



Международный  
сельскохозяйственный журнал  
Издается 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-2020)



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)



Подписку на журнал можно  
оформить в Электронном каталоге  
«Пресса России» АО ИД «Экономическая  
газета» по ссылке <http://www.arpk.org/magaz.php?in=94062>.  
Подписной индекс — 94062э.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
А.А. Фомин

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

Заместитель главного редактора Т. Казёнова  
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

Подписано в печать 07.06.2021 г. Тираж 10500  
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR  
А.А. 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

Signed in print 07.06.2021. Edition 10500  
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»**



## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

- ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, ректор Государственного университета по землеустройству, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.  
*VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, rector 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*
- Сидоренко В.В.**, д-р экон. наук, проф. Кубанского государственного аграрного университета, заслуженный экономист Кубани. Россия, Краснодар.  
*Sidorenko Vladimir, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Krasnodar*
- 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



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

**Жданова Р.В., Смирнова М.А., Рулева Н.П.** Анализ международного опыта инвентаризации сельскохозяйственных земель  
**Zdanova R.V., Smirnova M.A., Ruleva N.P.** Analysis of international experience in agricultural land inventory 4

**Шарипов С.А., Титов Н.Л., Харисов Г.А.** Институциональные основы организации и эффективного использования земельных ресурсов в аграрном производстве

**Sharipov S.A., Titov N.L., Kharisov G.A.** Institutional foundations of the organization and effective use of land resources in agrarian production 8

**Гальченко С.А., Гвоздева О.В., Ганичева А.О., Чуksин И.В.** Совершенствование межведомственного электронного взаимодействия субъектов земельно-имущественных отношений

**Galchenko S.A., Gvozdeva O.V., Ganicheva A.O., Chuksin I.V.** Improvement interdepartment electronic interaction of land and property members 13



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

**Соловьева Т.Н., Зюкин Д.А.** Бедность населения как препятствие развития агропродовольственного производства в России  
**Solovyova T.N., Zyukin D.A.** Population poverty as an obstacle to the development of agri-food production in Russia 19

**Никитин А.В., Анциферова О.Ю., Мягкова Е.А.** Современное состояние отрасли свиноводства в Тамбовской области  
**Nikitin A.V., Antsiferova O.Yu., Myagkova E.A.** The current state of the pig industry in the Tambov region 23

**Кабунина И.В.** Восстановление и модернизация подотрасли коноплеводства на примере Пензенской области  
**Kabunina I.V.** Restoring and modernization of hemp growing sub-industry on the example of the Penza region 26



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

**Волкова Е.А.** Пилотные кластерные проекты развития агропромышленного комплекса региона  
**Volkova E.A.** Pilot cluster projects for the development of the agro-industrial complex of the region 31

**Пономарев М.А., Никонова Н.А., Никонов А.Г., Дибирова Х.А.** Сохранение природного капитала в системе факторов экологически безопасного развития сельских территорий

**Ponomarev M.A., Nikonova N.A., Nikonov A.G., Dibirova Kh.A.** Preservation of natural capital in the system of factors of environmentally safe development of rural areas 35

**Кузина Е.В.** Влияние способов обработки почвы на физические свойства черноземов, влагообеспеченность посевов и урожайность яровой пшеницы

**Kuzina E.V.** The influence of tillage methods on the physical properties of chernozems, the moisture content of crops and the yield of spring wheat 40

**Приходько И.А., Степанов В.И., Сафронова Т.И.** Разработка имитационной модели экономического обоснования природоохранных мероприятий на рисовой оросительной системе

**Prikhodko I.A., Stepanov V.I., Safronova T.I.** Development of a simulation model of economic justification of environmental measures on rice irrigation system 44



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

**Дубовик Д.В., Морозов А.Н., Дубовик Е.В., Шумаков А.В.** Влияние минимизации основной обработки почвы на влагообеспеченность и засоренность посевов зернобобовых культур  
**Dubovik D.V., Morozov A.N., Dubovik E.V., Shumakov A.V.** Influence of minimized primary tillage on moisture availability and weed infestation of leguminous crops 49

**Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С., Анциферова О.Н.** Применение осадка сточных вод в звене полевого севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве  
**Rabinovich G.Yu., Podolyan E.A., Zinkovskaya T.S., Antsiferova O.N.** The use of sewage sludge in the link of field crop rotation on sod-podzolic sandy loam soil 54

**Манукян И.Р.** Перекисное окисление липидов и активность нитратредуктазы как показатели стрессоустойчивости пшеницы  
**Manukyan I.R.** Lipid peroxidation and nitrate reductase activity as indicators of wheat stress resistance 58

**Прахова Т.Я., Прахов В.А.** Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность крамбе абиссинской в условиях Среднего Поволжья  
**Prakhova T.Ya., Prakhov V.A.** Influence of elements of cultivation technology on the productivity of Crambe abyssinica in the conditions of the Middle Volga region 62

**Таишев Н.Р., Прахова Т.Я.** Продуктивность горчицы белой в зависимости от нормы высева в условиях лесостепи Среднего Поволжья  
**Taishev N.R., Prakhova T.Ya.** Productivity of white mustard depending on the seeding rate in forest steppe conditions Middle Volga region 65

**Николаева Н.А.** Влияние кормовых добавок из местных источников на воспроизводительные качества нетелей  
**Nikolaeva N.A.** The effect of feed additives from local sources on the reproductive qualities of heifers 69

**Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я.** Эффективность агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур в почвенно-климатических условиях Курской области  
**Lazarev V.I., Minchenko Zh.N., Bashkatov A.Ya.** Efficiency of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on spring grain crops under the soil and climatic conditions of Kursk region 73

**Артемьев А.А., Гурьянов А.М.** Возделывание яровой пшеницы при различных технологиях применения минеральных удобрений  
**Artemjev A.A., Guryanov A.M.** Cultivation of spring wheat with various technologies of application of mineral fertilizers 78

**Максимова Х.И.** Влияние люцерны на плодородие мерзлотных почв в условиях Центральной Якутии  
**Maksimova H.I.** The influence of lucerne on the fertility of permafrost soils in Central Yakutia 82

**Серков В.А., Белоусов Р.О., Александрова М.Р., Давыдова О.К.** Новый сорт конопля посевной Роман для целлюлозно-бумажной промышленности  
**Serkov V.A., Belousov R.O., Alexandrova M.R., Davydova O.K.** New hemp variety seeding Roman for pulp and paper industry 86



**Кузнецова Н.В.** Академик с волжских берегов  
**Kuznetsova N.V.** Academician from the Volga coast 90





## АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

**Р.В. Жданова, М.А. Смирнова, Н.П. Рулева**

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»,  
г. Москва, Россия

В статье представлен анализ международного опыта проведения инвентаризации земель, указаны основные цели инвентаризации сельскохозяйственных земель, рассмотрен опыт таких стран, как США, Канада, Австралия, Монголия, Финляндия, Франция, Германия и Нидерланды, приведен пример инвентаризации национальных ресурсов с помощью статистического обследования, использование информационно-географической системы, использование ГИС, выявлен учет влияния природных факторов и экономических показателей, рассмотрены основные проблемы землепользования в разных странах, по результатам исследования сделаны выводы.

**Ключевые слова:** земельные ресурсы, земли сельскохозяйственного назначения, угодия, международный опыт, инвентаризация земель, оценка земель, система регистрации.

Отсутствие единых подходов к понятию инвентаризации земель и ее разноплановость приводят к тому, что в элементах инвентаризации сельскохозяйственных земель разных стран наблюдаются отличия. В одних странах под инвентаризацией подразумевается ведение Единого государственного реестра недвижимости земель, в других — помимо правовых характеристик элементарной единицы инвентаризации большое внимание уделяется определению ее качественных характеристик. Такое положение обусловлено историческими причинами, неодинаковыми земельными отношениями и особенностями земельной собственности. Однако общим аспектом инвентаризации земель во всех странах все же является правовая.

В целях получения представления об инвентаризации земель за рубежом для анализа были выбраны страны с развитым сельским хозяйством, расположенные в различных природных условиях. Инвентаризация как вид работ наиболее полно реализуется в странах, имеющих значительные площади сельскохозяйственных

угодий, где не в полной мере налажен учет этих земель и актуализация данных о них. При анализе использована информация, взятая из литературных источников (табл. 1).

В Соединенных Штатах Америки изучение земель ведется специальной службой охраны почв в системе Министерства сельского хозяйства. Она состоит из центрального органа, филиалов в штатах и около 2400 районных ячеек по охране почв.

Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения в США на 2021 г. составляет 375312 тыс. га, или 41,4% от общей территории страны. Пахотные земли, лесные угодья и пастбища составляют основные виды землепользования в стране, и эти виды землепользования получают большую часть природоохранных мер, направленных на почвенные, водные, воздушные, растительные и животные ресурсы.

Инвентаризация национальных ресурсов происходит с помощью статистического обследования условий землепользования и природных ресурсов, а также тенденций на федеральных землях США.

Программа Национального кадастра ресурсов (NRI) собирает и производит научно достоверную информацию о состоянии и тенденциях развития земельных, почвенных, водных и связанных с ними ресурсов на внефедеральных землях страны в поддержку усилий по защите, восстановлению и расширению земель и водных ресурсов США. Первоначально он был санкционирован законом О развитии сельских районов 1972 г. (П. Л. 92-419) провести «земельную инвентаризацию, отражающую состояние почвы, воды и связанных с ними ресурсов». Она требует оценки количества и качества ресурсов, а также изменений и тенденций, позволяющих проводить регулярную оценку ресурсов на предмет эффективности методов сохранения почв и водных ресурсов, ирригационных методов и сельскохозяйственных технологий и методов. Инвентаризация земель проводится службой охраны природных ресурсов Министерства сельского хозяйства США (NRCS) в сотрудничестве с Центром статистики и методологии обследований университета штата Айова.

Основные проблемы землепользования в США, связанные с природными ресурсами, включают: эрозию ветром и водой, поддержание и улучшение качества почвы, качество и количество воды, состояние растений и среду обитания диких животных.

В Канаде существует Служба инвентаризации земель, которая занимается ведением земельного кадастра. Она обеспечивает изучение земель по единой для всей страны программе, главная цель которой — предоставление в распоряжение федеральных и провинциальных органов точных и полных данных о потенциальной продуктивности земельных ресурсов страны. Канадский кадастр земель представляет собой комплексный междисциплинарный кадастр земель сельских районов Канады, охватывающий более 2,5 млн кв. км земли и воды.

**Таблица 1**

**Анализ площади земель сельскохозяйственного назначения в различных странах на 2021 г.**

Страна	Площадь земель		
	общая площадь	земли сельскохозяйственного назначения	% от общей территории страны
США	906 551 тыс. га	375 312 тыс. га	41,4
Канада	997,6 млн га	68 млн га	7
Австралия	7 692 020 кв. км	3 707 553,7 кв. км	48,2
Монголия	1 553 560 кв. км	1 110 795,4 кв. км	71,5
Франция	547 557 кв. км	286 919,9 кв. км	52,4
Дания	41 990 кв. км	26 033,8 кв. км	62
Финляндия	303 910 кв. км	2 272 кв. км	7,5
Германия	349 360 кв. км	166 644,72 кв. км	47,7
Нидерланды	41 530 кв. км	19 145,33 кв. км	46,1





Для проведения инвентаризации, изучения земель и обработки полученной информации в Канаде разработана информационно-географическая система. На первый план выдвигается использование ГИС в сельскохозяйственных зонах для обеспечения полного понимания сельского хозяйства, стимулирования местного сельского хозяйства и помощи в принятии решений по использованию земель.

