкой без уменьшения ее глубины с использованием почвообрабатывающих орудий чизельного типа. Ресурсосберегающие приемы обработки почвы позволяют сократить трудовые, энергетические и материально-технические затраты на возделывание сельскохозяйственных культур, а также время на проведение отдельных технологических операций. При этом, производительность труда возрастет на 30-80%, расход горючего уменьшится на 15-50%, общая стоимость основной обработки в расчете на 1 га снижается на 30-75%.

Важнейшим элементом современных систем мелиоративного земледелия являются адаптивные агротехнологии возделывания полевых культур. На осушаемых землях интенсивные агротехнологии необходимо адаптировать к гидрологической неоднородности почв, повышенной влажности почвенного покрова, неравномерному высыханию поверхности почв и др. К главным приемам адаптации технологий относятся размещение культур на соответствующих им видах земель, использование требуемых для данных почв агромиелоративных приемов обработки почвы, специализированных способов посева и возделывания растений на профилированной поверхности, культивация смешанных посевов и др.

Особый интерес для земледелия северо-западной части Нечерноземной зоны представляют гребне-грядовые технологии выращивания зерновых культур и картофеля. На зерновых культурах высокую эффективность проявляет гребнистый ленточно-разбросной способ их посева [9,17,18]. Растения размещаются лентой шириной 13-15 см и на гребнях высотой 40-80 мм. Для семян при посеве создается уплотненное ложе и обеспечивается их хороший контакт с почвой путем вдавливания в посевной слой. В опытах на дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных глееватых почвах полевая всхожесть семян, по сравнению с обычным рядовым посевом, увеличивалась на 10,3% (в среднем по 5 культурам), выживаемость растений — на 5,8%, количество продуктивных стеблей — на 17,8%, масса зерна в колосе (метелке) — на 10,0%, урожайность культур — на 0,21-1,19 т/га. Преимущество гребнистого ленточно-разбросного способа посева формируется за счет оптимизации площади питания растений и улучшения агрофизических условий в посевном слое почвы и зоне расположения узла кущения.

Наибольшее значение гребнистый способ посева имеет при возделывании озимой ржи, посева которой в Нечерноземной зоне при



обычной технологии, как правило, часто страдают от неблагоприятного водно-воздушного режима почвы осенью, от истощения растений и выпревания в зимний период, а также от застоя воды и вымокания, появления ледяной корки в периоды зимних оттепелей и др. Гребнистый ленточно-разбросной способ повышает устойчивость посевов к этим неблагоприятным факторам, снижается засоренность посевов, поражение растений снежной плесенью и корневыми гнилями. Сохранность растений озимой ржи при перезимовке повышается на 12,5-19,1%.

В технологиях ранних яровых зерновых культур эффективным приемом, наряду с гребнистым способом посева, считается гребнистая зяблевая вспашка, которая практически без дополнительных затрат обеспечивает повышение урожайности яровых зернофуражных культур на 4,2-6,1 ц/га (на 15,2-17,1%) и снижение затрат ресурсов на 1 тонну выращенного зерна на 14,9%.

Гребнистая технология дала положительный эффект при возделывании люпина на зерно. В среднем по трехлетним данным, гребнистая вспашка увеличила урожайность люпина (по сортам) на 2,6-3,7 ц/га. Суммарная прибавка урожая зерна от гребнистой зяблевой вспашки и посева на гребнях, по сравнению с контролем, составила 5,1 ц/га.

При производстве зернофуража более высокая адаптивность технологий к почвенно-мелиоративному разнообразию осушаемых земель может быть получена при совместных посевах ячменя и овса. Эти сельхозкультуры требуют различные требования к условиям произрастания, таким, как влажность почвы, кислотность, обеспеченность элементами питания и т.д. Ячмень и овес имеют разные реакции на погоду. Исследования показали, что в среднем за 7 лет смешанные посевы овса и ячменя обеспечили продуктивность на глееватых и слабооглеенных осушаемых почвах по выходу зерна выше на 19,0% — 6,0 ц/га (10,3-32,9% по годам) по сравнению с чистыми посевами ячменя, а по сравнению с чистыми посевами овса — на 2,9 ц/га (7,9%).

На картофеле одним из перспективных направлений адаптивной интенсификации его производства, кроме освоения в условиях сложного почвенного покрова специализированных севооборотов, является переход на грядковую технологию возделывания [4,17]. Эта технология лучше гребневой приспособлена для возделывания картофеля на осушаемых закрытым дренажем почвах. При грядковой технологии формируется более устойчивый водно-воздушный и тепловой режимы, снижается засоренность посадок и общая вредоносность фитотрофа. Современная грядковая технология состоит из ресурсосберегающей системы обработки почвы, включает полосное рыхление почвы под грядой, а также внесение органических и минеральных удобрений локально в расчете под планируемую урожай. Необходима также специальная комплексная подготовка полей в осенний период (осенняя нарезка гряд), современная система ухода за посевами, обеспечивающая полный отказ от гербицидов и др. В целом, грядково-ленточная технология сегодня позволяет увеличить урожайность картофеля в среднем на 14,9% по сравнению с базовой, и на 22,0% по сравнению с гребневой (во влажные годы на 30,2%). Грядково-ленточная технология с трехрядовой системой машин повышает

производительность труда на посадке картофеля и уходе за ним в 1,2-1,8 раза, по сравнению с обычной гребневой, увеличивает условно чистый доход на 21,8-51,4%, снижает себестоимость 1 тонны клубней на 11,3-19,4%, повышает коэффициент энергетической эффективности на 5,7-9,7% [9].

**Выводы.** Основные структурные элементы современных систем земледелия на осушаемых почвах должны формироваться с учетом их агроэкологических особенностей, характера дифференциации почвенного покрова по агрохимическим и агрофизическим свойствам, эффективному плодородию.

Существование комплексных мелиоративных и агро-мелиоративных мероприятий по оптимизации водно-воздушного режима осушаемых почв является необходимым условием повышения эффективности основных средств интенсификации земледелия — удобрений, современных сортов, средств защиты растений, ресурсосберегающих технологий обработки почвы и др. Пространственно-варьирующую неоднородность почвенного покрова осушаемых земель и их мелиоративное состояние необходимо учитывать при организации адаптивно-сбалансированных севооборотов, применении агро-мелиоративных приемов, формировании адаптированных систем использования удобрений, обработки почвы и агротехнологий. Разработанные с учетом особенностей осушаемых земель интенсивные агротехнологии позволяют получать на дренированной пашне 4,0-6,0 и более тонн зерна с 1 гектара или эквивалентное количество другой растениеводческой продукции.

#### Список источников

1. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. СПб.: ООО «Квадро», 2020. 276 с.
2. Kiryushin V.I. (2019). The Management of Soil Fertility and Productivity of Agrocenoses in Adaptive-Landscape Farming Systems // Eurasian Soil Science. n0.52(9), pp.1137-1145. DOI: 10.1134/S1064229319070068
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: Росинформагротех, 2005. 794 с.
4. Митрофанов Ю.И. Адаптивные севообороты и технологии на осушаемых землях Нечерноземной зоны. Тверь: ТГУ, 2010. 287 с.
5. Кудрявцев А.Е., Вольнов В.В., Давыдов А.С. Вопросы методики агроэкологической оценки плодородия пахотных почв для проектирования систем земледелия на ландшафтной основе // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (139). С. 55-60.
6. Щитов С.Е. Реализация адаптивно-ландшафтного подхода к обеспечению развития системы агро-мелиоративного земледелия // Экономика и экология территориальных образований. 2017. № 2. С. 134-140.
7. Вольнов, В. В., Бойко, А. В. Комплекс мелиоративных мероприятий в адаптивно-ландшафтном земледелии // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (126). С. 35-40.
8. Дубовик Д.В., Чуюн О.Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие. 2018. № 2. С. 9-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202
9. Усовершенствованные агро-мелиоративные приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв. Методические рекомендации. Тверь: Тверской печатник, 2012. 25 с.
10. Цыгуткин А.С., Азаров А.В. Изучение влияния технологий возделывания сельскохозяйственных культур и почвы, как саморазвивающейся системы, на содержание гумуса // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 6. С. 44-49. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10608

11. Байбеков Р.Ф., Кирпичников Н.А., Бижан С.П., Белек А.Н. Влияние длительного применения удобрений на показатели плодородия дерновоподзолистой почвы в зернотравяном севообороте // Земледелие. 2021. № 7. С. 12-15. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-12-15

12. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Цыганова Н.А. Влияние ландшафтных условий на эффективность точной системы удобрения в звене полевого севооборота // Агробиология. 2020. № 2. С. 69-76. DOI: 10.31857/S0002188120020040

13. Пургин Д.В., Усенко В.И., Краченко В.И., Гаркуша А.А., Усенко С.В., Олешко В.П. Формирование засоренности посевов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки почвы и применения средств химизации // Земледелие. 2019. № 8. С. 8-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10802

14. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Гуляев М.В., Первушина Н.К. Предпосевная обработка почвы при разных способах посева зерновых культур // Земледелие. 2020. № 6. С. 29-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10607

15. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В., Хархардинов Н.А. Изменение свойств дерново-подзолистой почвы в зависимости от осушаемых агроландшафтов при возделывании клеверо-тимофеечной травосмеси // Земледелие. 2022. № 3. С. 19-22. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-3-19-23

16. Тютюнов С.И., Солнцев П.И., Хорошилова Ю.В., Емец М.В., Горохова Ж.Ю. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 18-23. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10503

17. Миско М.А., Митрофанов Ю.И., Поздняков А.И. Применение агро-мелиоративных мероприятий на осушенных минеральных землях Нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент). М.: МСХ РСФСР, 1991. 58 с.

18. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н. Гребнистый способ посева зерновых культур на осушаемых землях // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 3. С. 301-312. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312

#### References

1. Kiryushin, V.I. (2020). *Kontseptsiya razvitiya zemledeliya v Nечернозем'ye* [The concept of the development of agriculture in the Non-Chernozem region]. Saint Petersburg: ООО «Kvadro», 276 p.
2. Kiryushin, V.I. (2019). The Management of Soil Fertility and Productivity of Agrocenoses in Adaptive-Landscape Farming Systems. Eurasian Soil Science. 2019; 52(9):1137-1145. DOI: 10.1134/S1064229319070068
3. *Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий* (2005). [Agroecological land assessment, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agrotechnologies]. Pod red. V.I. Kiryushina, A.L. Ivanova. Moscow: Rosinformagrotekh, 794 p.
4. Mitrofanov YU.I. (2010). *Adaptivnyye sevooboroty i tekhnologii na osushayemykh zemlyakh Nечерноземной zony* [Adaptive crop rotations and technologies on drained lands of the Non-Chernozem zone]. Tver: TGU, 287 p.
5. Kudryavtsev A.Ye., Vol'nov V.V., Davydov A.S. (2016). *Voprosy metodiki agroekologicheskoy otsenki plodorodiya pakhotnykh pochv dlya proyektirovaniya sistem zemledeliya na landshaftnoy osnove* [Questions of methods of agroecological assessment of the fertility of arable soils for the design of farming systems on a landscape basis]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University], no. 5 (139), pp. 55-60.
6. Shchitov S.Ye. (2017). *Realizatsiya adaptivno-landshaftnogo podkhoda k obespecheniyu razvitiya sistema agromeliorativnogo zemledeliya* [Implementation of the adaptive-landscape approach to ensuring the development of the system of agro-meliorative agriculture]. *Ekonomika i ekologiya territorial'nykh obrazovaniy* [Economics and Ecology of Territorial Formations], no. 2, pp. 134-140.
7. Vol'nov V.V., Boyko A.V. (2015). *Kompleks meliorativnykh meropriyatiy v adaptivno-landshaftnom zemledelii* [A complex of reclamation measures in adaptive landscape agriculture]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University], no. 4 (126), pp. 35-40.



8. Dubovik D.V., Chuyan O.G. (2018). *Kachestvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyemov i klimaticheskikh usloviy* [The quality of agricultural crops depending on agricultural practices and climatic conditions]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 2. pp. 9-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202

9. *Usovershenstvovannyye agromeliorativnyye priyemy obrabotki pochvy, obespechivayushchiye regulirovaniye vodno-vozdushnogo rezhima osushayemykh pochv. Metodicheskiye rekomendatsii* [Improved agro-reclamation methods of tillage, which ensure the regulation of the water-air regime of drained soils]. Tver': Tverskoy pechatnik, 2012. 25 p

10. Tsygutkin A.S., Azarov A.V. (2021). *Izucheniye vliyaniya tekhnologiy vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pochvy, kak samorazvivayushchey sistema, na soderzhanie gumusa* [Study of the influence of cultivation technologies of agricultural crops and soil, as a self-developing system, on the content of humus]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], vol. 35, no. 6, pp. 44-49. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10608

11. Baybekov R.F., Kirpichnikov N.A., Bizhan S.P., Belek A.N. (2021). *Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobreniy na pokazateli plodorodiya dervopodzolisto-y zernotravyanom sevooborote* [Influence of long-term use of fertilizers on fertility indicators of soddy-podzolic soil in grain-grass

crop rotation]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 7, pp. 12-15. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-12-15

12. Ivanov A.I., Ivanova Z.H.A., Tsyganova N.A. (2020). *Vliyaniye landshaftnykh usloviy na effektivnost' tochnoy sistemy udobreniya v zvene polevogo sevooborota* [Influence of landscape conditions on the efficiency of an accurate fertilizer system in the link of a field crop rotation]. *Agrokhi-miya* [Agrochemistry], no. 2. pp. 69-76. DOI: 10.31857/S0002188120020040

13. Purgin D.V., Usenko V.I., Kravchenko V.I., Garkusha A.A., Usenko S.V., Oleshko V.P. (2019). *Formirovaniye zasorennosti posevov v zernoparvom sevooborote v zavisimosti ot sposobov obrabotki pochvy i primeneniya sredstv khimizatsii* [Formation of weed infestation of crops in grain-fallow crop rotation depending on the method of tillage and the use of chemicals]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 8. pp. 8-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10802

14. Mitrofanov YU.I., Petrova L.I., Gulyayev M.V., Pervushina N.K. (2020). *Predposevnyaya obrabotka pochvy pri raznykh sposobakh poseva zernovykh kul'tur* [Pre-sowing tillage with different methods of sowing grain crops]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 6, pp. 29-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10607

15. Rublyuk M.V., Ivanov D.A., Karaseva O.V., Kharkhardin N.A. (2022). *Izmeneniye svoystv dervopodzolisto-y pochvy v zavisimosti ot osushayemykh agrolandshaftov pri vozdeystviy klevro-timofeyeychnoy travosmesi* [Changes in the

properties of soddy-podzolic soil depending on the drained agrolandscapes during the cultivation of clover-timothy grass mixture]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 3, pp. 19-22. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-3-19-23

16. Tyutyunov S.I., Solntsev P.I., Khoroshilova YU.V., Yemets M.V., Gorokhova ZH.YU. (2020). *Vliyaniye priyemov osnovnoy obrabotki pochvy, udobreniy i sredstv zashchity rasteniy na produktivnost' ozimoy pshenitsy* [Influence of methods of basic tillage, fertilizers and plant protection products on the productivity of winter wheat]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], vol. 34, no. 5, pp. 18-23. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10503

17. Misko M.A., Mitrofanov YU.I., Pozdnyakov A.I. (1991). *Primeneniye agromeliorativnykh meropriyatiy na osushennykh mineral'nykh zemlyakh Nechernozemnoy zony RSFSR (tekhnologicheskii reglament)* [Application of agro-reclamation measures on drained mineral lands of the Non-Chernozem Zone of the RSFSR (technological regulations)]. Moscow: MSKH RSFSR, 58 p.

18. Mitrofanov YU.I., Antsiferova O.N. (2020). *Grebnistyiy sposob poseva zernovykh kul'tur na osushayemykh zemlyakh* [Ridged method of sowing grain crops on drained lands]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian science of the Euro-North-East], no. 3, pp. 301-312. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312

#### Информация об авторе:

**Митрофанов Юрий Иванович**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом мелиоративного земледелия, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0994-6743>, 2016vniimz-noo@list.ru

#### Information about the author:

**Yury I. Mitrofanov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the department of ameliorative agriculture, Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0994-6743>, 2016vniimz-noo@list.ru

✉ 2016vniimz-noo@list.ru



**ПротейнТек**  
Форум и экспо

+7 (495) 585-5167 | [info@proteintek.org](mailto:info@proteintek.org) | [www.proteintek.org](http://www.proteintek.org)

## Форум и выставка по производству и использованию кормовых протеинов и глубокой переработке высокобелковых культур

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 21 сентября 2022 года в отеле Холидей Инн Лесная, Москва

### Возможности для рекламы:

Выбор одного из спонсорских пакетов Форума позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка растительных и микробных протеинов.



Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_429

## КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАВОЛЖЬЯ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

**В.А. Шадских, В.Е. Кижяева, Б.Н. Бельтиков**Волжский научно-исследовательский институт гидротехники  
и мелиорации, Энгельс, Россия

**Аннотация.** В статье приводится динамика состояния агресурсного потенциала орошаемых земель Заволжья, дано обоснование рациональных площадей и структура посевов: зерновые культуры — 26,3 %, кормовые — 65,6 %, картофель — 13,1 %, что соответствует требованиям научной системы земледелия, а также приводится краткая характеристика составляющих мелиоративного комплекса региона. Цель исследований — определить основные направления восстановления и комплексной реконструкции орошаемых земель засушливой зоны Поволжского региона. Объектом исследований являлись орошаемые земли и их агромелиоративное состояние. Методология работ включала методику проведения полевого опыта с применением системы оценочных показателей элементов плодородия почв. Исследования проводились в период 1990-2020 годы на орошаемых землях опытно-производственных хозяйств Поволжья, где были поставлены и проведены длительные полевые опыты: ОПХ ВолжНИИГиМ (Саратовская область), Заволжская опытно-мелиоративная станция (Волгоградская область), Астраханская опытно-мелиоративная станция. Установлено, что падение основных технико-эксплуатационных показателей мелиоративных фондов (внутрихозяйственных оросительных сетей) сопряжено с общим сокращением поливных площадей. Так с 1990 года по настоящее время площадь орошаемых земель сократилась на 34,3 %. Рассмотрены вопросы и дано обоснование реконструкции и восстановления участков орошения региона. Произведен анализ состояния парка отечественной широкозахватной дождевальной техники Поволжья, в динамике представлено развитие машиностроения ирригационных технических средств в условиях реализации программы импортозамещения. Выпуск отечественной дождевальной техники за 2016-2022 годы составил 578 дождевальных установок, что явно недостаточно для эффективного функционирования мелиоративного комплекса и улучшения использования орошаемых земель. На основании сравнительной характеристики, установлено, что по технико-эксплуатационным показателям инновационная фронтальная дождевальная машина соответствует существующим импортным аналогам. Установлено преимущество по показателю коэффициента земельного использования, который у фронтальной дождевальной машины приближен к единице и равен значению 0,967, в то время как широкозахватные машины кругового действия обладают пониженным свойством охвата площади искусственным дождём — 0,83-0,85.

**Ключевые слова:** мелиорация, орошение, почва, инновации, реконструкция, ресурсосберегающая технология, импортозамещение

Original article

## CONCEPTUAL JUSTIFICATION OF THE RATIONAL USE OF IRRIGATED LAND OF THE VOLGA REGION IN CONDITIONS OF IMPORT SUBSTITUTION

**V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, B.N. Beltikov**Volga Research Institute of Hydraulic Engineering  
and Land Reclamation, Engels, Russia

**Abstract.** The article states dynamics of agro-resource potential of irrigated lands in Zavolzhye, gives rational areas and sowing structure: grain crops — 26,3%, forage crops — 65,6%, potatoes — 13,1%, that conforms to requirements of scientific farming system, and also gives brief characteristics of components of meliorative complex of the region. The aim of the research is to determine the main directions of rehabilitation and complex reconstruction of irrigated lands in the arid zone of the Volga region. Irrigated lands and their agromeliorative condition were the object of research. The methodology of works included the methodology of field experiment with application of the system of evaluation indicators of soil fertility elements. The research was conducted during 1990-2020 on the irrigated lands of experimental-production farms of the Volga region, where long-term field experiments were set and conducted: experimental farm Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation (Saratov region), Zavolzhskaya experimental-reclamation station (Volgograd region), Astrakhan experimental-reclamation station. It is established that the decline in the main technical-operational indicators of reclamation funds (on-farm irrigation networks) is associated with a general reduction of irrigated areas. Thus, from 1990 to the present time the area of irrigated lands has decreased by 34.3%. The issues are considered and justification of reconstruction and rehabilitation of irrigation areas in the region is given. The analysis of the state of the park of domestic wide-cut sprinkler equipment of the Volga region is made, the development of engineering of irrigation technical means in the conditions of implementation of the import substitution program is presented in the dynamics. The output of domestic sprinkler equipment for 2016-2022 was 578 sprinkler systems, which is clearly not enough for the effective functioning of the reclamation complex and improving the use of irrigated land. On the basis of comparative characterization, it was found that the innovative frontal sprinkler machine corresponds to the existing imported analogues by technical-operational indicators. The advantage is established in the indicator of coefficient of land use, which is close to one at the frontal sprinkler machine and is equal to the value of 0,967, while the wide-cutting machines of circular action have a lower quality of covering the area with the artificial rain — 0,83-0,85.