Министерством сельского хозяйства, продовольствия и рыболовства разработано Руководство по инвентаризации сельскохозяйственных земель, которое включает процедуры ведения инвентаризации сельскохозяйственных земель. Предлагаемая модель данных сфокусирована на вопросах землепользования и системы кодирования, которая позволяет достичь разных степеней детализации. Основные цели инвентаризации сельскохозяйственных земель и основные этапы по сбору кадастровых данных в Канаде показаны на рисунках 1 и 2.

В Австралии сложилась четкая система управления земельными ресурсами на ос-

нове системы регистрации землевладений Торренса. Основными принципами системы регистрации Торренса, базирующимися на обеспечении государством гарантий прав на землевладение, являются следующие: регистрация операций, связанных с землей, в Реестре записей о землевладении; составление свидетельства на право собственности; гарантия прав.

Ведением регистрационных, земельно-кадастровых, землеустроительных работ занимается Государственное коммерческое предприятие земельно-имущественной информации, в частности его земельно-правовой офис. Земельно-правовой офис предоставляет обширную информацию о земельной собственности, включая сведения о владельцах, записи о проводимых операциях с указанием закладных и арендных соглашений, планы разбивки на участки и кадастровую информацию. Система регистрации земельных участков в Австралии имеет некоторые нововведения, показанные на рисунке 3.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Австралии следит за состоянием земель сельскохозяйственного использования, обеспечивает необходимую поддержку их качества, наиболее ценные сельскохозяйственные земли защищены от несельскохозяйственного использования.

Осознание значения землеустройства в земельных преобразованиях и экономике страны в Монголии послужило толчком к проведению комплексных землеустроительных работ с середины 1950-х годов. Началась разработка планов Генерального государственного землеустройства; землеустройства территории аймаков и столицы государства; землеустройства территории округов; межхозяйственного (территориального) и внутрихозяйственного землеустройства. В целях разработки планов Генерального государственного землеустройства были выполнены схемы состояния окружающей природной среды и общей планировки землепользования.

Элементы инвентаризации сельскохозяйственных земель четко прослеживаются в процессе комплексного изучения территории страны, по результатам которого была создана серия мелкомасштабных тематических карт Монголии с использованием материалов дистанционного зондирования (карта земельного фонда, карта использования земель, кормоботаническая карта, карта ландшафтно-типологического районирования).

Земельные ресурсы с их количественной и качественной характеристикой, оценкой всех сельскохозяйственных угодий и их использования на территории страны в целом и в пределах ее природных и административных районов составляют главное содержание карты земельного фонда и отображены с возможной их детальностью.

Использование космических фотоснимков при создании карт позволило существенно уточнить и детализировать существующие представления о составе и размещении земельных угодий Монголии в целом. Объективность показа современных земельных угодий, достигнутая детальность и точность расположения выделов составляют основное достоинство карты земельного фонда. Карта земельного фонда страны открывает широкие перспективы, являясь плановой и информационной основой для реализации подъема сельского хозяйства Монголии.

Не менее важной в информационном обеспечении земельной реформы страны является карта использования почв, характеризующая почвенный покров Монголии и служащая целям инвентаризации земельных и почвенных ресурсов, оценки их качества и прогноза потенциального использования в сельском хозяйстве. На ней отражены почвенно-генетические выделы и классы потенциального использования почв.

Работы по инвентаризации и переоценке земель во Франции осуществляются через каждые 5 лет. Обновление и проверка земельного кадастра возлагаются на постоянную государственную службу земельной собственности, включающую центральное, региональное и департаментское ведомства. Государственная служба земельного кадастра Франции обеспечивает выполнение технических, юридических и административных действий.



Рис. 1. Основные цели инвентаризации сельскохозяйственных земель в Канаде

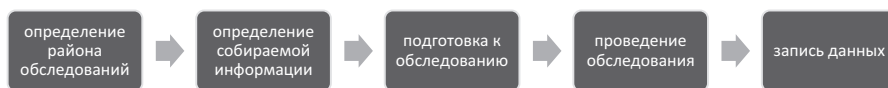


Рис. 2. Основные этапы сбора кадастровых данных в Канаде



Рис. 3. Система регистрации земельных участков в Австралии





Рис. 4. Состав кадастровой информации в Копенгагене в Национальной землемерной и кадастровой службе

Земельный кадастр во Франции представляет собой стройную систему учета количества и качества земель для целей налогообложения. Французское правительство ставило перед собой задачу осуществить работы по идентификации данных о каждом участке с целью выяснить его положение, размеры и имя владельца.

В Дании кадастр играет очень важную роль в решении задачи рационального управления земельными ресурсами, поэтому его ведению государство уделяет довольно много внимания. Главной задачей является информационное обеспечение процесса рационального управления земельными ресурсами, а также поддержка рынка земли. На сегодня кадастр Дании является частью интегрированной земельной информационной системы, решающей широкий круг задач управления земельными ресурсами.

Вся кадастровая информация собирается в Копенгагене в Национальной землемерной и кадастровой службе, которая входит в состав Министерства строительства и несет ответственность за ведение кадастра (рис. 4).

На территории Финляндии система собственности формируется на основе карты, Кадастровой книги и книги недвижимости. Карта показывает границы недвижимости и местоположение объекта. Имущество внесено в реестр недвижимости, и никаких изменений не произойдет. Реестр недвижимости на основе книги недвижимости содержит, в свою очередь, список прав на недвижимость. Система недвижимости и национальная инфраструктура пространственных данных являются неотъемлемой частью базовой инфраструктуры. В таблице 2 показаны функции, возложенные на органы власти Финляндии в части земельных ресурсов.

В Нидерландах источником информации служат сведения государственного реестра сделок и земельного кадастра, которые ведут-

ся одним органом государственного учета — Кадастром Нидерландов.

Электронная кадастровая карта содержит информацию о границах земельного участка, его кадастровом номере, а также о расположении участка относительно иных участков.

Кадастровая карта территории Нидерландов отображает сведения о границах земельных участков и их взаимном расположении, номере земельного участка, адресации, а также границы расположенных на земельных участках зданий, строений и сооружений. В Нидерландах кадастровая карта актуализируется в результате обновления ведения кадастра и ведется в масштабах 1:500 и 1:1000 для застроенных и 1:2000 для сельских территорий, что обусловлено высокой плотностью населения страны.

На территории Германии земельные участки зарегистрированы в земельном кадастре, учет которых отражен в поземельных книгах. Существует специальная экспертная комиссия, к обязанностям которой относится ведение учета продажных цен на землю. Данные предоставляются органами и компетентными учреждениями, ведающими вопросами сельского хозяйства, а также санкционирующими продажу участка.

По результатам проведенного анализа международного опыта инвентаризации земель в развитых странах можно сделать вывод о необходимости учета следующих особенностей: малые площади сельскохозяйственных земель; все участки, пригодные для сельскохозяйственного использования, выявленные и закрепленные за землепользователями; суть инвентаризации сводится к фиксации прав на участки и интегрированной оценке, выражающей свойства участков; агрохимические обследования проводятся хозяевами земельных участков и не заносятся в государственные базы данных; в государственных базах данных накапливаются сведения о стоимости участков и правах на них.

Таблица 2

Функции участников формирования информации об объектах недвижимости и правах на них

Наименование	Назначение, функция
Кадастр	содержат данные об объектах: -право собственности на землю -право собственности на ОКС
Муниципалитеты	-ведут регистрацию данных об объектах недвижимости
Окружные отделения НЗС	-ведут кадастровый учет на остальной территории
Окружные суды	-реестры земель, которые содержат данные о правах собственности на объекты недвижимости, -о залогах -об обременениях, лежащих на объектах недвижимости

Литература

1. Федеральный закон от 24.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». URL: <http://www.consultant.ru>
2. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.08.2018) «О кадастровой деятельности». URL: <http://www.consultant.ru>
3. Варламов А.А. Теория и методы управления земельными ресурсами в условиях многообразия форм собственности на землю: монография / под ред. А.А. Варламова // Итоги научно-исследовательской работы Государственного университета по землеустройству в 2001-2005 гг. М.: ГУЗ, 2006. С. 103-120.
4. Варламов А.А., Гатаулина Л.А. Проблемы развития кадастровых систем в Российской Федерации // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2013. № 11. С. 72-85.
5. Варламов А.А., Гальченко С.А. Развитие системы землепользования в современной России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6. С. 8-9.
6. Варламов А.А., Гальченко С.А. Развитие земельных отношений в России // Эксперт. 2013. № 5. С. 17-21.
7. Волков С.Н., Волкова А.С., Киевская Е.С., Рудюк О.Н. Опыт инвентаризации земель в США // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 3. С. 7-17.
8. Зелепугин А.Д., Русинова Г.М., Ломакин С.В., Русинов П.С., Жданова Р.В., Рыбакова С.А. Научные основы управления землепользованием: монография. Воронеж, 2011. 270 с.
9. Кадастр земель Канады. URL: <https://www.canada.ca/en/services/environment/agricultural-practices.html>
10. Мировой атлас данных. URL: <https://knoema.ru/atlas/>
11. Министерство сельского хозяйства, водных ресурсов и окружающей среды Австралии. URL: <http://www.environment.gov.au/about-us>
12. Министерство сельского хозяйства, природы и качества продуктов питания Нидерланды. URL: <https://www.government.nl/ministries/ministry-of-agriculture-nature-and-food-quality>
13. Телла А. Новая земельная информационная система в Финляндии // Кадастровый вестник. 2007. № 3. С. 58-65.
14. Сагайдак А.Э., Третьякова О.Г. Регулирование земельных отношений в сельском хозяйстве США // Земельный вестник России. 2003. № 4. С. 59-67.

Об авторах:

**Жданова Руслана Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9069-1559>, [zhdanova1604@yandex.ru](mailto:zhdanova1604@yandex.ru)

**Смирнова Марина Александровна**, кандидат экономических наук, доцент, декан факультета кадастра недвижимости, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0416-4008>, [smmarina@rambler.ru](mailto:smmarina@rambler.ru)

**Рулева Наталья Петровна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров, [na.ruleva@mail.ru](mailto:na.ruleva@mail.ru)



## ANALYSIS OF INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURAL LAND INVENTORY

R.V. Zdanova, Smirnova M.A. Ruleva N.P.

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

The article analyzes the international experience of conducting land inventory, the main objectives of the inventory of agricultural land, considers the experience of countries such as the United States, Canada, Australia, Mongolia, Finland, Germany and the Netherlands, provides an example of the inventory of national resources using a statistical survey, the use of an information and geographical system, the use of GIS, identifies the impact of natural factors and economic indicators, considers the main problems of land use in different countries, and draws conclusions based on the results of the study.

**Keywords:** land resources, agricultural land, land, international experience, land inventory, land valuation, registration system.