**Keywords:** melioration, irrigation, soil, innovations, reconstruction, resource-saving technology, import substitution

**Введение.** Следует отметить, что незначительная часть орошаемых земель не может кардинально решить задачу по наращиванию объемов производства сельскохозяйственной продукции при существующих условиях аридизации климата.

На фоне внешнего санкционного давления настоящее развитие ресурсного потенциала мелиорации требует модернизации процесса с целью достижения высоких темпов прогресса комплекса [1, 2].

Стратегия восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, а также Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса, объявляют транспарентно активному восстановлению мелиоративного потенциала на современном техническом и технологическом уровнях с учётом территориальных особенностей производственного цикла сельскохозяйственной продукции [3, 4].

В условиях мощного антропогенного воздействия на орошаемых землях прогрессируют различные формы деградации, приводящие к коренному изменению экологической устойчивости агроландшафтов и к необратимым процессам при сельскохозяйственном использовании орошаемых земель/

Технико-эксплуатационные показатели существующих многоопорных дождевальных машин иностранных и российских производителей не всегда согласовываются с высокими требованиями сельскохозяйственного производства, в частности, при эксплуатации технических средств полива формируется дождь большой интенсивности и мощности. Иностранные дождевальные насадки формируют крупнокапельный дождь, приводящий к неравномерному увлажнению почвы, смыву почвы, пестроте и недобору урожая [5, 6].

В этой связи необходимы конструктивные решения по совершенствованию существую-

щего оборудования дождевально-поливных машин, устройств приповерхностного дождевания и технологии полива, а также комплекс агротехнических, агромелиоративных, агролесомелиоративных и гидротехнических мероприятий, направленных на снижение эрозионных процессов на орошаемых площадях [7, 8].

Цель и объект исследований. Определить основные направления развития и совершенствования мелиоративного комплекса засушливой зоны Поволжья и обоснование объемов оросительных мелиораций с целью повышения продуктивности орошаемых земель в условиях импортозамещения. Объектом исследований являлось состояние мелиоративных фондов, дождевальной техники и агроресурсного потенциала почв засушливой зоны Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводились с 1990 по 2020 годы на орошаемых землях степной и сухостепной зон Поволжья, уровень плодородия которых в основном зависит от характеристик почвенного покрова, инженерно-технического состояния оросительных систем, определяется комплексом гидромелиоративных и других факторов. Поэтому для анализа агроресурсного потенциала применена система оценочных показателей плодородия темно-каштановых почв Заволжья.

Произведен анализ состояния парка отечественной широкозахватной дождевальной техники Поволжья, в динамике представлено развитие машиностроения ирригационных технических средств в условиях реализации программы импортозамещения. Исследованы преимущественные характеристики технического средства полива по показателю коэффициента земельного использования при поливе инновационной фронтальной дождевальной машиной по сравнению с широкозахватными машинами кругового действия. Рассмотрены вопросы и дано обоснование реконструкции и восстановления участков орошения и всего мелиоративного комплекса региона. На основе анализа динамики состояния мелиорированных земель региона за период 1990-2020 гг., рассмотрены

основные проблемы и предложены пути их рационального использования, обоснованы площади и структура посевов на орошаемых землях в соответствии с требованиями научной системы землепользования [9, 10].

Результаты исследований и их обсуждение. За прошедший период, с 1990 г. по настоящее время, искусственно орошаемая площадь Поволжья уменьшилась на 34,3% и составила 1,1 млн га (в 1990 году — 1,7 млн га), из которой только на 40-50% решаются ирригационные задачи (табл. 1).

В среднем по зоне износ оросительных систем превысил 70%, большая часть дождевальной техники и оборудования устарели [6, 10].

Современное состояние парка дождевальной техники агропромышленного комплекса обусловлено историей развития процесса механизации техническими средствами полива [11, 12]. Новые темпы развития отечественного мелиоративного комплекса связаны с декларацией курса России на импортозамещение. В настоящее время интенсивно развивается собственное производство с последующим внедрением в сельское хозяйство технических средств полива [13, 14]. Динамика обеспечения товаропроизводителя сельскохозяйственной продукции российской дождевальной техникой представлена в табл. 2.

Таким образом, за 2016-2020 годы произведено 578 единиц широкозахватных дождевальных машин отечественного производства.

В настоящее время уделяется внимание разработкам инновационной дождевальной техники. Ведущее место в данной сфере деятельности занимает ФГБНУ «Волжский НИИ гидротехники и мелиорации», у которого одним из основных направлений деятельности является разработка современных многоопорных дождевальных машин ферменной конструкции фронтального и кругового передвижения с инновационными дождеобразующими устройствами для различных типов дождевальной техники, не имеющих аналогов в Российской Федерации.

Таблица 1. Характеристика мелиорируемых земель Поволжья в динамике  
Table 1. Characteristics of the reclaimed lands of the Volga region in dynamics

Регионы	Годы	Наименование показателей				
		Ирригационный фонд, тыс. га	Наличие орошаемых с.-х. угодий, тыс. га	Введено орошаемых земель, тыс. га	Комплексная реконструкция, тыс. га	Земли с неудовлетворительным мелиоративным состоянием, тыс. га
Поволжье, всего	1990	6603,0	1690,0	27,6	40,7	226,6
	2000		1154,0	0,8	22,9	239,6
	2010		1103,2	-	8,6	256,2
	2020		1101,8	-	9,9	258,2
Самарская область	1990	783,0	189,0	3,3	2,2	14,7
	2000		147,0	0,1	0,75	10,2
	2010		141,6	-	0,5	4,1
	2020		140,7	-	0,8	4,3
Саратовская область	1990	2810,0	453,5	14,0	10,6	64,9
	2000		257,3	-	6,52	46,5
	2010		257,3	-	1,5	25,3
	2020		257,3	-	1,7	25,8
Волгоградская область	1990	2000,0	352,6	9,1	15,1	52,8
	2000		256,0	-	6,98	47,3
	2010		185,8	-	6,0	30,0
	2020		182,3	-	6,4	30,0



Таблица 2. Динамика производства и внедрения в агропромышленный комплекс отечественной ирригационной техники  
Table 2. Dynamics of production and implementation in the agro-industrial complex of domestic irrigation equipment

Наименование организации	Марка машины	Объем производства дождевальной техники по годам, единиц					
		2016	2017	2018	2019	2020	Всего за 2016-2020 гг.
ООО «БилдингСтрой- Групп» (ООО «БСГ»), г. Тольятти	ДМ «Фрегат»	42				-	42
	ДМ «Кубань-С»	-	-	-	18	30	48
ООО «Казанский завод оросительной техники», г. Казань	ДМ «Казанка»	14	30	38	27	20	129
ООО «Завод дождевальных машин», г. Волжский	ДМ «Харвест»	12	18	28	64	60	182
ООО НПО «Самарский завод сельскохозяйственного машиностроения», г. Самара	ДМ «Корвет»	-	-	40	-	30	70
	ДМ «Каскад»	5					5
ООО «МЕЛИОМаш», г. Саратов	ДМ «Фрегат»	100					100
	ДМ «Волга-СМ»					1	1
ООО «АгроТехСервис» — г. Маркс	ДМ «Волга-ФК1»					1	1
	Итого						578

Разработана и в настоящее время проходит полевые испытания широкозахватная дождевальная машина фронтального передвижения, основные преимущества которой следующие:

1. Обеспечение процесса орошения высоким коэффициентом земельного использования орошаемой площади.

2. Машины данного класса по своим технико-эксплуатационным показателям в лучшей степени отвечают выполнению задач по орошению площадей, занятых овощами.

3. Конструктивные особенности дождевальной машины позволяют осуществлять возможность выбора отношения длины и ширины площади, что повышает эффективность ее использования в процессе полива.

4. Ирригационная техника фронтального передвижения позволяет обеспечить работы при наличии открытой и закрытой оросительной сети.

Необходимо отметить, что существующие серийно производимые дождевальные машины отечественного производства комплектуются только импортными дождеобразующими устройствами. Для покрытия этого дефицита необходима разработка и производство отечественных инновационных дождеобразующих устройств, не уступающих импортным аналогам [15, 16].

Главным агресурсным фактором рационального использования орошаемых земель является почва. Именно от ее состояния зависит продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур и продовольственная безопасность региона [6, 8].

Для оценки направленности почвенных процессов по изменению плодородия длительно орошаемых земель для разных типов почв сухостепного Поволжья при различной увлажненности разработана диагностическая шкала оценки деградационных процессов (табл. 3).

Анализ состояния агресурсного потенциала Заволжья, выполненный с использованием предложенных параметров диагностической оценки деградационных процессов орошаемых земель, показал, что для восстановления плодородия деградированных орошаемых почв прогнозные агротехнические меры должны предусматривать внесение органических удобрений среднегодовой дозой минимум по 10-15 тонн на гектар севооборотной площади [17].

Оптимальное сочетание агротехнических мероприятий на основе энергосберегающих

технологий полива, применения рациональных доз органоминеральных удобрений на фоне разноглубинной обработки почвы с преобладанием плоскорезной для разуплотнения почв, способствует не только росту продуктивности орошаемого гектара, но и стабилизации почвенного плодородия [18, 19].