### References

1. Federal'nyi zakon ot 13.07.2015 № 218-FZ «O gosudarstvennoy registratsii nedvizhimosti» [Federal Law No. 218-FZ of 13.07.2015 "On State Registration of Real Estate"]. Available at: <http://www.consultant.ru>
2. Federal'nyi zakon ot 24.07.2007 № 221-FZ (s izm. i dop., vstup. v silu s 03.08.2018) «O kadastrovoi deyatel'nosti» [Federal Law of 24.07.2007 No. 221-FZ (with amendments and additions, intro. effective from 03.08.2018) "On cadastral activity"]. Available at: <http://www.consultant.ru>
3. Varlamov A.A. (2006). Teoriya i metody upravleniya zemelnymi resursami v usloviyakh mnogoobraziya form sobstvennosti na zemlyu: monografiya [Theory and methods of land management in the conditions of diversity of forms of land ownership]. *Itogi nauchno-issledovatel'skoi raboty Gosudarstvennogo universiteta po zemleuстроystvu v 2001-2005 gg.* [Results of research work of the State University on Land Management in 2001-2005]. Moscow, GUZ, pp. 103-120.
4. Varlamov, A.A., Gataullina, L.A. (2013). Problemy razvitiya kadastrykh sistem v Rossiiskoi Federatsii [Problems of development of cadastral systems in the Russian Federation]. *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii* [Property relations in the Russian Federation], no. 11, pp. 72-85.
5. Varlamov, A.A., Gal'chenko, S.A. (2018). Razvitie sistemy zemlepol'zovaniya v sovremennoi Rossii [Development of the land use system in modern Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 8-9.
6. Varlamov, A.A., Gal'chenko, S.A. (2013). Razvitie zemel'nykh otnoshenii v Rossii [Development of land relations in Russia]. *Ehkspert*, no. 5, pp. 17-21.
7. Volkov, S.N., Volkova, A.S., Kievskaya, E.S., Rudyuk, O.N. (2017). Opyt inventarizatsii zemel' v SSHA [Experience of land inventory in the USA]. *Zemleuстроystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 3, pp. 7-17.
8. Zelepugin, A.D., Rusinova, G.M., Lomakin, S.V., Rusinov, P.S., Zhdanova, R.V., Rybakova, S.A. (2011). *Nauchnye osnovy upravleniya zemlepol'zovaniem: monografiya* [Scientific foundations of land use management: monograph]. Voronezh, 270 p.
9. Kadastr zemel' Kanady [Land cadastre of Canada]. Available at: <https://www.canada.ca/en/services/environment/agricultural-practices.html>
10. Mirovoi atlas dannykh [World data atlas]. Available at: <https://knoema.ru/atlas/>
11. Ministerstvo sel'skogo khozyaistva, vodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Avstralii [Australian Department of agriculture, water and environment]. Available at: <http://www.environment.gov.au/about-us>
12. Ministerstvo sel'skogo khozyaistva, prirody i kachestva produktov pitaniya Niderlandy [Ministry of agriculture, nature and food quality Netherlands]. Available at: <https://www.government.nl/ministries/ministry-of-agriculture-nature-and-food-quality>
13. Tella, A. (2007). Novaya zemel'naya informatsionnaya sistema v Finlyandii [The new land information system in Finland]. *Kadastry vestnik* [Cadastral bulletin], no. 3, pp. 58-65.
14. Sagaidak, A.Eh., Tret'yakova, O.G. (2003). Regulirovanie zemel'nykh otnoshenii v sel'skom khozyaistve SSHA [Regulation of land relations in US agriculture]. *Zemel'nyi vestnik Rossii* [Land bulletin of Russia], no. 4, pp. 59-67.

### About the authors:

**Ruslana V. Zdanova**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land use and cadastres,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9069-1559>, [zhdanova1604@yandex.ru](mailto:zhdanova1604@yandex.ru)

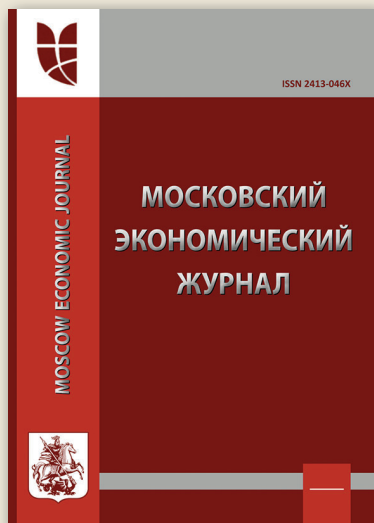
**Marina A. Smirnova**, candidate of economic sciences, associate professor, dean of the faculty of real estate cadastre,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0416-4008>, [smarina@rambler.ru](mailto:smarina@rambler.ru)

**Natalia P. Ruleva**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land use and cadastres, [na.ruleva@mail.ru](mailto:na.ruleva@mail.ru)

[zhdanova1604@yandex.ru](mailto:zhdanova1604@yandex.ru)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



«Московский экономический журнал» (МЭЖ)

зарегистрирован как сетевое ежемесячное издание.

- **МЭЖ** — научно-практический журнал, который включен в перечень ВАК и размещается в научных базах AGRIS, РИНЦ.
- **Миссия журнала** — создание условий для интеграции современных достижений экономической науки и эффективного бизнеса.

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





# ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

С.А. Шарипов<sup>1</sup>, Н.Л. Титов<sup>1</sup>, Г.А. Харисов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ДПО «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса», г. Казань, Россия

<sup>2</sup>ЧОУ ВО «Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирязева (ИЭУП)», г. Казань, Россия

В статье рассмотрены актуальные проблемы формирования институциональной среды, обеспечивающей организацию эффективного аграрного производства в условиях цифровизации производственных процессов и использования инновационных технологий в рамках системы рационального земледелия и землепользования. Выявлены направления, обеспечивающие производительное использование факторов производства, институциональные основы их взаимодействия, формирование среды, обеспечивающей устойчивое развитие сельского хозяйства. Определены факторы организации эффективного аграрного производства. Отмечается, что формирование институциональной среды в Республике Татарстан предусматривает активизацию процессов цифровой трансформации в организации и функционировании аграрной сферы, расширение сферы применения инновационных технологий. Устойчивый рост аграрного производства в республике в значительной мере обусловлен государственной поддержкой различных форм аграрного бизнеса. Институциональные факторы организации аграрного производства в Татарстане обуславливают инновационное развитие сельского хозяйства, устойчивое социально-экономическое развитие сельских территорий и региона.

**Ключевые слова:** институциональные факторы, аграрное производство, организация производства, эффективность, инновации, сельское хозяйство, формы аграрного бизнеса, Республика Татарстан.

## Введение

Современное состояние аграрного сектора экономики характеризуется действием разнонаправленных факторов развития, отражающих, с одной стороны, частичное или полное ограничение перемещения людей, вызванное требованиями эпидемиологического характера, неблагоприятные факторы развития — санкционное давление, кризисные явления в мировой экономике, а с другой — внедрение современных инновационных цифровых технологий, выход на тренд позитивной динамики аграрного производства. В этих условиях, в качестве решающего фактора, выступают вопросы создания институциональной среды, обуславливающей активизацию применения современных ресурсосберегающих инновационных технологий, цифровизацию технологических производственных процессов, устойчивый рост аграрного производства в хозяйствах всех категорий, социально-экономическое развитие сельских территорий.

Аграрное производство представляет собой систему совместного потребления факторов производства. При этом невозможно определить в какой мере производимый продукт обязан тому или иному фактору производства, поскольку в технологических циклах производственных процессов факторы непрерывно взаимодействуют между собой, дополняя и (или) заменяя друг друга. Комбинации факторов, обуславливающие эффективное их взаимодействие, в значительной мере определяются институциональной средой, обеспечивающей формирование условий соблюдения оптимального их сочетания в производительном потреблении ресурсов, и отражаются в производственном потенциале регионального агропромышленного комплекса.

Проблемы организации аграрного производства, оценки эффективности исполь-

зования ресурсов рассматриваются в исследованиях А.И. Алтухова [4], Н.В. Комова [7], В.В. Милосердова [9], И.Г. Ушачева [10, 11] и других ученых.

В исследованиях отмечается значимость организационных факторов аграрного производства, обосновывается необходимость отнесения к приоритетным направлениям: экологизацию производства, применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий, предусматривающих переход к цифровой экономике, обновление технической базы сельскохозяйственного производства, достижение приемлемого уровня эффективности и социально-экономического развития сельских территорий. В этой связи И.Г. Ушачевым в направлениях стратегии развития выделены такие цели и задачи, стоящие перед страной, как «продовольственная безопасность и импортозамещение, технико-технологическая модернизация отрасли, повышение доходности сельхозтоваропроизводителей, социальное развитие села, экологизация агропромышленного производства и сельских территорий» [10, с. 4-5]. Вместе с тем на повестке дня стоят вопросы формирования институциональной среды, которая, наряду с технико-технологическими аспектами организации аграрного производства, предусматривает формирование институциональных факторов взаимообусловленного потребления производственных ресурсов, генерирующих системные синергетические эффекты развития.

Отличительной особенностью современных инновационных технологий аграрного производства является кумулятивный рост цифровых компонент и позитивная динамика индустриальной составляющей производственных процессов, которая характеризуется растущей предсказуемостью потребления ресурсов и объемов выпуска конечного продукта. Послед-

нее обстоятельство особенно актуально в связи с нарастанием неблагоприятных факторов развития — вероятностной природой сельскохозяйственного производства, необходимостью противодействия пандемии коронавирусной инфекции, обусловившей замедление темпов производства мировой экономики и выступившей в качестве одного из триггеров мирового экономического кризиса.

## Результаты

В общественном пространстве возрастает значимость институтов социально-экономического развития. Наряду с традиционными факторами развития, определяющими эффективность производства, выступают организационные, обуславливающие вовлечение в аграрное производство земельных угодий, организацию эффективного взаимодействия различных форм аграрного бизнеса, государственное регулирование и поддержку аграрного производства, цифровизацию сельскохозяйственного производства, развитие человеческого капитала, социально-экономическое развитие сельских территорий.

В условиях естественной природы сельскохозяйственного производства актуализируется значимость земельного ресурса. В этой связи в процессах организации аграрного производства приоритетное значение придается совершенствованию земельных отношений и обеспечению эффективного использования земельных угодий. И.Н. Буздалов выделяет земельные отношения как центральный элемент в системе аграрных отношений, потенциальные коллизии в решении земельного вопроса и акцентирует внимание на таких институциональных аспектах, когда «вековые российские перипетии и катаклизмы в земледелии и землепользовании, приводившие к половинчатости или провалу аграрных реформ, принято



рассматривать как перманентно поднимаемый и, как правило, провальный в своем решении «земельный вопрос» ... В отношении сути этого вопроса больше подходит понятие земельный парадокс в буквальном смысле этого слова (от греч. *Paradokos* — «неожиданный», «странный»)» [5, с. 43].

Справедливость данного утверждения подтверждается особым статусом земли, так как в сельскохозяйственных производственных процессах земля выступает в двух качествах: и как средство труда, и как предмет труда. В то же время земельная собственность, регулирующие режимы использования земли, отражая системные (фундаментальные) вопросы землепользования, выступают как институциональные факторы, обуславливающие формирование институциональной среды и устойчивое социально-экономическое развитие сельских территорий.

Спецификация прав собственности на землю на базе проведения системных землеустроительных мероприятий обеспечивает снижение транзакционных издержек. В проведенном исследовании проблем совершенствования организационно-правового регулирования землеустройства в Российской Федерации С.Н. Волков и А.А. Фомин отмечают: «Дальнейшее развитие эффективного землепользования невозможно без осуществления системы законодательного обеспечения землеустроительных мероприятий. Обязательным условием для наведения порядка в использовании земель является совершенствование законодательства о землеустройстве» [6, с. 5]. В рамках предлагаемого подхода им предполагается реализация следующих мер: «1. Осуществлять функцию планирования использования земель на федеральном, региональном и муниципальном уровнях... 2. Законодательно оформить разработку в составе проектов внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных регламентов использования земли, меры по охране земель от процессов деградации и по воспроизводству плодородия почв, повышению эффективности использования земли... 3. Завершить формирование земельной собственности в АПК страны и законодательно обеспечить эти процессы на федеральном, региональном и местном уровнях, обеспечив постановку этих земельных участков сельскохозяйственного назначения на государственный кадастровый учет и их регистрацию...» [6, с. 5].

На практике эффективность использования земельных участков в значительной мере обуславливается используемыми технологиями аграрного производства, цифровой трансформацией применяемых режимов землепользования и землевладения. В отношении одного и того же объекта земельной собственности в производственных отношениях вступают различные физические и юридические лица. При этом уровень организации производственных процессов во многом зависит от того, насколько специфицированы права собственности на землю, которые в рамках исторически сформировавшихся национальных традиций определяют процессы аграрного производства и динамику экономического развития.

Традиционно отношения собственности на земельные ресурсы отражают институты частной, общей и государственной собственности и выступают системными факторами общественного развития. Аграрное производство

и жизнедеятельность сельских территорий характеризуются системой сложных взаимообусловленных процессов, в которых значимость органов местного самоуправления перманентно возрастает. «Возникновение института местного муниципального управления в современной России явилось необходимым условием в связи с новым общественным устройством, когда муниципальная власть самостоятельно функционирует по жизнеобеспечению граждан в сельских, малых городских поселениях и поселках на своих территориях, но по правилам, установленным государством» [12, с. 46].

Анализ передовых национальных экономик показывает наличие институциональных факторов устойчивого экономического развития, представленных цифровой экономикой, инновационными технологиями, элементами экономического механизма инновационного развития, реализованные в институтах государственного регулирования региональных сельскохозяйственных рынков и поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей в виде льготного кредитования, системы льготного налогообложения, целевого субсидирования, инновационных фондов развития и т.п., разветвленной системы консультативных и информационных служб, оказывающих помощь предприятиям; эффективной системы организации экспертизы инновационных проектов. При этом следует особо отметить актуальность перехода к действенной системе спецификации прав интеллектуальной и земельной собственности как к фактору снижения транзакционных издержек и повышения эффективности общественно-го производства.

Опыт развитых стран свидетельствует о наличии тесной связи между формированием институтов инновационного развития и государственной политики в области цифровизации экономики, развития информационно-коммуникационных технологий. В современных условиях цифровая экономика выступает фундаментальным фактором, обеспечивающим внедрение инновационных разработок в аграрное производство. Анализ опыта государственной политики развитых стран демонстрирует широкое использование информационных технологий и экономических рычагов, как экономических мотиваторов в механизмах формирования и функционирования механизмов инновационного развития. Действие экономических мотиваторов, стимулирующих формирование и совершенствование инновационного потенциала сельскохозяйственных формирований в рамках реализуемой государственной политики поддержки аграрной сферы, обеспечивается системой сбалансированного льготного кредитования, эффективным налогообложением, целевой поддержкой сельскохозяйственно-го товаропроизводителя, развитой системой инновационных фондов.

### Обсуждение

В ситуации, когда проблемам формирования институциональных факторов уделяется должное внимание, наблюдается сохранение позитивных трендов в динамике социально-экономического развития. В Республике Татарстан в ходе трансформаций аграрной сферы удалось сохранить потенциал аграрного производства. В республике по состоянию на 2020 г. сельскохозяйственные угодия составляют 4,5 млн га, из них пашня — 3,4 млн га. Население респуб-

лики составляет более 3,9 млн человек, в том числе сельское население — 901 тыс. человек, 852 сельских поселения. В аграрной сфере функционирует около 4 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств, 301 сельскохозяйственный потребительский кооператив, 468 тыс. личных подсобных хозяйств. Валовая продукция сельского хозяйства за 2020 г. превысила 263 млрд руб. Инвестиционные вложения в АПК Республики Татарстан за период с 2016 по 2020 гг. составили 121,4 млрд руб. [3].

В республике система мер государственной поддержки аграрной сферы выступает в качестве решающего фактора, способствующего эффективной организации сельскохозяйственного производства. В последние годы сельскохозяйственные товаропроизводители различных форм аграрного бизнеса, представляющих хозяйства всех категорий, включая сельскохозяйственные организации, хозяйства населения, крестьянские (фермерские) хозяйства, демонстрируют позитивную динамику аграрного производства (табл. 1, 2, 3, 4) [1, 2]. За период с 2015 по 2019 г. наблюдается рост производства продукции сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах): в сельскохозяйственных организациях — на 24,1%, хозяйствах населения — на 3,5%, крестьянских (фермерских) хозяйствах — на 59,5%. В хозяйствах всех категорий рост валовой продукции в целом составил 17,5%. При этом в хозяйствах всех категорий наблюдается рост производства продукции растениеводства и животноводства — на 19,4 и 15,6% соответственно. При этом удельный вес продукции растениеводства вырос с 49,15% в 2015 г. до 49,94% в 2019 г., а доля производства продукции животноводства сократилась с 50,85 до 50,06%. Структурные сдвиги в аграрной сфере республики объясняются цифровой трансформацией в растениеводстве и, как следствие, более высокими темпами роста аграрного производства.

Формирование институциональных основ организации земельных ресурсов в хозяйствах всех категорий обусловило рост производства: валовой продукции на 100 га посевной площади, продукции растениеводства на 100 га посевной площади, продукции животноводства на 100 га посевной площади — на 20,5, 22,5 и 18,6% соответственно. Урожайность зерновых культур (в весе после доработки) выросла на 34,9%.

В сельскохозяйственных организациях за аналогичный период отмечается рост показателей эффективности использования земельных ресурсов. Так, в расчете на 100 га посевной площади выросло производство сельскохозяйственной продукции, продукции растениеводства, животноводства — на 37,3, 37,5 и 37,2% соответственно. Урожайность за анализируемый период выросла на 35,8%.

В хозяйствах населения за период 2015 по 2019 г. динамика показателей эффективности использования земельных ресурсов характеризуется, в целом, позитивными тенденциями. Производство продукции сельского хозяйства на 100 га посевной площади выросло на 3,5%. В крестьянских (фермерских) хозяйствах за период с 2015 по 2019 гг. отмечается рост показателей эффективности использования земельных ресурсов. Так, в расчете на 100 га посевной площади выросло производство сельскохозяйственной продукции, продукции растениеводства, животноводства — на 20,5, 22,5 и 18,2% соответственно. Урожайность за анализируемый период выросла на 34,0%.



**Таблица 1**
**Эффективность использования земельных ресурсов в хозяйствах всех категорий Республики Татарстан  
(2015-2019 гг.)**

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. к 2015 г., %
Валовая продукция сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах), млн руб. В том числе:	211810,1	229812,8	235297,3	226034,2	248781,2	117,5
- продукция растениеводства						
млн руб.	104099,9	117152,7	118964,7	110698,9	124249,6	119,4
удельный вес, %	49,15	50,98	50,56	48,97	49,94	
- продукция животноводства						
млн руб.	107710,2	112660,1	116332,6	115335,3	124531,6	115,6
удельный вес, %	50,85	49,02	49,44	51,03	50,06	
Производство валовой продукции на 100 га посевной площади, тыс. руб.	7003,7	7508,2	7692,8	7619,4	8441,6	120,5
Производство продукции растениеводства на 100 га посевной площади, тыс. руб.	3442,1	3827,5	3889,4	3731,6	4216,0	122,5
Производство продукции животноводства на 100 га посевной площади, тыс. руб.	3561,5	3680,7	3803,4	3887,9	4225,6	118,6
Урожайность зерновых культур (в весе после доработки), ц/га убранной площади	21,2	25,9	32,0	24,8	28,6	134,9
Производство мяса на 100 га посевной площади, ц	155,0	158,8	160,7	169,3	175,7	113,3
Производство молока на 100 га посевной площади, ц	579,9	579,8	596,3	622,9	643,4	111,0

**Таблица 2**
**Эффективность использования земельных ресурсов в сельскохозяйственных организациях Республики Татарстан  
(2015-2019 гг.)**

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. к 2015 г., %
Продукция сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах), млн руб. В том числе:	100422,5	110699,2	115221,0	108342,6	124622,8	124,1
- продукция растениеводства						
млн руб.	46955,6	53640,6	56418,2	48898,9	58343,0	124,3
удельный вес, %	46,76	48,46	48,97	45,13	46,82	115,2
- продукция животноводства						
млн руб.	53466,9	57058,6	58802,8	59443,7	66279,8	124,0
удельный вес, %	53,24	51,54	51,03	54,87	53,18	114,9
Производство продукции сельского хозяйства на 100 га посевной площади, тыс. руб.	4073,0	4513,1	4807,5	4717,5	5593,9	137,3
Производство продукции растениеводства на 100 га посевной площади, тыс. руб.	1904,5	2186,9	2354,0	2129,2	2618,8	137,5
Производство продукции животноводства на 100 га сельхозугодий, тыс. руб.	2168,6	2326,2	2453,5	2588,3	2975,1	137,2
Урожайность зерновых культур (в весе после доработки), ц/га убранной площади	21,2	25,9	32,0	24,8	28,8	135,8
Производство мяса на 100 га посевной площади, ц	131,0	138,6	144,0	154,3	165,4	126,3
Производство молока на 100 га посевной площади, ц	418,6	434,6	463,9	496,5	527,6	126,1

**Таблица 3**
**Эффективность использования земельных ресурсов в хозяйствах населения Республики Татарстан  
(2015-2019 гг.)**

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. к 2015 г., %
Продукция сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах), млн руб. В том числе:	95491,5	100153,1	98913,4	98653,0	98808,6	103,5
- продукция растениеводства						
млн руб.	47683,1	51554,2	49795,5	51049,6	50625,3	106,2
удельный вес, %	49,93	51,48	50,34	51,75	51,24	
- продукция животноводства						
млн руб.	47808,4	48598,9	49117,9	47603,4	48183,3	100,8
удельный вес, %	50,07	48,52	49,66	48,25	48,76	
Производство продукции сельского хозяйства на 100 га посевной площади, тыс. руб.	90174,0	94576,0	93405,3	93159,4	93306,4	103,5





Таблица 4

Эффективность использования земельных ресурсов в крестьянских (фермерских) хозяйствах (включая индивидуальных предпринимателей) Республики Татарстан (2015-2019 гг.)