Еще одним стабилизирующим фактором импортозамещения в орошаемом земледелии является оптимизация структуры посевных площадей [20]. От общей площади Поволжья, где производственный цикл сельскохозяйственной продукции сопряжен с применением технических средств полива, только 23% относятся к Саратовской области. Эти земли в основной массе расположены на левом берегу Волги и характеризуются малым количеством годовых осадков (250-350 мм). За расчетную рациональную долю площадей с применением оросительных мероприятий взята площадь кормовых культур, которая, исходя из положений научно обоснованной системы землепользования, составляет 65,6% (табл. 4).

Данные показывают, что для обеспечения продовольственной безопасности жителей региона и снабжения кормовой базой животноводства необходимо при использовании рациональной структуры посевов проводить ирригационные мероприятия на площади не менее чем на 221,6 тыс. га.

Анализ современного состояния использования орошаемых земель Заволжья дает основание считать, что работы по реконструкции и восстановлению мелиоративного комплекса являются первостепенными [6, 7]. Реконструкции и модернизации подлежат объекты различной формы собственности: насосные станции, каналы, трубопроводы, оросительные сети.

Ориентировочно стоимость реконструкции или ввода нового орошаемого участка, по различным оценкам, составляет 220-350 тыс. руб. на 1 га. Подавляющая часть объектов мелиоративного комплекса региона находится в Федеральной собственности, где при соответствующем финансировании организованы плановые работы по поддержанию в эксплуатационном состоянии и дальнейшему развитию материально-технической базы. Внутрихозяйственная сеть, которая является, как правило, собственностью производителя сельскохозяйственной продукции, не всегда отвечает производственным (проектным) требованиям из-за остаточного

принципа финансирования мероприятий по ее восстановлению (ремонту).

За короткий период времени наряду с сокращением орошаемых земель, происходит спад в количественного и в качественного состояний мелиоративного фонда, не входящего в государственные структуры (табл. 5).

По данным инвентаризации мелиоративных систем, мелиорированных земель Саратовской области, установлено, что значительная часть внутрихозяйственной оросительной сети нуждается в восстановлении (табл. 6).

Для решения мелиоративных задач, анализ состояния мелиоративных фондов позволяет сделать вывод о необходимости проведения восстановительных работ (реконструкции) на участках внутрихозяйственных оросительных сетей, которые не эксплуатируются, но числятся в эксплуатации земель на площади 61,6 тыс. га.

Капиталовложения должны постоянно обеспечивать проведение плановых мероприятий ближайших лет: по реконструкции внутрихозяйственной сети 15-18 тыс. га в год, на восстановление — 6-10 тыс. га в год. Указанные целевые показатели темпов реконструкции и восстановления орошаемых земель значительно выше существующих.

Плодородие почвы напрямую зависит от наличия возможности проведения на ней оросительных мероприятий, однако решение первоочередных мелиоративных задач требует привлечения значительных финансовых средств. Так за последнее время стоимость затрат на один орошаемый гектар увеличилось в три раза, что зачастую настораживает представителей сельскохозяйственного бизнеса от ведения дел в данной отрасли. Поэтому для сохранения тренда развития мелиоративного комплекса аграрный сектор нуждается в целевой государственной поддержке [8, 17].

Практика эксплуатации орошаемых земель Заволжья показала особую значимость дифференцированных приемов землепользования, включающих комплекс агротехнических мероприятий и водосберегающих технологий, направленных на их рациональное использование в условиях импортозамещения.

**Заключение (выводы).** От мелиорации зависят не только вопросы продовольственной безопасности, но и качественно новый уровень жизни на селе, поэтому восстановление в Заволжье орошаемого земледелия и его дальнейшее развитие является неизбежной необходимостью.



Таблица 3. Параметры диагностической оценки деградационных процессов орошаемых земель  
 Table 3. Parameters of diagnostic assessment of degradation processes in irrigated lands

Степень деградации									
отсутствует		слабая		средняя		сильная		очень сильная	
1		2		3		4		5	
<b>АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>									
Содержание агрегатов при сухом расसेве, %									
> 10 мм	10-0,25 мм	> 10 мм	10-0,25 мм	> 10 мм	10-0,25 мм	> 10 мм	10-0,25 мм	> 10 мм	10-0,25 мм
10-20	60-80	21-30	50-59	31-40	40-49	60-41	39-20	>60	<20
Пористость агрегатов (5-7 мм),%									
42-44		40-42		38-40		36-38		>36	
Плотность пахотного слоя почв, г/см <sup>3</sup>									
черноземов	каштановых	черноземов	каштановых	черноземов	каштановых	черноземов	каштановых	черноземов	каштановых
<1,20	<1,30	1,20-1,25	1,30-1,35	1,26-1,30	1,36-1,40	1,30-1,40	1,40-1,50	>1,40	>1,50
Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, % от исходного									
<5,0		6-10		11-20		21-35		>35	
<b>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>									
Содержание солей по твердому остатку, %									
<0,1		0,1-0,3		0,31-0,50		0,51-0,80		>0,80	
Токсичная щелочность, мг-экв. на100 г почвы									
<0,7		0,7-1,0		1,1-1,5		1,6-2,0		>2,0	
Увеличение площади засоленных почв, % в год									
<0,5		0,51-1,0		1,0-2,0		2,1-5,0		>5,0	
Содержание обменного Na в почвах, % от емкости обмена									
черноземах (Na < 1%)	каштановых	черноземах (Na < 1%)	каштановых	черноземах (Na < 1%)	каштановых	черноземах (Na < 1%)	каштановых	черноземах (Na < 1%)	каштановых
<1	<3	1-3	3-5	4-5	6-10	5-7	10-15	>7	>15
Содержание обменного магния, % от емкости обмена									
<30		30-40		41-60		61-70		>70	
<b>БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>									
Изменение запасов гумуса, % от исходного									
<10		10-20		21-30		31-40		>40	
Изменение соотношения $C_{гк} / C_{фк}$									
черноземов	каштановых почв	черноземов	каштановых почв	черноземов	каштановых почв	черноземов	каштановых почв	черноземов	каштановых почв
>2,0	>1,8	1,5-2,0	1,5-1,8	1,0-1,4	1,7-1,0	0,8-1,0	0,9-0,5	<0,8	<0,5
Нитрификационная способность, мг/кг									
>30		20-30		10-19		9-5		<5	
Содержание нитратов, мг/кг									
<40		40-60		61-70		71-80		>80	
<b>ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>									
Уровень грунтовых вод (м) при минерализации (г/л)									
менее 3,0	более 3,0	менее 3,0	более 3,0	менее 3,0	более 3,0	менее 3,0	более 3,0	менее 3,0	более 3,0
>4	>7	3-4	5-7	2-3	4-3	1-2	3-2	<1	<2
Превышение уровня грунтовых вод, % от критического уровня									
>5		5-10		11-25		26-50		>50	
<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ</b>									
Уменьшение мощности гумусового слоя, % от исходного									
<5		5-15		16-30		30-50		>50	
Потеря почвенной массы, т/га в год									
<5		5-25		26-50		50-100		>100	
Увеличение площади эродированных почв, % в год									
<0,5		0,5-1,0		1,1-2,0		2,1-3,0		>3,0	
Средний балл деградации									
<1		1-1,99		2-2,99		3-4		>4	



Таблица 4. Структура посевов и рациональные площади орошаемых земель для условий Саратовского Заволжья  
Table 4. Structure of crops and rational areas of irrigated land for the conditions of the Saratov Trans-Volga region

Показатели	Культуры/группы культур					Всего	
	Зерновые и зернобобовые	Кормовые		Овощи и картофель	Прочие		
		всего	в т. ч. многолетние травы				
Площадь, тыс. га	47,2	145,4	70,0	29,0	-	221,6	
Структура посевов, %	фактическая	31,1	47,0	18,6	12,3	9,6	100,0
	рекомендуемая	21,3	65,6	31,6	13,1	-	100,0

Таблица 5. Анализ состояния основных элементов внутрихозяйственных мелиоративных фондов Саратовской области  
Table 5. Analysis of the state of the main elements of on-farm land reclamation funds of the Saratov region

Годы	Основные элементы				Сооружения внутрихозяйственной сети, шт.	Наличие дождевальной техники — всего, шт.
	Внутрихозяйственная оросительная сеть (постоянная), км			в том числе		
	всего	закрытая	открытая			
1990	6179	5083	1096	2083	8345	
2000	5253	4752	501	841	3163	
2010	4317	2692	1320	787	2636	
2020	3824	2616	1206	774	1773	
Отношение 2020 г. к 1990 г., %	62	51	110	37	21	

Таблица 6. Потребность в реконструкции /восстановлении/ мелиоративных фондов внутрихозяйственной сети  
Table 6. Need for reconstruction / restoration / land reclamation funds of the on-farm network

Необходимые объемы реконструкции / восстановления / мелиоративных фондов	Элементы мелиоративных фондов внутрихозяйственной сети					
	Оросительная сеть (постоянная) — всего, км		Сооружения на внутрихозяйственной сети, шт.	Дождевальные машины, шт.	Орошаемые земли — всего, тыс. га	
	в том числе:				в том числе:	
	закрытая	открытая	реконструкция	восстановление		
количество	2151,2		334	1427	221,6	
	1823,0	346,0			160,0	61,6
%	56,3		43,2	80,5	100,0	
	69,7	28,7			72,2	27,8

Условия аридного климата в Заволжье, необходимость решения дальнейших задач эффективного сельскохозяйственного производства, наличие ирригационного фонда и высокая рентабельность производственного цикла возделывания сельскохозяйственных культур определяют перспективы развития оросительных мелиораций в регионе.

Результаты научно-исследовательских работ являются теоретической основой повышения продуктивности орошаемых земель. А предложенная оптимизация структуры посевных площадей на мелиорируемых землях позволит обеспечить расширенное воспроизводство почвенного плодородия и повысить их продуктивность.

Восстановление и расширение площадей орошения и рациональное их использование должно быть увязано с потребностями хозяйств, регионов в обеспечении сбалансированной кормовой базы, а население в обеспечении продовольствием. Необходимо также учитывать возможности обводнения территорий, гарантированного водоснабжения сельского населения засушливых районов Заволжья.

В условиях импортозамещения основополагающими факторами должны стать использование современных отечественных дождевальных комплексов и инновационных ресурсосберегающих технологий земледелия.

На период с 2022 по 2031 год в России будет реализована Государственная программа

эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса, направленная на использование почвозащитных технологий полива многоопорными дождевальными машинами с целью повышения урожайности с.-х. культур и сохранения благоприятного эколого-мелиоративного состояния почв в агроландшафтах Заволжья. Претворение в жизнь положений государственной программы обеспечит восстановление мелиоративного комплекса региона, что послужит катализатором эффективного развития агропромышленного комплекса на основе вовлечения новых земель сельхозназначения. Это обеспечит достижение приоритетной цели в условиях импортозамещения — продовольственной безопасности.

#### Список источников

1. Никонова Г.Н., Трафимов А.Г. Мелиоративное состояние сельскохозяйственных угодий в системе факторов эффективного их использования // Научное обозрение: теория и практика. 2018. № 11. С. 24-40.
2. Ножкина И.А., Шалаева С.С. Особенности государственной политики в аграрной сфере в условиях импортозамещения на примере АПК Саратовского Поволжья // Общество: политика, экономика, право. 2018. № 5 (58). С. 43-48.
3. Распоряжение Правительства РФ от 12.04.2020 N 993-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года».

4. Щедрин В.Н. Стратегия научно-технического обеспечения развития мелиорации земель в России на период до 2030 г. // Мелиорация и водное хозяйство. 2017. № 4. С. 7-10.

5. Панина Е.Б., Ситникова И.А., Панин С.И. Особенности анализа эффективности использования производственного потенциала сельскохозяйственного предприятия. В сборнике: Инновации, технологии, наука. Сборник статей международной научно-практической конференции в 4 частях. 2017. С. 189-192.

6. Шадских В.А., Рыжко Н.Ф., Кижяева В.Е. и др. Рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель с учётом введения в оборот длительные неиспользуемых поливных участков // Саратов, 37 с.

7. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 года № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса на 2022 — 2031 годы».

8. Романова Л.Г., Пронько Н.А., Корсак В.В. Агрофизическая деградация орошаемых сыровых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 136-147.

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы».

10. Калафатов Э.А. Современное состояние ресурсной базы агропромышленного комплекса России // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 2.

11. Авдеев С.С., Нагорный А.В., Ортыкова И.М. [и др.] Современные российские дождевальные машины и их промышленные возможности. В сборнике: Инновационные решения в строительстве, природо-





обустройстве и механизации сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 104-107.

12. Кононова Н.Н., Улезько А.В. Тенденции развития технико-технологической базы сельского хозяйства // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 6. С. 37-43

13. Гузев М.М., Василенко В.Н., Щербакос С.С. [и др.] Повышение конкурентоспособности агропромышленного комплекса как средство реализации потенциала импортозамещения Волгоградской области. В книге: Ресурсы развития импортозамещения в Волгоградской области. Волгоград: Кн. изд-во, 2017. С. 116-129.

14. Шепитько Р.С., Дугина Т.А. Ресурсные возможности импортозамещения в сельском хозяйстве // Научное обозрение: теория и практика. 2016. № 2. С. 16-28.

15. Ольгаренко Г.В., Турапин С.С. Перспективы импортозамещения и разработки технических средств орошения для программы развития мелиорации в Российской Федерации // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 2. С. 35-39.

16. Кошенкова Е.А. Развитие мелиорации в Волгоградской области. В сборнике: Вклад молодых ученых аграрных вузов и НИИ в решение проблем импортозамещения и продовольственной безопасности России. Материалы международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 290-292

17. Шадских В.А., Романова Л.Г., Кизхаева В.Е. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья // Мелиорация и водное хозяйство. 2017. № 6. С. 17-20.

18. V. Korsak, N. Pronko, O. Karpova, V. Shadskikh, V. Kizhaeva Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river // Advances in Dynamical Systems and Applications. 2021. Vol. 16, № 1. P. 121-132.

19. Шадских В.А., Кизхаева В.Е. Режим влажности почвы в севообороте сухостепной зоны Поволжья // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 5. С. 21-24.

20. Несмысленов А.П., Санникова М.О. Оптимизация структуры посевов сельскохозяйственных культур как метод повышения эффективности сельскохозяйственного землепользования в орошаемом земледелии // Научное обозрение: теория и практика. 2016. № 8. С. 94-108.

## References

1. Nikonova G.N., Trafimov A.G. (2018). *Meliorativnoe sostoyanie sel'skokhozyaystvennykh ugodii v sisteme faktorov effektivnogo ikh ispol'zovaniya* [Ameliorative state of agricultural lands in the system of factors of their effective use]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika* [Scientific review: theory and practice], no. 11, pp. 24-40.
2. Nozhkina I.A., Shalaeva S.S. (2018). *Osobennosti gosudarstvennoy politiki v agrarnoy sfere v usloviyakh importozameshcheniya na primere APK Saratovskogo Povolzh'ya* [Features of state policy in the agrarian sector in the context of import substitution on the example of the agro-industrial complex of the Saratov Volga region]. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: politics, economics, law], no. 5 (58), pp. 43-48.
3. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 12.04.2020 N 993-r «Ob utverzhenii Strategii razvitiya agropromyshlennogo i ry-

bokhozyaystvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda» [Order of the Government of the Russian Federation of April 12, 2020 N 993-r «On approval of the Strategy for the development of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period up to 2030»].

4. Shchedrin V.N. (2017). *Strategiya nauchno-tekhnicheskogo obespecheniya razvitiya melioratsii zemel' v Rossii na period do 2030 g.* [Strategy for scientific and technical support for the development of land reclamation in Russia for the period up to 2030]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Melioration and water management], no. 4, pp. 7-10.

5. Panina E.B., Sitnikova I.A., Panin S.I. (2017). *Osobennosti analiza effektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennogo potentsiala sel'skokhozyaystvennogo predpriyatiya* [Features of the analysis of the effectiveness of the use of the production potential of an agricultural enterprise]. *V sbornike: Innovatsii, tekhnologii, nauka. Sb. st. mezhd. nauch.-prakt. konf.: v 4 chastyakh* [In the collection: Innovations, technologies, science. Sat. Art. int. scientific-practical. conf.: in 4 parts], pp. 189-192.

6. Shadskikh V.A., Ryzhko N.F., Kizhaeva V.E. [i dr.] (2020). *Rekomendatsii po effektivnomu ispol'zovaniyu oroshaemykh zemel' s uchetom vvedeniya v oborot dlitel'no neispol'zuemykh polivnykh uchastkov* [Recommendations for the efficient use of irrigated lands, taking into account the introduction into circulation of long-term unused irrigated plots], Saratov, 37 p.

7. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 maya 2021 goda № 731 «O Gosudarstvennoy programme effektivnogo vovlecheniya v oborot zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa na 2022 — 2031 gody» [Decree of the Government of the Russian Federation of May 14, 2021 No. 731 «On the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Land in the Turnover and the Development of the Ameliorative Complex for 2022-2031»]

8. Romanova L.G., Pronko N.A., Korsak V.V. (2019). *Agrofizicheskaya degradatsiya oroshaemykh syrtykh temnokashtanovykh pochv Saratovskogo Zavolzh'ya* [Agrophysical degradation of irrigated syrt dark chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region]. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii* [Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems], no. 3 (35), pp. 136-147.

9. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 25 avgusta 2017 g. N 996 «Ob utverzhenii Federal'noi nauchno-tekhnicheskoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva na 2017-2025 gody» [Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 No. 996 «On Approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025»].

10. Kalafatov E.A. (2022). *Sovremennoe sostoyanie resursnoi bazy agropromyshlennogo kompleksa Rossii* [The current state of the resource base of the agro-industrial complex of Russia]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], vol. 7, no. 2.

11. Avdeenko S.S., Nagorniy A.V., Ortyakova I.M. [i dr.] (2021). *Sovremennye rossiiskie dozhdaval'nye mashiny i ikh promyshlennye vozmozhnosti* [Modern Russian sprinkler machines and their industrial capabilities]. *V sbornike: Innovatsionnye resheniya v stroitel'stve, prirodoobustroistve i mekhanizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva*. [In: Innovative solutions in construction, environmental management and mechanization of agricultural production.], pp. 104-107.

12. Kononova N.N., Ulez'ko A.V. (2020). *Tendentsii razvitiya tekhniko-tekhnologicheskoi bazy sel'skogo khozyaystva* [Trends in the development of the technical and technological base of agriculture]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. [Economics of agriculture in Russia], no. 6, pp. 37-43.

13. Guzev M.M., Vasilenko V.N., Shcherbakov S.S. [i dr.] (2017). *Povyshenie konkurentosposobnosti agropromyshlennogo kompleksa kak sredstvo realizatsii potentsiala importozameshcheniya Volgogradskoi oblasti* [Increasing the competitiveness of the agro-industrial complex as a means of realizing the potential of import substitution in the Volgograd region]. *V knige: Resursy razvitiya importozameshcheniya v Volgogradskoi oblasti*. *Otv. red. M.M. Guzev. Volgograd* [In the book: Resources for the development of import substitution in the Volgograd region. M.M. Guzev. Volgograd], pp. 116-129.

14. Shepit'ko R.S., Dugina T.A. (2016). *Resursnye vozmozhnosti importozameshcheniya v sel'skom khozyaystve* [Resource opportunities of import substitution in agriculture]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika* [Scientific review: theory and practice], no. 2, pp. 16-28.

15. Ol'garenko G.V., Turapin S.S. (2016). *Perspektivy importozameshcheniya i razrabotki tekhnicheskikh sredstv orosheniya dlya programmy razvitiya melioratsii v Rossiiskoi Federatsii* [Prospects for Import Substitution and Development of Irrigation Equipment for the Development Program of Melioration in the Russian Federation]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Melioration and Water Management], no.2, pp. 35-39.

16. Koshenskova E.A. (2021). *Razvitie melioratsii v Volgogradskoi oblasti* [Development of melioration in the Volgograd region]. *V sbornike: Vklad molodykh uchenykh agrarnykh vuzov i NII v reshenie problem importozameshcheniya i provodov'stvennoi bezopasnosti Rossii. Mat. mezhd. nauch.-prakt. konf. Volgograd* [In: Contribution of young scientists of agricultural universities and research institutes to solving the problems of import substitution and food security in Russia], pp. 290-292.