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. к 2015 г., %
Продукция сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах), млн руб.	15896,1	18960,5	21162,9	19038,6	25349,8	159,5
В том числе:						
- продукция растениеводства						
млн руб.	9461,2	11957,9	12751,0	10750,4	15281,3	161,5
удельный вес, %	59,52	63,07	60,25	56,47	60,28	
- продукция животноводства						
млн руб.	6434,9	7002,6	8411,9	8288,2	10068,5	156,5
удельный вес, %	40,48	36,93	39,75	43,53	39,72	
Производство валовой продукции на 100 га посевной площади, тыс. руб.	3530,9	3940,9	4009,9	3504,5	4254,7	120,5
Производство продукции растениеводства на 100 га посевной площади, тыс. руб.	2101,6	2485,4	2416,0	1978,9	2564,8	122,0
Производство продукции животноводства на 100 га посевной площади, тыс. руб.	1429,3	1455,5	1593,9	1525,6	1689,9	118,2
Урожайность зерновых культур (в весе после доработки), ц/га убранной площади	20,9	25,1	31,4	23,6	28,0	134,0
Производство мяса на 100 га посевной площади, ц	35,3	36,9	36,0	38,4	39,0	110,5

В современных условиях экономики инновационное развитие агропромышленного комплекса определяется факторами институциональной среды, обеспечивающими гармонизацию процессов использования человеческого капитала в системе сельскохозяйственного производства. Инновационный вектор экономического развития обусловлен приоритетным характером применения технологических и индустриальных средств цифровой экономики, использующих активные компоненты информационно-коммуникационных технологий в составе используемых нейронных сетей, баз данных, интеллектуальных информационных систем. В цифровой экономике человеческий капитал, выражающийся в знаниях, навыках работника, выступает в качестве производительной силы — ресурса, определяющего эффективность общественного производства.

Эффективная организация аграрного производства обусловлена уровнем развития земельных отношений, режимами землепользования. Возрастает значимость организационных аспектов использования земельных ресурсов в рамках инновационных систем земледелия, регулируемых органами местного самоуправления. В этой связи И.Г. Ушачев, Н.И. Жуков, А.Г. Семкин и Е.А. Воронин, подчеркивая системный характер и актуальность институциональных решений в организации аграрного производства, отмечают: «Сельские товаропроизводители на территории административного района особенно нуждаются в рыночной инфраструктуре, способной функционировать в их интересах. Для этого органы управления районного уровня должны содействовать формированию внутрирайонного рынка, через службу маркетинга изучать его возможности и за пределами района, информировать о его состоянии сельскохозяйственных товаропроизводителей. В настоящее время каждый сельский товаропроизводитель «окружен» в основном стихийным рынком, на котором монополисты-переработчики и держатели промышленных средств производства зачастую диктуют невыгодные для сельян условия не рыночных, а монопольных отношений, на что разрушительное воздействие оказывает

также демпинговый импорт продовольствия.» [12, с. 49].

Развитие институциональных основ в сфере земельных отношений направлено на повышение эффективности управления земельными ресурсами, предусматривающее гармонизацию двух основных подходов к «принятию решений по эффективному управлению земельными ресурсами как одной из главных составляющих общей стратегии устойчивого развития: на местном уровне с широким участием общественности и централизованного управления с частичным делегированием полномочий местным властям» [8, с. 15], и обеспечивающее достижение устойчивого общественного развития в принятии решений по использованию земельных ресурсов.

В условиях спецификации прав собственности в правовых режимах землепользования должна предусматриваться система учета взаимных требований всех хозяйствующих субъектов, как механизма обеспечения их прав в управлении земельными ресурсами. Местное самоуправление в этой системе выступает как сторона, отражающая права и выражающая требования сельского населения. В этой связи специфика «земельных отношений выражается, с одной стороны, в их относительной для конкретного субъекта ограниченности по владению и распоряжению земельными участками, а с другой — в многосубъектности, закономерности, многофункциональности и социальной универсальности этих отношений» [8, с. 106]. Органы местного самоуправления выступают выразителями мнения жителей сельских территорий на вопросы совместного использования земельных угодий, защищают интересы сельских жителей.

Исторически процессы становления института местного самоуправления выступают как цивилизационный выбор, отражающий необходимость соблюдения баланса в обществе, когда требуется соблюдать интересы всех групп населения и гармонизировать их с требованием соблюдения интересов общества в целом.

Аграрное производство в условиях цифровой трансформации характеризуется интен-

сификацией режимов землепользования. При этом роль местного самоуправления в общественном пространстве начинает кардинально меняться. Формируется общественный запрос на деятельное участие органов местного самоуправления в жизни сельских территорий. Информационные системы создания и ведения электронных кадастров (как основы при решении вопросов распределения, использования и учета земельных угодий) в процессах управления земельными ресурсами обуславливают снижение транзакционных издержек и способствуют повышению эффективности использования земельных ресурсов. В условиях цифровизации снижаются издержки поиска информации, повышается эффективность взаимодействия хозяйствующих субъектов, обеспечивается переход к мному земледелию, организация эффективного взаимодействия аграрного бизнеса, жителей сельских территорий.

В Республике Татарстан в рамках взаимодействия органов местного самоуправления и сельскохозяйственных формирований отмечается возрастающая роль органов местного самоуправления в деятельности хозяйствующих субъектов по вопросам использования земельных ресурсов и обустройстве сельских территорий. В современных условиях в республике существенно изменяется роль личных подсобных хозяйств в аграрном секторе и возрастает значимость местного самоуправления в вопросах обеспечения защиты окружающей среды и интересов сельских жителей.

### Заключение

Применение современных био- и нанотехнологий актуализирует проблемы охраны окружающей среды и выступает одним из решающих факторов, обуславливающих необходимость более плотного взаимодействия предприятий аграрного бизнеса и местного самоуправления при решении экологических проблем сельских территорий. Анализ тенденций развития аграрной сферы Республики Татарстан свидетельствует о повышении роли местного самоуправления в хозяйственной деятельности сельских территорий и их обустройстве.



Институты, обеспечивающие организацию и эффективное использования земельных ресурсов в аграрном производстве, снижение трансакционных издержек, цифровую трансформацию общественного производства, внедрение инновационных технологий, способствуют активизации участия жителей сельских территорий в хозяйственной деятельности, развитию малых форм аграрного бизнеса, и, в конечном счете, выступают системным фактором социально-экономического развития сельских территорий. В условиях цифровой экономики снижаются трансакционные издержки, создаются условия формирования институциональной среды, способствующей внедрению инновационных технологий, активизации участия местного самоуправления в решении актуальных проблем землепользования, в развитии социального капитала, обеспечении экономического роста экономики сельских территорий.

Об авторах:

**Шарипов Салимзян Ахтямович**, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, tipkia@mail.ru  
**Титов Николай Леонидович**, врио ректора, tipkia@mail.ru  
**Харисов Гумер Амирович**, кандидат экономических наук, доцент, g.kharisov@gmail.com

## Литература

1. Сельское хозяйство муниципальных образований Республики Татарстан: статистический сборник / Татарстанстат. Казань: ТО ФСГСпоРТ, 2020. 240 с.
2. Сельское хозяйство Республики Татарстан: статистический сборник / Татарстанстат. Казань: ТО ФСГСпоРТ, 2020. 106 с.
3. Сайт министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. URL: <http://agro.tatarstan.ru/rus>
4. Алтухов А.И. Пространственное развитие сельской хозяйства страны: проблемы и возможные пути решения // АПК: экономика, управление. 2020. № 12. С. 48-55.
5. Буздалов И.Н. Аграрные отношения и аграрная политика в современной России: монография. Екатеринбург: Уральское изд-во, 2016. 178 с.
6. Волков С.Н., Фомин А.А. Совершенствование организационно-правового регулирования землеустройства в Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 1 (373). С. 5-8.

7. Комов Н.В. О создании системы единого государственного управления земельными ресурсами России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019. № 1 (168). С. 5-8.
8. Комов Н.В., Шарипов С.А. Земельные ресурсы в стратегии устойчивого развития России: монография. Казань: Бриг, 2017. 478 с.
9. Милосердов В.В. Система управления агропромышленным комплексом // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 7. С. 35-44.
10. Ушачев И.Г. АПК России в контексте межгосударственной интеграции // АПК: экономика, управление. 2015. № 1. С. 3-16.
11. Ушачев И.Г. Тенденции и перспективы развития АПК Российской Федерации // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 113-122.
12. Ушачев И.Г., Жуков Н.И., Семкин А.Г., Воронин Е.А. Зигзаги государственного и хозяйственно-экономического управления АПК на муниципальном уровне // АПК: экономика, управление. 2018. № 10. С. 46-57.

## INSTITUTIONAL FOUNDATIONS OF THE ORGANIZATION AND EFFECTIVE USE OF LAND RESOURCES IN AGRARIAN PRODUCTION

S.A. Sharipov<sup>1</sup>, N.L. Titov<sup>1</sup>, G.A. Kharisov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tatar Institute for Retraining Personals of Agribusiness, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov (IEML), Kazan, Russia

The article considers the actual problems of forming an institutional environment that ensures the organization of effective agricultural production in the conditions of digitalization of production processes and the use of innovative technologies within the framework of the system of rational land ownership and land use. The directions that ensure the productive use of production factors, the institutional foundations of their interaction, and the formation of an environment that ensures the sustainable development of agriculture are identified. The factors of the organization of effective agricultural production are determined. It is noted that the formation of the institutional environment in the Republic of Tatarstan provides for the activation of the processes of digital transformation in the organization and functioning of the agricultural sector, the expansion of the scope of application of innovative technologies. The steady growth of agricultural production in the republic is largely due to state support for various forms of agricultural business. Institutional factors of the organization of agricultural production in Tatarstan determine the innovative development of agriculture, sustainable socio-economic development of rural areas and the region.

**Keywords:** institutional factors, agricultural production, organization of production, efficiency, innovation, agriculture, forms of agricultural business, Republic of Tatarstan.

## References

1. TO FSGSpORT (2020). *Sel'skoe khozyaistvo munitsipal'nykh obrazovaniy Respubliki Tatarstan: statisticheskii sbornik* [Agriculture of the municipalities of the Republic of Tatarstan: statistical collection]. Kazan, TO FSGSpORT, 240 p.
2. TO FSGSpORT (2020). *Sel'skoe khozyaistvo Respubliki Tatarstan: statisticheskii sbornik* [Agriculture of the Republic of Tatarstan: statistical collection]. Kazan, TO FSGSpORT, 106 p.
3. *Sait ministerstva sel'skogo khozyaistva i prodovol'stviya Respubliki Tatarstan* [Website of the Ministry of agriculture and food of the Republic of Tatarstan]. Available at: <http://agro.tatarstan.ru/rus>
4. Altukhov, A.I. (2020). *Prostranstvennoe razvitie sel'skogo khozyaistva strany: problemy i vozmozhnye puti resheniya* [Spatial development of the country's agriculture: problems and possible solutions]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 12, pp. 48-55.

5. Buzdalov, I.N. (2016). *Agrarnye otnosheniya i agrarnaya politika v sovremennoi Rossii: monografiya* [Agrarian relations and agrarian policy in modern Russia: monograph]. Yekaterinburg: Ural publishing house, 178 p.
6. Volkov, S.N., Fomin, A.A. (2020). *Sovershenstvovanie organizatsionno-pravovogo regulirovaniya zemleustroystva v Rossiiskoi Federatsii* [Improving organizational and legal regulation land management in the Russian Federation]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (373), pp. 5-8.
7. Komov, N.V. (2019). *O sozdaniy sistemy edinogo gosudarstvennogo upravleniya zemel'nymi resursami Rossii* [On the creation of a system of unified state management of land resources of Russia]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 1 (168), pp. 5-8.
8. Komov, N.V., Sharipov, S.A. (2017). *Zemel'nye resursy v strategii ustoychivogo razvitiya Rossii: monografiya* [Land resources in the strategy of sustainable development of Russia: monograph]. Kazan, Brig Publ., 478 p.

9. Miloserdov, V.V. (2015). *Sistema upravleniya agropromyshlennym kompleksom* [Agro-industrial complex management system]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 7, pp. 35-44.
10. Ushachev, I.G. (2015). *APK Rossii v kontekste mezhgosudarstvennoi integratsii* [Agro-industrial complex of Russia in the context of interstate integration]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 1, pp. 3-16.
11. Ushachev, I.G. (2019). *Tendentsii i perspektivy razvitiya APK Rossiiskoi Federatsii* [Agro-industrial complex of Russia in the context of interstate integration]. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy* [Innovations in agricultural complex: problems and perspectives], no. 4 (24), pp. 113-122.
12. Ushachev, I.G., Zhukov, N.I., Semkin, A.G., Voronin, E.A. (2018). *Zigzagi gosudarstvennogo i khozyaistvenno-ekonomicheskogo upravleniya APK na munitsipal'nom urovne* [Zigzags of state and economic management of the agro-industrial complex at the municipal level]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 10, pp. 46-57.

About the authors:

**Salimzian A. Sharipov**, corresponding member of the Russian academy of sciences, doctor of economic sciences, professor, chief researcher, tipkia@mail.ru  
**Nikolay L. Titov**, acting rector, tipkia@mail.ru  
**Gumer A. Kharisov**, candidate of economic sciences, associate professor, g.kharisov@gmail.com



# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

С.А. Гальченко, О.В. Гвоздева, А.О. Ганичева, И.В. Чуксин

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, Россия

В статье рассматриваются федеральные и региональные субъекты государственной власти, в том числе участвующие в межведомственном электронном взаимодействии. В ходе анализа авторами делается акцент на обмен информацией в рамках земельно-имущественных отношений, а также на предложения Правительства Российской Федерации, в рамках пилотного проекта, по созданию Единого информационного ресурса о земле и недвижимости, о перспективах его использования в рамках упрощения межведомственного взаимодействия и ускорения оказания государственных и муниципальных услуг. Авторы предлагают, на базе опыта эксперимента по созданию Федеральной государственной информационной системы Единого информационного ресурса о земле и недвижимости, создание информационного ресурса, а именно, Единого государственного реестра по управлению земельными ресурсами и объектами недвижимости, и нового федерального органа исполнительной власти для его ведения.

**Ключевые слова:** информация, межведомственное электронное взаимодействие, земельно-имущественные отношения, единый информационный ресурс земли и недвижимости, система межведомственного электронного взаимодействия, единый государственный реестр по управлению земельными ресурсами и объектами недвижимости.

Одной из основных государственных задач является обеспечение оперативности доступности сведений федеральных и региональных информационных ресурсов, а также их достоверности, что немаловажно для принятия эффективных управленческих решений в рамках земельно-имущественных отношений.

Актуальность темы обусловлена выявленными систематическими нарушениями сроков, в следствии неэффективного документооборота при оказании государственных и муниципальных услуг в рамках межведомственного взаимодействия.

Сокращение трудовых ресурсов при увеличении запросов информации, фрагментарность информации по различным органам государственной власти ведет к нарушению регламентов оказания государственных и муниципальных услуг. Кроме того, отсутствие единых технологий по оптимизации процесса, приводит

к замедлению передачи информации из одного государственного или регионального органа власти в другой, необходимой для оказания государственных услуг по управлению объектами недвижимости на федеральном и региональном уровнях.

В Российской Федерации принято разделять органы государственной власти на федеральные и региональные. На рис. 1 отражены органы государственной власти Российской Федерации согласно Конституции Российской Федерации.

В рамках данного научного исследования нормативно-правового обеспечения межведомственного электронного взаимодействия, авторами статьи было выявлено, что в настоящее время не гарантируется эффективность документооборота. В свою очередь, анализ прецедентов подачи исполнительными органами власти исковых требований позволяет прийти к

выводу, что конфликтные ситуации по спорным вопросам могли быть урегулированы в досудебном порядке, при условии наличия надлежащего уровня систематизации межведомственного электронного взаимодействия.

Региональными органами власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации могут быть Министерства, Комитеты, Департаменты и Главные управления. Так, например, на территории города Москвы региональными органами являются субъекты, отраженные на рис. 2.

Правительство Российской Федерации осведомлено о имеющихся проблемах в сфере межведомственного взаимодействия и, с целью создания оптимизированной информационной инфраструктуры и обеспечения информационной безопасности, утвердило Национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации».

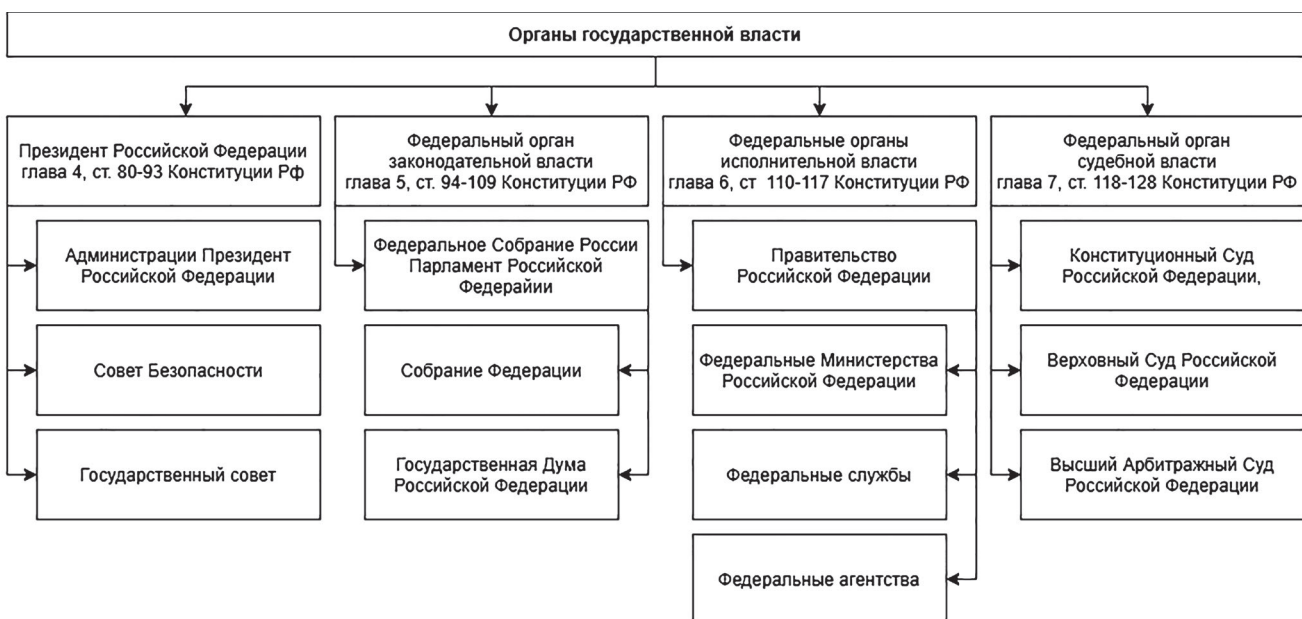


Рис. 1. Органы государственной власти Российской Федерации [1]



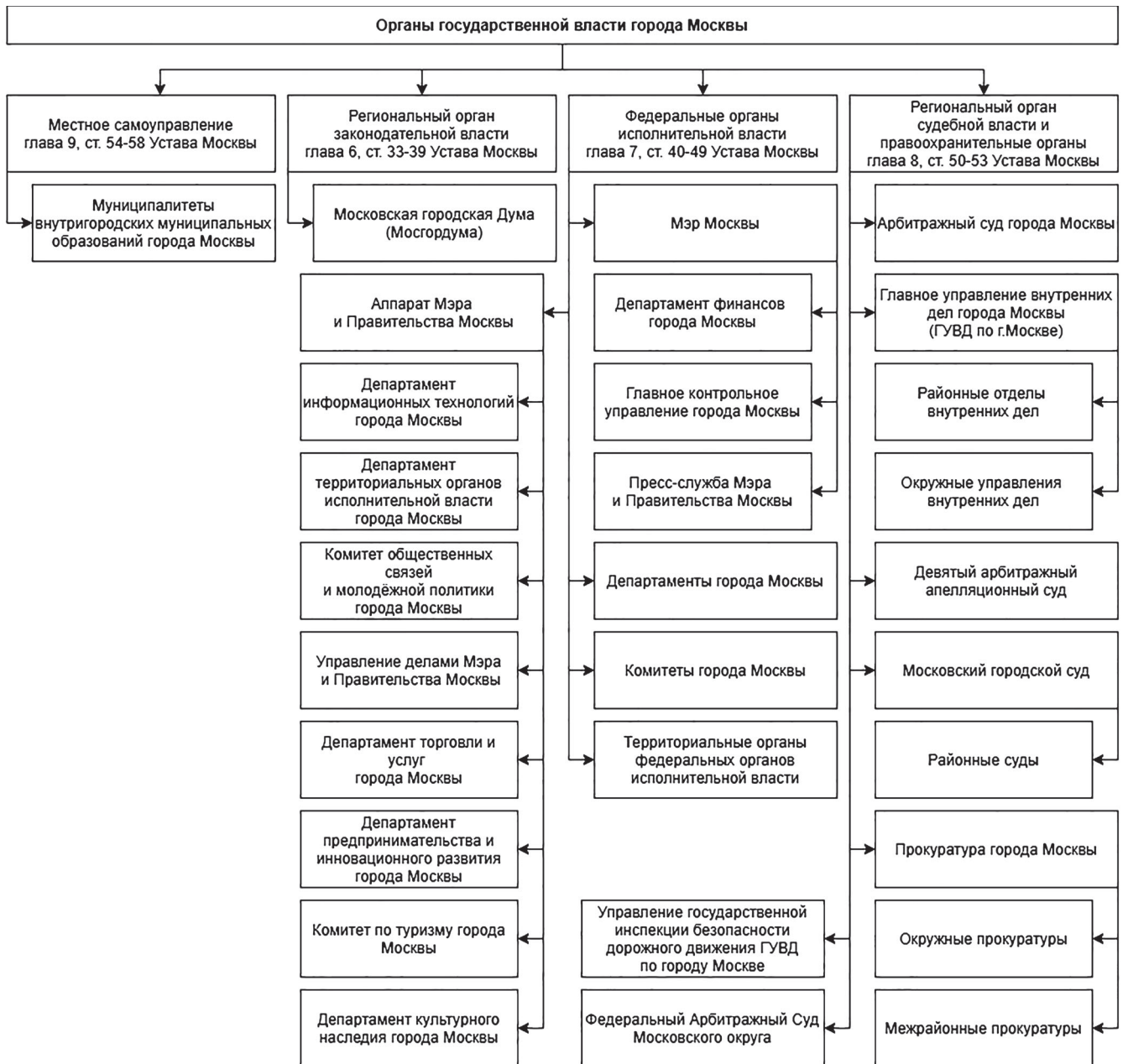


Рис. 2. Органы государственной власти города Москвы [4]

Также, согласно Постановлению Правительства Российской Федерации «О единой системе межведомственного электронного взаимодействия» 2020 года принято решение о создании единой системы межведомственного электронного взаимодействия, объединяющей в себе системы межведомственного электронного взаимодействия, используемые органами власти на различных уровнях в целях эффективного документооборота [2].