17. Shadskikh V.A., Romanova L.G., Kizhaeva V.E. (2017). *Osnovnye printsipy optimizatsii ekologicheskoi situatsii oroshaemykh agrolandshaftov stepnoi i sukhostepnoi zon Povolzh'ya* [Basic principles of optimizing the ecological situation of irrigated agrolandscapes in the steppe and dry steppe zones of the Volga region]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Melioration and water management], no. 6, pp. 17-20.

18. V. Korsak, N. Pronko, O. Karpova, V. Shadskikh, V. Kizhaeva (2021). Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river. *Advances in Dynamical Systems and Applications*, vol. 16, no. 1, pp. 121-132.

19. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E. (2018). *Rezhim vlazhnosti pochvy v sevooborote sukhostepnoi zony Povolzh'ya* [Soil moisture regime in the crop rotation of the Volga dry steppe zone]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Melioration and water management], no. 5, pp. 21-24.

20. Nesmyslenov A.P., Sannikova M.O. (2016). *Optimizatsiya struktury posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur kak metod povysheniya effektivnosti sel'skokhozyaystvennogo zemlepol'zovaniya v oroshaemom zemledelii* [Optimization of the structure of agricultural crops as a method for improving the efficiency of agricultural land use in irrigated agriculture]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika* [Scientific Review: Theory and Practice], no. 8, pp. 94-108.

## Информация об авторах:

**Шадских Владимир Александрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, главный научный сотрудник, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, SPIN-код: 9501-6019, Author ID: 476506, Scopus ID: 57224995135, shadskva@mail.ru

**Кизхаева Вера Евгеньевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5319-3122>, SPIN-код: 6754-5928, Author ID: 507311, Scopus ID: 57224992060, ave.61@mail.ru

**Бельтиков Борис Николаевич**, младший научный сотрудник, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, SPIN-код: 2147-6298, Author ID: 1079236, boris13021976@mail.ru

## Information about the authors:

**Vladimir A. Shadskikh**, doctor of agricultural sciences, professor, honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, chief researcher, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, shadskva@mail.ru

**Vera E. Kizhaeva**, candidate of agricultural sciences, leading researcher, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5319-3122>, SPIN-код: 6754-5928, Author ID: 507311, Scopus ID: 57224992060, ave.61@mail.ru

**Boris N. Beltikov**, junior researcher, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, boris13021976@mail.ru



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК: 339.5:634.6

doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_435

## ЧИСТАЯ ВАЛЮТНАЯ ВЫРУЧКА СТРАН МИРА ОТ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ БАНАНАМИ

**Р.Р. Мухаметзянов, А.М. Хежев, Н.Г. Платоновский,  
Э.В. Бритик, Е.Н. Васильева**

Российский государственный аграрный университет —  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

**Аннотация.** В этом научном исследовании нами была поставлена цель рассчитать и охарактеризовать предлагаемый нами показатель «чистая валютная выручка» стран мира от внешней торговли бананами. Существуют государства, которые в больших объемах закупают эти тропические фрукты, тем самым тратя определенные денежные средства. Ряд из них одновременно выступают в числе главных стран-экспортеров, не являясь при этом его производителями. Они получают валютную выручку от продажи бананов в другие государства. Разница между параметрами стоимостного экспорта и импорта конкретной страны является чистой валютной выручкой, которую она получает от внешней торговли этим фруктом. В целях проведения сравнения мы на основе статистических данных ФАО по международной торговле сформировали рейтинг крупнейших государств мира по обоим показателям за 2001 г. и 2020 г. На этой основе нами была рассчитана чистая валютная выручка этих стран от внешней торговли бананами и составлен рейтинг основных десяти из них за эти же годы. Мы выявили тенденцию укрепления по этому показателю позиций Эквадора, Филиппин, Гватемалы, Кот-д'Ивуара, Мексики, Камеруна, Доминиканской республики, сокращения значения Коста-Рики, Колумбии, Бельгии, Гондураса, Панамы. Также мы выяснили, что наблюдается усиление концентрации полученной общемировой чистой валютной выручки от экспорта бананов на первые пять государств рейтинга: с 71,92 % в 2001 г. до 78,5 % в 2020 г.

**Ключевые слова:** бананы, страны, рейтинг, экспорт, импорт, чистая валютная выручка

Original article

## NET FOREIGN EXCHANGE REVENUE OF COUNTRIES FROM FOREIGN TRADE IN BANANAS

**R.R. Mukhametzyanov, A.M. Khezhev, N.G. Platonovskiy,  
E.V. Britik, E.N. Vasileva**

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev  
Agricultural Academy, Moscow, Russia

**Abstract.** In this scientific study, we set a goal to calculate and characterize our proposed indicator «net foreign exchange revenue» of the countries of the world from foreign trade in bananas. There are states that buy these tropical fruits in large volumes, thereby spending certain money. A number of them are simultaneously among the main exporting countries, while not being its producers. Thus, they receive certain foreign exchange revenue from the sale of bananas to other states. The difference between the value of exports and imports of a particular country allows you to determine the net foreign exchange revenue that it receives from foreign trade in this fruit. For the purposes of comparison, based on FAO statistics on international trade, we have compiled a ranking of the ten largest countries in the world for both indicators for 2001 and 2020. On this basis, we calculated the net foreign exchange revenue of these countries from foreign trade in bananas and compiled a ranking of the top ten of them for the same years. We have identified a tendency for the strengthening of the positions of Ecuador, the Philippines, Guatemala, Côte d'Ivoire, Mexico, Cameroon, the Dominican Republic in this indicator, a decrease in the value of Costa Rica, Colombia, Belgium, Honduras, Panama. We also found out that there is an increase in the concentration of global net foreign exchange revenue from banana exports in the first five countries of the rating: from 71.92 % in 2001 to 78.5 % in 2020.

**Keywords:** bananas, countries, rating, export, import, net foreign exchange revenue

**Введение.** Научные труды наших коллег и собственные исследования свидетельствуют о том, что за последние несколько десятилетий параметры международной торговли плодово-ягодной продукцией существенно возросли как в натуральном, так и стоимостном выражении [1]. В частности, объемы общемирового физического экспорта увеличились с 14,257 млн. т в 1961 г. до 112,435 млн. т в 2020 г. (в 7,89 раза), а импорта с 14,355 млн. т до 109,796 млн. т. соответственно (в 7,65 раза) [2]. Глобализация способствовала как усилению специализации

и концентрации производства фруктов, ягод и орехов в государствах с более благоприятными природно-климатическими условиями, так и увеличению их поставок из этих стран в международную торговлю [3]. В частности, это характерно для большинства держав Южной Америки, некоторые из которых превратились в довольно значимых субъектов мирового рынка плодово-ягодной продукции [4]. Помимо развития производственного и экспортного потенциала, создания рабочих мест и доходов для местного населения, более полного

удовлетворения их продовольственной безопасности, поставки в другие государства фруктов, ягод, орехов и продуктов их переработки являются одним из источников валютной выручки, поступление которой влияет как на устойчивость собственной денежной единицы, так и на состояние платежного баланса [5]. Однако, отмеченные выше тенденции были бы невозможны без усиления спроса на товары этой продовольственной группы со стороны государств, обладающих более суровым климатом [6]. Например, крупнейшим в мире импортером

плодово-ягодной продукции является Европейский Союз, ряд стран которого и сами выступают довольно крупными производителями как свежих фруктов, ягод и орехов, так и продуктов их переработки [7].

Следует отметить, что в связи с обозначенными факторами в течение 1961-2020 гг. усилилось значение плодово-ягодной продукции тропического происхождения и в глобальных валовых сборах, и в объемах экспортно-импортных операций с нею. По основным из них также выросла международная торгуемость [8].

Россия в начале 90-х годов прошлого столетия стала более активно встраиваться в международную торговлю товарами рассматриваемой продовольственной группы, в том числе тропического происхождения, как предъявитель спроса на них [9]. В результате системного экономического кризиса в отечественном плодово-ягодном подкомплексе наметились негативные тенденции снижения собственного производства и переработки местных фруктов и ягод [10]. В первом десятилетии XXI века наша страна существенно усилила свою активность на соответствующем мировом рынке, превратившись в одного из крупнейших импортеров товаров обозначенной продовольственной группы [11]. В связи с изменением геополитических условий в последние несколько лет в России проводится политика импортозамещения, которая затронула и подотрасли садоводства [12]. Тем не менее, она продолжает оставаться одним из крупнейших в мире покупателей тропических фруктов, прежде всего бананов [13].

Последние как по объемам производства и международной торговли, так и обеспечения глобальной безопасности занимают наибольшее значение среди всех видов плодово-ягодной продукции [14]. За 1961-2020 гг. общемировые параметры экспорта бананов возросли с 3,718 млн. т до 24,497 млн. т (в 6,59 раза), а импорта с 3,925 млн. т до 23,376 млн. т (в 5,96 раза) [15]. В течение этого времени аналогичные стоимостные показатели по экспорту увеличились с 0,303 млрд. долл. до 13,356 млрд. долл. (в 44,11 раза), а по импорту с 0,404 млрд. долл. до 15,607 млрд. долл. (в 38,66 раза) [16]. Учитывая многообразную роль этого тропического фрукта нами была поставлена цель выявить, какие страны мира в настоящее время получают наибольшую чистую валютную выручку от внешней торговли бананами.

**Материалы и методы исследования.** Информационной базой для нашего исследования и проведения необходимых расчетов послужили статистические данные ФАО (<http://www.fao.org/faostat/en/#data>). В рамках этой научной работы мы ввели термин «чистая валютная выручка», который по нашей методике определяется как разница между годовыми объемами стоимостного экспорта и импорта конкретного государства по определенному виду сельскохозяйственной продукции, в нашем случае по бананам. Для расчета этого показателя были использованы обозначенные выше статистические данные за 2001 г. и 2020 г., в том числе для того, чтобы показать изменение этих параметров за 20-летний период. На базе этой

информации нами в табличной форме были отражены объемы стоимостного экспорта и импорта рассматриваемого тропического фрукта в мире в целом и в первой десятке стран по этим показателям как за 2001 г., так и за 2020 г. (таблица 1). Также по нашей методике была рассчитана «чистая валютная выручка» по каждому государству, участвующему в международной торговле бананами, и составлен рейтинг первой десятки стран по этому показателю (таблица 2). В тексте и таблицах наименование государств отражено в упрощенной форме. Доллар означает доллар США.