В свою очередь, информация о земле и недвижимости является одним из важнейших элементов осуществления государственной земельной политики и управления земельными ресурсами, совершающая круговое движение в процессе информационного взаимодействия с участниками земельно-имущественных отношений, отраженными на рис. 3.

Помимо создания единой системы межведомственного электронного взаимодействия, в целях упрощения межведомственного электронного взаимодействия с различными субъектами земельно-имущественных отношений, Председатель Правительства Российской Феде-

рации Мишустин М.В. постановил создать Единый информационный ресурс о земле и недвижимости в целях исключения противоречивых сведений о земле и недвижимости, а также повышения эффективности управления земельными ресурсами и объектами недвижимости.

В рамках эксперимента по созданию Федеральной государственной информационной системы Единого информационного ресурса о земле и недвижимости будет осуществлено объединение сведений информационных ресурсов, отраженные на рис. 4 [3].

Единый информационный ресурс о земле и недвижимости на этапе пилотных проектов является ресурсом, дублирующим информацию из вышеперечисленных государственных ресурсов, в том числе в целях обеспечения доступности таковой для граждан, а также унификации и классификации сведений, как федеральных, так и региональных источников [5].

Однако очевидно, что содержание одновременно одиннадцати информационных ресурсов и одного общего экономического нецелесообразно, из этого следует, что в рамках

пилотного проекта будет произведена апробация и определение состава сведений нового ресурса, сформулирована и уточнена архитектура системы, проведен анализ проблем, потенциально возникающих в следствии попытки слияния информации при реализации данного проекта.

В рамках создания Единого информационного ресурса о земле и недвижимости заявлено, что базовыми данными являются сведения информационных ресурсов Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, Федеральной налоговой службы и Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос».

В свою очередь авторы считают, что сведения Государственного адресного реестра, Единого государственного реестра недвижимости и Фонда данных государственной кадастровой оценки требуют верификации и актуализации содержащихся сведений, а также наполнения недостающими сведениями, в связи с чем данные информационные ресурсы невозможно принять за эталонные.



В свою очередь при создании структуры слов графической информации Единого информационного ресурса о земле и недвижимости авторы статьи предлагают группировать векторные и растровые данные в порядке, отраженном на рис. 5.

Авторы статьи признают, что дублирование информации в рамках пилотного проекта допустимо, однако считают неизбежным обеспечение миграции данных из информационных ресурсов, отображенных на рис. 4, и интеграции их в новый информационный ресурс, базирующийся на опыте создания Единого информационного ресурса о земле и недвижимости и Единого государственного реестра недвижимости.

В рамках обмена информацией между участниками земельно-имущественных отношений необходимо использовать единый идентификатор для объектов на территории всей страны,

который будет заменять существующие на данный момент кадастровые, реестровые, инвентарные и условные номера всех информационных ресурсов, федеральных и региональных, а также для объединения не дублируемой информации в новом реестре.

В ходе разработки и создания Единого государственного реестра по управлению земельными ресурсами и объектами недвижимости необходимо обеспечить:

- перенос информации от общего к частному, начиная с картографической основы и дешифрированных материалов дистанционного зондирования, границ Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, сведений о водных объектах и их местоположении, заканчивая сведениями Единого государственного реестра недвижимости;

- процесс переноса информации одновременно с верификацией сведений с целью устранения дублирований, технических и реестровых ошибок с уведомлением правообладателей;
- актуализацию сведений путем осуществления камеральных и выездных проверок объектов при возникновении разночтений в графической или семантической информации;
- взаимосвязь информации из различных исходных ресурсов между собой в графическом и (или) семантическом виде (например, граница муниципального образования с генеральным планом и правилами землепользования и застройки);
- сохранность, достоверность, открытость сведений реестра для правообладателей и иных лиц с целью управления земельными ресурсами и объектами недвижимости и т.д.



Рис. 3. Субъекты земельно-имущественных отношений



Рис. 4. Перечень источников сведений Единого информационного ресурса о земле и недвижимости



### Слои графической информации Единого информационного ресурса о земле и недвижимости (ЕИР о земле и недвижимости)



Рис. 5. Слои графической информации Единого информационного ресурса о земле и недвижимости

\*составлено авторами

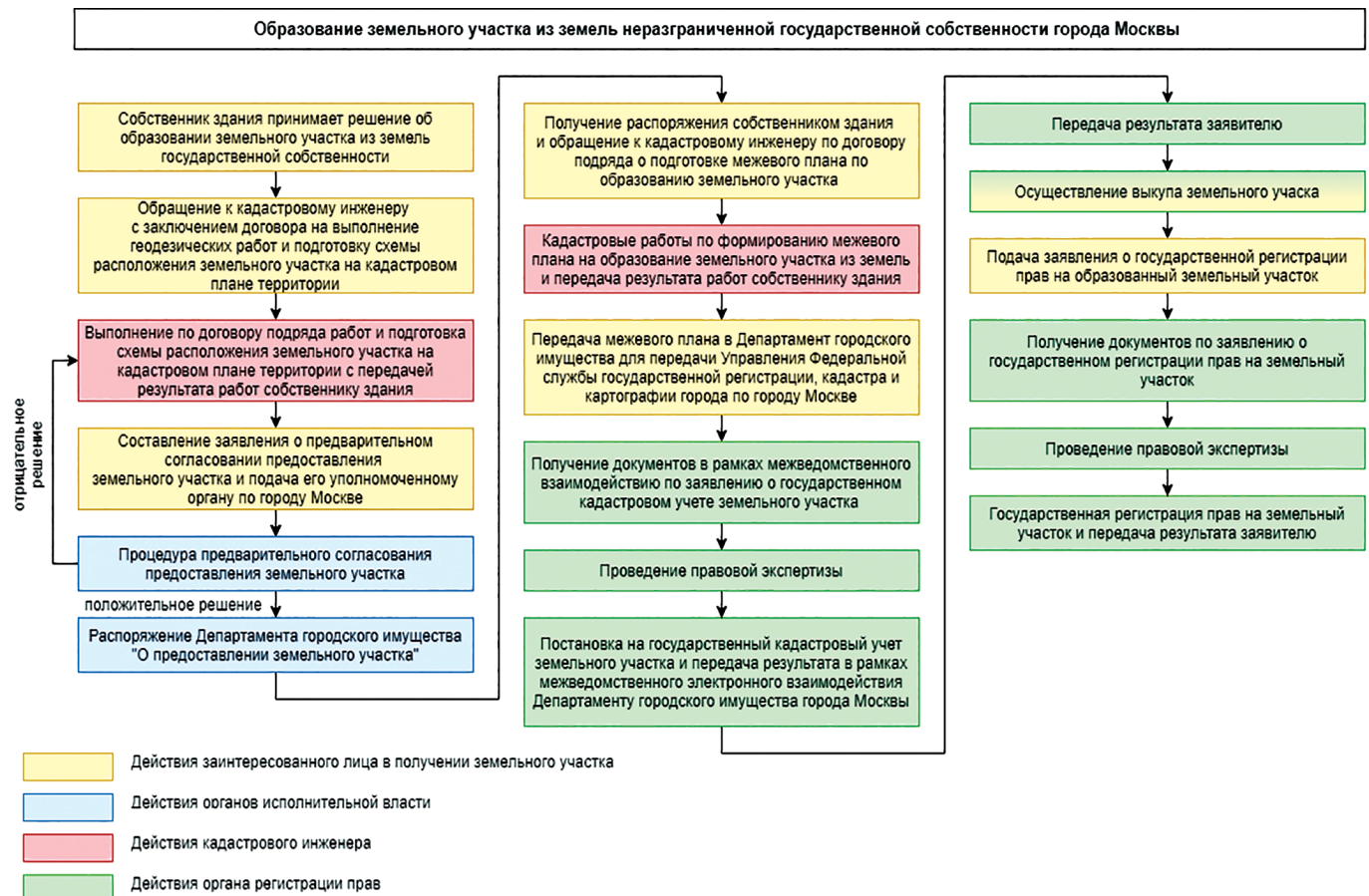


Рис. 6. Учетно-регистрационные действия по образованию земельного участка из земель неразграниченной государственной собственности г. Москвы [9]



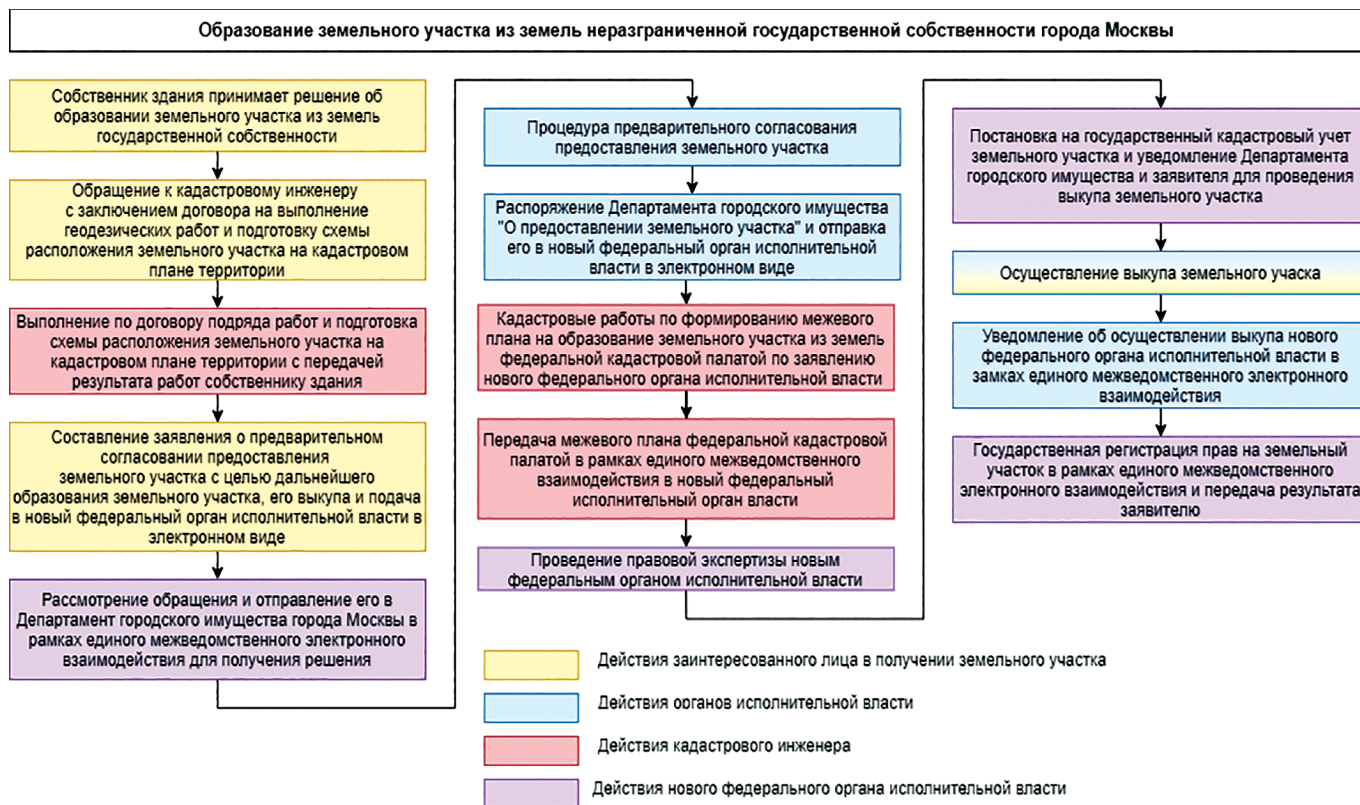


Рис. 7. Учетно-регистрационные действия по образованию земельного участка из земель неразграниченной государственной собственности г. Москвы\*

\*составлено авторами

По замыслу авторов для обеспечения оперативной работы по управлению земельными ресурсами и объектами недвижимости необходимо обеспечить интеграцию в новый информационный ресурс, помимо единой системы идентификации и аутентификации, и единую систему межведомственного электронного взаимодействия.