**Результаты и обсуждение.** Проанализируем объемы стоимостного экспорта и импорта бананов в 2001 г. и 2020 г. в мире в целом и в первой десятке государств по этому показателю (табл. 1). Как видно, на передовой позиции по поставкам в международную торговлю рассматриваемого тропического фрукта как был, так и остался Эквадор. Для справки отметим, что в последние годы из этого государства, расположенного в Южной Америке, в Россию поставлялось 96-97% бананов [17]. Кроме Эквадора, усилили свое значение как в абсолютном (в млн. долл.), так и в относительном (доля в общемировом показателе) выражении следующие страны: Филиппины, Гватемала, Мексика, Кот-д'Ивуар, Камерун, Доминикана, Вьетнам, Перу. В то же время некоторые государства, несмотря на увеличение объемов экспорта, к 2020 г. заняли более скромную роль. Среди них страны Латинской Америки Коста-Рика, Колумбия, Гондурас, Панама [18].

Таблица 1. Объемы стоимостного экспорта и импорта бананов в 2001 г. и 2020 г. в мире в целом и в первой десятке стран по этим показателям  
Table 1. Volumes of value exports and imports of bananas in 2001 and 2020 in the world as a whole and in the top ten countries in terms of these indicators

Место в рейтинге	2001 г.			2020 г.		
	страна	млн. долл.	в % к миру в целом	страна	млн. долл.	в % к миру в целом
<b>По экспорту</b>						
1	Эквадор	828,6	19,73	Эквадор	3577,0	26,78
2	Бельгия	654,6	15,59	Филиппины	1607,8	12,04
3	Коста-Рика	501,1	11,93	Коста-Рика	1081,0	8,09
4	Колумбия	367,4	8,75	Колумбия	913,5	6,84
5	Филиппины	297,4	7,08	Гватемала	842,3	6,31
6	Гондурас	197,9	4,71	Нидерланды	815,9	6,11
7	Гватемала	185,0	4,41	Бельгия	800,0	5,99
8	США	162,0	3,86	США	427,5	3,20
9	Панама	122,2	2,91	Кот-д'Ивуар	266,1	1,99
10	Франция	114,6	2,73	Гондурас	252,8	1,89
-	Остальные страны	768,8	18,31	Остальные страны	2772,1	20,76
-	Мир в целом	4199,5	100,0	Мир в целом	13356,0	100,0
<b>По импорту</b>						
1	США	1349,7	22,92	США	2550,0	16,34
2	Германия	624,1	10,60	Бельгия	1128,6	7,23
3	Бельгия	452,8	7,69	Россия	1116,8	7,16
4	Япония	450,8	7,66	Нидерланды	1025,1	6,57
5	Великобритания	427,9	7,27	Германия	1009,2	6,47
6	Италия	343,6	5,84	Япония	987,0	6,32
7	Франция	202,3	3,44	КНР	933,1	5,98
8	Россия	173,3	2,94	Великобритания	692,3	4,44
9	Канада	148,8	2,53	Франция	577,6	3,70
10	Швеция	139,6	2,37	Италия	510,7	3,27
-	Остальные страны	1574,6	26,74	Остальные страны	5076,3	32,53
-	Мир в целом	5887,7	100,0	Мир в целом	15606,8	100,0



Таблица 2. Объемы чистой валютной выручки от внешней торговли бананами в 2001 г. и 2020 г. в мире в целом и в первой десятке стран по этому показателю  
Table 2. The volume of net foreign exchange revenue from foreign trade in bananas in 2001 and 2020 in the world as a whole and in the top ten countries by this indicator

Место в рейтинге	2001 г.			2020 г.		
	страна	млн. долл.	в % к миру в целом	страна	млн. долл.	в % к миру в целом
1	Эквадор	828,6	27,14	Эквадор	3577,0	35,01
2	Коста-Рика	501,1	16,42	Филиппины	1607,7	15,74
3	Колумбия	366,7	12,01	Коста-Рика	1079,9	10,57
4	Филиппины	297,4	9,74	Колумбия	913,1	8,94
5	Бельгия	201,8	6,61	Гватемала	842,0	8,24
6	Гондурас	197,6	6,47	Кот-д'Ивуар	266,1	2,60
7	Гватемала	184,5	6,04	Гондурас	251,0	2,46
8	Панама	122,1	4,00	Мексика	249,9	2,45
9	Кот-д'Ивуар	70,2	2,30	Камерун	173,3	1,70
10	Камерун	47,7	1,56	Доминикана	165,4	1,62
-	Остальные страны	234,8	7,69	Остальные страны	1090,5	10,67
-	Мир в целом	3052,6	100,0	Мир в целом	10215,9	100,0

Тем не менее, в своей совокупности этот регион мира продолжает занимать существенные позиции на мировом рынке рассматриваемого тропического фрукта [19]. Отметим, что в числе топ-10 стран по составленному нами рейтингу присутствуют не только страны, непосредственно производящие бананы. Однако, их значение сократилось.

В первой десятке импортеров в 2020 г. находились США, Бельгия, Россия, Нидерланды, Германия, Япония, КНР, Великобритания, Франция, Италия. В совокупности на них приходилось 10530,5 млн. долл. валютной выручки или 67,47% от общемирового объема. Некоторые из этих стран, такие как Россия, Нидерланды и КНР, относительно 2001 г. усилили свою роль в этом рейтинге, для других стран характерно сокращение доли в соответствующем глобальном показателе.

На основе проведенных нами расчетов отразим и охарактеризуем полученные параметры чистой валютной выручки от внешней торговли бананами в 2001 г. и 2020 г. в мире в целом и в первой десятке стран по этому показателю (табл. 2).

Как видно, за 20-летний период ряд государств укрепили свои позиции как по ее простоту, так и увеличению занимаемой доли в ее глобальном объеме. Среди них Эквадор, Филиппины, Гватемала, Кот-д'Ивуар, Мексика, Камерун, Доминиканская Республика. При этом усилилась концентрация рассматриваемого показателя в первой пятёрке государств из составленного нами рейтинга. Если в 2001 г. на нее приходилось 71,92% общемировой чистой валютной выручки от экспорта бананов, то в 2020 г. — 78,5%.

Отметим, что в настоящее время международная торговля бананами достаточно либеральная. Однако, в недалеком прошлом со стороны Европейского Экономического Сообщества, а затем и Европейского Союза имели место серьезные ее ограничения относительно поставок этого тропического фрукта из государств Латинской Америки [20]. Это было сделано для поддержки производителей из бывших африканских колоний, некоторые из которых, такие как Кот-д'Ивуар и Камерун также вошли в число топ-10 стран по чистой валютной выручке от внешней торговли бананами.

**Выводы.** На основании проведенного исследования по заявленной нами теме мы сфор-

мулировали ряд умозаключений, которые могут быть использованы для дальнейшего обсуждения этой проблемы.

1. В составленном нами рейтинге стран в числе основных поставщиков в международную торговлю бананов присутствуют не только государства, непосредственно производящие эти тропические фрукты. Среди них США, Бельгия, Нидерланды. Во второй двадцатке представлены Германия, Франция. Их значение в параметрах стоимостного экспорта этого тропического фрукта довольно серьезное. Однако, они же входят и в число крупнейших покупателей на мировом рынке бананов. Это вызывает необходимость сопоставления объемов экспорта и импорта этого тропического фрукта в разрезе участвующих в международной торговле бананами стран.

2. В 2001 г. размер глобальной валютной выручки от экспорта рассматриваемого тропического фрукта находилось на уровне в 4199,5 млрд. долл., тогда как в 2020 г. составляла 13356,0 млрд. долл., то есть увеличилась в 3,18 раза. В то же время объем совокупной общемировой **чистой валютной выручки** от внешней торговли бананами равнялся 3052,6 млрд. долл., а в 2020 г. — 10215,9 млрд. долл., то есть она выросла в 3,35 раза. При этом отмечается довольно высокая ее концентрация в разрезе конкретных государств. Так в 2001 г. на первые 10 лидирующих по этому показателю стран приходилось 92,31%, а в 2020 г. 89,33% от ее глобального объема.

3. В первой пятёрке государств по обозначенному и рассчитанному нами показателю в 2020 г. находились Эквадор, Филиппины, Коста-Рика, Колумбия и Гватемала. В совокупности на них приходилось 78,5% общемировой чистой валютной выручки от экспорта бананов. Во второй пятёрке представлены Кот-д'Ивуар, Гондурас, Мексика, Камерун и Доминикана. Их суммарное значение в соответствующем глобальном показателе составляла 10,82%. Таким образом, в десятке лидеров по чистой валютной выручке от экспорта бананов семь стран из Латинской Америки, одна из Азии и две из Африки.

#### Список источников

1. Агирбов Ю.И. Состояние мирового рынка плодово-ягодной продукции // Международный сельскохозяйственный журнал. 2012. № 1. С. 40-42.

2. Хежев А.М. Изменение параметров международной торговли плодово-ягодной продукцией // Столыпинский вестник. 2022. № 2. DOI: 10.55186/27131424\_2022\_4\_2\_12

3. Агирбов Ю.И. Тенденции развития картофелеводства, овощеводства и садоводства в мире и в основных странах. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0: Монография в 2 томах. Том 2. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2021. С. 217-253.

4. Федорчук Мак-Эачен А.И. Южная Америка на мировом рынке плодово-ягодной продукции // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. — № 6. DOI: 10.24412/2588-0209-2021-10402

5. Мухаметзянов Р.Р. Валютная выручка стран мира от международной торговли плодово-ягодной продукцией // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 8. С. 45-56. DOI: 10.31142/0235-2494-2021-0-8-45-56

6. Агирбов Ю.И. Россия и другие страны на мировом рынке плодово-ягодной продукции // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 6. С. 129-147. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-6-129-147

7. Арзамасцева Н.В. Производство и внешняя торговля плодово-ягодной продукцией в странах Европейского Союза // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 6. DOI: 10.24412/2588-0209-2021-10432

8. Мухаметзянов Р.Р. Международная торгуемость основными тропическими фруктами // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3. С. 274-277. DOI: 10.55186/25876740\_2022\_65\_3\_274

9. Мухаметзянов Р.Р. Развитие плодово-ягодного рынка России // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 17-25.

10. Агирбов Ю.И. Современные состояния и основные направления развития регионального плодово-ягодного комплекса России // Международный сельскохозяйственный журнал. 1998. № 1. С. 52-55.

11. Mukhametzyanov R.R. Development trends of the Russian fruit and berry market // В сборнике: Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR). Proceedings of International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society». 2021. С. 287-292. DOI: 10.2991/aebmr.k.210222.056

12. Зарецкая А.С. Состояние продовольственной безопасности России по плодово-ягодной продукции. Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения: сборник научных трудов II Национальной научно-практической конференции. Киров, 2022. С. 113-119.

13. Mukhametzyanov R.R. et al. Russia as a Subject of the World Market for Staple Tropical Fruits. Advances in economics, business and management research (AEBMR), Veliky Novgorod, 07-08 декабря 2021 года. Veliky Novgorod: Atlantis Press, 2022. P. 594-602. DOI: 10.2991/aebmr.k.220208.084.

14. Бритик Э.В. Бананы в обеспечении глобальной продовольственной безопасности. Инновационные направления интеграции науки, образования и производ-





ства: Сборник тезисов докладов участников III Международной научно-практической конференции, Керчь, 11–15 мая 2022 года. Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2022. С. 267–273.

15. Остапчук Т.В. Изменение натуральных и стоимостных параметров международной торговли бананами. Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения П.А. Столыпина, Ульяновск, 14–15 апреля 2022 года. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. С. 584–592.

16. Зарецкая А.С. Международная торговля бананами // Столыпинский вестник. 2022. Т. 4. № 1. DOI: 10.55186/27131424\_2022\_4\_1\_37.

17. Джанчарова Г.К. Россия в международной торговле основными тропическими фруктами // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 12. С. 78–85. DOI: 10.32651/2112-78.

18. Федорчук Мак-Еачен, А.И. Страны Латинской Америки в глобальном экспорте основных тропических фруктов. Аграрная наука — сельскому хозяйству: Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, 09–10 февраля 2022 года. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2022. С. 146–149.

19. Джанчарова Г.К. Страны Латинской Америки и Россия в международной торговле основными тропическими фруктами // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 10. С. 48–59. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-10-48-59

20. Frolova E.Yu. Contradictions to regulatory measures and their impact on global and national agricultural markets. В сборнике: Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR). Proceedings of International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society». 2021. С. 276–280. DOI: 10.2991/aebmr.k.210222.054.

## References

- Agirbov Yu.I. (2012). *Sostoyaniye mirovogo rynka plodovo-yagodnoi produktsii* [Condition of the global market of fruit output]. *International agricultural journal*, no. 1, pp. 40–42.
- Khezhev A.M. (2022). *Izmeneniye parametrov mezhdunarodnoy torgovli plodovo-yagodnoy produkciej* [Changes in the parameters of international trade in fruit and berry products]. *Stolypinskiy Vestnik*, no 2. DOI: 10.55186/27131424\_2022\_4\_2\_12.
- Agirbov Yu.I. (2021). Chapter 8. *Tendentsii razvitiya kartofelevodstva, ovoshevodstva i sadovodstva v mire i v osnovnykh stranakh* [Trends in the development of potato growing, vegetable growing and horticulture in the world

and in the main countries] In: *Agropromyshlennyi kompleks Rossii: Agriculture 4.0. V 2-kh tomakh, vol. 2. Sovremennyye tekhnologii v agropromyshlennom komplekse Rossii i zarubezhnykh stran. Sel'skoe khozaystvo 4.0. Tsifrovizatsiya APK: monografiya* [Agro-industrial complex of Russia: Agriculture 4.0. In 2 volumes, vol. 2. Modern technologies in the agro-industrial complex of Russia and foreign countries. Agriculture 4.0. Digitalization of the agro-industrial complex: monograph], Moscow, IPR MEDIA, 2021., pp. 217–253.

4. Fedorchuk Mac-Eachen A.I. (2021). *Yuzhnaya Amerika na mirovom rynke plodovo-yagodnoi produktsii* [South America in the global fruit and berry market]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 6. DOI: 10.24412/2588-0209-2021-10402 (in Russ.).

5. Mukhametzyanov R.R. (2021). *Valyutnaya vyruchka stran mira ot mezhdunarodnoi torgovli plodovo-yagodnoi produktsiei* [Foreign exchange earnings of the countries of the world from international trade in fruit and berry products]. *Economy of agricultural and processing enterprises*, no. 8, pp. 45–56. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-8-45-56.

6. Agirbov Yu.I. (2021). *Rossiya i drugie strany na mirovom rynke plodovo-yagodnoi produktsii* [Russia and other countries in the global fruit and berry market]. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*, no. 6, pp. 129–147. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-6-129-147.

7. Arzamastseva N.V. (2021). *Proizvodstvo i vneshnyaya torgovlya plodovo-yagodnoi produktsiei v stranakh Evropeiskogo soyuza* [Production and foreign trade of fruit and berry products in the countries of the European Union]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 6.

8. Mukhametzyanov R.R. (2022). *Mezhdunarodnaya torguemost' osnovnymi tropicheskimi fruktami* [International marketability of the main tropical fruits]. *International Agricultural Journal*, no. 3, pp. 274–277. DOI: 10.55186/25876740\_2022\_65\_3\_274.

9. Mukhametzyanov R.R. (2012). *Razvitiye plodovo-yagodnogo rynka Rossii* [Development of the fruit and berry market in Russia]. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*, no. 1, pp. 17–25.

10. Agirbov YU.I. [et al] (1998). *Sovremennoe sostoyaniya i osnovnye napravleniya razvitiya regional'nogo plodoovoshchnogo kompleksa Rossii* [Current state and main directions of development of the regional fruit and vegetable complex in Russia]. *International Agricultural Journal*, no. 1, pp. 52–55.

11. Mukhametzyanov R.R. and others. (2021). Development trends of the Russian fruit and berry market. Proceedings of the *International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society»*, In *Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR)*, Atlantis Press, pp.287–292. DOI: 10.2991/aebmr.k.210222.056

12. Zaretskaya A.S. (2022). *Sostoyaniye prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii po plodovo-yagodnoy produkcii* [The state of food security in Russia for fruit and berry products]. Proceedings of the *Economic security of the agro-industrial com-*

*plex: problems and directions of provision: a collection of scientific papers of the II National Scientific and Practical Conference (Kirov, Russia, March 2, 2022)*, Kirov: Vyatka State Agrotechnological University, pp. 113–117.

13. Mukhametzyanov R.R. et al. (2022). Russia as a Subject of the World Market for Staple Tropical Fruits. Proceedings of the *Advances in economics, business and management research (AEBMR), 07–08 December 2021*, Veliky Novgorod: Atlantis Press, pp. 594–602. DOI: 10.2991/aebmr.k.220208.084.

14. Britik E.V. (2022). *Banany v obespechenii global'noj prodovol'stvennoy bezopasnosti* [Bananas for Global Food Security]. Proceedings of the *Innovative directions of integration of science, education and production: Collection of abstracts of reports of participants of the III International Scientific and Practical Conference (Kerch, Russia, May 11–15, 2022)*, Kerch: Kerch State Marine Technological University, pp. 267–273.

15. Ostapchuk T.V. (2022). *Izmeneniye natural'nykh i стоимостных параметров международной торговли бананами* [Changes in natural and cost parameters of international banana trade]. Proceedings of the *Agrarian science and education at the present stage of development: experience, problems and ways to solve them: materials of the XII International scientific and practical conference dedicated to the 160th anniversary of the birth of P.A. Stolypin (Ulyanovsk, Russia, April 14–15, 2022)*, Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University, pp. 584–592.

16. Zaretskaya A.S. (2022). *Mezhdunarodnaya torgovlya bananami* [International banana trade]. *Stolypinskiy Vestnik*, no. 1. DOI: 10.55186/27131424\_2022\_4\_1\_37.

17. Dzhancharova G.K. (2021). *Rossiya v mezhdunarodnoy torgovle osnovnymi tropicheskimi fruktami* [Russia in the international trade of the main tropical fruits]. *Economics of agriculture of Russia*, no. 12., pp. 78–85. DOI: 10.32651/2112-78.

18. Fedorchuk Mac-Eachen A.I. (2022). *Strany Latinskoj Ameriki v global'nom ehksporte osnovnykh tropicheskikh fruktov* [Latin American countries in the global export of the main tropical fruits]. Proceedings of the *Agrarian science — agriculture: Collection of materials of the XVII International Scientific and Practical Conference. In 2 books, (Barnaul, Russia, February 09–10, 2022)*, Barnaul: Altai State Agrarian University, pp. 146–149.

19. Dzhancharova G.K. (2021). *Strany Latinskoj Ameriki i Rossiya v mezhdunarodnoy torgovle osnovnymi tropicheskimi fruktami* [Latin American countries and Russia in the international trade of the main tropical fruits]. *Economy of agricultural and processing enterprises*, no. 10, pp. 48–59. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-10-48-59.

20. Frolova E.Yu. and others. (2021). Contradictions to regulatory measures and their impact on global and national agricultural markets. Proceedings of the *International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society»*, In *Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR)*, Atlantis Press, pp. 276–280. DOI: 10.2991/aebmr.k.210222.054.

## Информация об авторах:

**Мухаметзянов Рафаил Рувинович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры мировой экономики и маркетинга, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1239-5201>, mrafail@yandex.ru

**Жежев Ахмед Мухабович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1184-8595>, corvet3@mail.ru

**Платоновский Николай Геннадьевич**, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9189-8340>, platonovsky@rgau-msha.ru

**Бритик Эльвира Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры мировой экономики и маркетинга, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2400-3065>, britik.elvira@mail.ru

**Васильева Елена Николаевна**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0195-8395>, elenanvasileva@rgau-msha.ru

## Information about the authors:

**Rafail R. Mukhametzyanov**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of world economy and marketing, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1239-5201>, mrafail@yandex.ru

**Akhmed M. Khezhev**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of finance, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1184-8595>, corvet3@mail.ru

**Nikolay G. Platonovskiy**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of management, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9189-8340>, platonovsky@rgau-msha.ru

**Elvira V. Britik**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of world economy and marketing, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2400-3065>, britik.elvira@mail.ru

**Elena N. Vasileva**, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of higher mathematics, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0195-8395>, elenanvasileva@rgau-msha.ru