На примере образования земельного участка из земель неразграниченной собственности в городе Москве рассмотрим методику учетно-регистрационных действий согласно законодательству (рис. 6).

Кроме того, авторы статьи полагают, что новый информационный ресурс и обязанности о внесении в него информации должна выполнять новая государственная организация, выполняющая регистрационные, учетные, картографические, надзорные, контрольные и другие делегированные функции.

С целью внедрения нового ресурса, Единого государственного реестра по управлению земельными ресурсами и объектами недвижимости, необходимо часть функций по заполнению исходных информационных ресурсов передать новому государственному органу исполнительной власти, в ходе реорганизации Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии [7, 10].

Новая государственная организация должна перенять опыт у участников эксперимента ряд функций, в том числе, присвоение адресов объектам недвижимости [9].

На примере образования земельного участка из земель неразграниченной государственной собственности города Москвы рассмотрим предлагаемую технологию авторами статьи на рис. 7 с учетом нового федерального органа исполнительной власти.

Различия рис. 6 и 7, а также в механизмах оказания государственных услуг с учетом предположений авторов заключаются в получении:

- в рамках одного запроса будет возможна подача заявлений на ряд государственных услуг в рамках предусмотренных методик учетно-регистрационных действий (например, запрос рис. 7);
- запрос через новый информационный ресурс будет направляться в новый федеральный орган исполнительной власти, а затем путем единого межведомственного электронного взаимодействия выполняться;
- сведения о статусе запроса будет приходить в виде оповещения в личный кабинет заявителя, по электронной почте или в виде SMS уведомлений.

На рисунке 8 отражен общий план перехода от разобщенных информационных ресурсов к единому государственному реестру по управлению земельными ресурсами и объектами недвижимости.

лению земельными ресурсами и объектами недвижимости.

В рамках реализации поставленной глобальной задачи необходимо будет создание федеральной целевой программы в рамках Государственной программы «Цифровая экономика», а также дорожной карты по созданию нового ресурса [8].

Для создания экосистемы земельно-имущественных отношений, предложенной авторами, необходимо обеспечить привлечение к работе над проектом не только специалистов по законодательству, органы государственной власти, а также специалистов перспективных ИТ-технологии и экспертов различных отраслей земельно-имущественных отношений, к которым относятся функции нового ресурса, а также профильные научные содружества и высшие учебные заведения, в том числе Государственный университет по землеустройству [8].

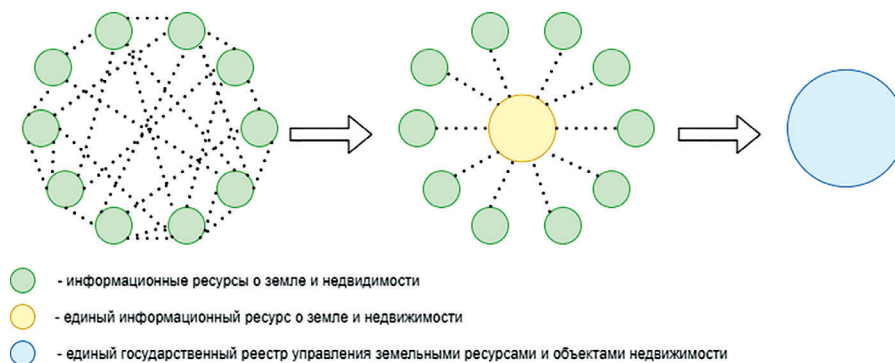


Рис. 8. Переход разобщенных информационных ресурсов к единому информационному ресурсу

\*составлено авторами



Ссылаясь на опыт разработки и модернизации программного обеспечения Единого государственного реестра недвижимости, объединившего два информационных ресурса, на который за 6 лет было потрачено 1,6 млрд рублей, очевидно, что на объединение 11 информационных ресурсов потребуется 1,5 млрд рублей в год, что в рамках сегодняшних реалий огромная нагрузка для бюджета Российской Федерации. Оптимизация работы в рамках межведомственного электронного взаимодействия приведет к сокращению сроков оказания государственных и муниципальных услуг, сделает информацию о земле и недвижимости доступной для граждан, что будет иметь положительные социально-экономические, организационно-технологические и информационные эффекты (например, повысит доверие общества к государственным органам власти).

Об авторах:

**Гальченко Светлана Альбертовна**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры землепользования и кадастров, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1464-9877>, [s\\_galch@mail.ru](mailto:s_galch@mail.ru)

**Гвоздева Ольга Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6240-4196>, [gvozdeva\\_ov@bk.ru](mailto:gvozdeva_ov@bk.ru)

**Ганичева Анастасия Олеговна**, магистрант, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4132-1639>, [aganicheva@outlook.com](mailto:aganicheva@outlook.com)

**Чуксин Илья Витальевич**, студент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9788-2692>, [chuksin-99@mail.ru](mailto:chuksin-99@mail.ru)

## Литература

1. Конституция Российской Федерации: официальный текст, с поправками от 01.07.2020 г. [Электронный ресурс]. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru>

2. Постановление Правительства Российской Федерации «О единой системе межведомственного электронного взаимодействия» от 08 сентября 2010 г. № 697. [Электронный ресурс]. Официальный интернет портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru>

3. Постановление Правительства Российской Федерации «О проведении в 2021 году эксперимента по созданию Единого информационного ресурса о земле и недвижимости» от 31 декабря 2020 г. № 2429.

4. Закон города Москвы «Устав города Москвы» от 28 июня 1995 г..

5. Варламов А.А., Гальченко С.А., Богданова О.В., Гвоздева О.В. Генезис формирования и функционирования российской системы землепользования: монография. М.: Первое экономическое издательство, 2021. 228 с.

6. Варламов А.А., Гальченко С.А., Гвоздева О.В., Чуксин И.В. Процесс цифровизации сельского хозяйства на базе концептуально новой системы умного землеполь-

вания // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Том 63, № 5 (377). С. 69-72.

7. Гальченко С.А., Рулева Н.П. Осуществление кадастровой деятельности для целей формирования эффективного землепользования. / Современные проблемы эффективного землепользования. Сборник научных трудов. Москва, 2016. С. 17-30.

8. Гальченко С.А., Ганичева А.О., Гвоздева О.В., Токарев А.А. Анализ статистической годовой отчетности Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Москве и перспективы создания института статистических исследований на базе Государственного университета по землеустройству // Московский экономический журнал. 2020. № 10. С. 85-95.

9. Гвоздева О.В., Смирнова М.А., Чуксин И.В., Шакирова М.В. Сбалансированное развитие управленческого сектора государственных и муниципальных услуг на базе многофункциональных центров // Московский экономический журнал. 2020. № 12. С. 23-28.

10. Рулева Н.П., Смирнова М.А. Некоторые вопросы ограничения прав на земли сельскохозяйственного назначения при резервации земель // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 1. С. 22-24.

## IMPROVEMENT INTERDEPARTMENT ELECTRONIC INTERACTION OF LAND AND PROPERTY MEMBERS

**S.A. Galchenko, O.V. Gvozdeva, A.O. Ganicheva, I.V. Chuksin**

State university of land use planning, Moscow, Russia

The article deals with the federal and regional subjects of state power, including those involved in interdepartmental electronic interaction. In the course of the analysis, the authors focus on the exchange of information within the framework of land and property relations, as well as the proposals of the Government of the Russian Federation in the framework of a pilot project to create a single information resource on land and real estate, on the prospects for use in framework of simplifying interdepartmental interaction and speeding up the provision of state and municipal services. In turn, the authors propose, based on the experience of the experiment on the creation of the Federal State information resource on land and real estate, the creation of an information resource, namely, the Unified state register of land and real estate management objects, and a new federal executive authority for its maintenance.

**Keywords:** information, interdepartmental electronic interaction, land-property relations, unified information resource of land and real estate, interdepartmental electronic interaction system, unified state register of land and real estate.

## References

1. The Constitution of the Russian Federation: text, as amended on 01.07.2020. [Electronic resource]. URL: <http://www.pravo.gov.ru>

2. Resolution of the Government of the Russian Federation «On the unified system of Interdepartmental electronic interaction» of september 08, 2010, No. 697. Official internet portal of legal information. URL: <http://www.pravo.gov.ru>

3. Resolution of the Government of the Russian Federation «On conducting an experiment in 2021 to create a Single Information resource on Land and Real Estate» of december 31, 2020, No. 2429. [Electronic resource] Official internet portal of legal information. URL: <http://www.pravo.gov.ru>

4. The Law of the City of Moscow «The Charter of the City of Moscow» of june 28, 1995. [Electronic resource] Of-

ficial internet portal of legal information. URL: <http://www.pravo.gov.ru>

5. Varlamov A.A., Galchenko S.A., Bogdanova O.V., Gvozdeva O.V. (2021). Genesis of the formation and function and functioning of the the Russian system of land use: monograph. Moscow: First Economic Publishing House, 228 p.

6. Varlamov A.A., Galchenko S.A., Gvozdeva O.V., Chuksin I.V. (2021). The process of digitalization of agriculture on the basis of a conceptually new system of smart land use. International agricultural journal, volume 63, no. 5 (377), pp. 69-72

7. Galchenko S.A., Ruleva N.P. (2016). Instrumentation of cadastral activities for the purposes of forming effective land use. Modern problems of effective land use. Collection of scientific papers. Moscow, pp. 17-30.

8. Galchenko, S.A., Ganicheva A.O., Gvozdeva O.V., Tokarev A.A. (2020). Analysis of statistical annual reports of the department of the service for state registration, cadaster and cartography in Moscow and prospects for creating an institute for statistical research at the state university for land management. Moscow economic journal, no. 10, pp. 85-95.

9. Gvozdeva O.V., Sмирнова M.A., Chuksin I.V., Шакирова M.V. (2020). Balanced development of the management sector of state and municipal services on the basis of multifunctional centers. Moscow economic journal», no. 13, pp. 23-28.

10. Ruleva N.P., Sмирнова M.A. (2016). Some issues of restricting the rights to agricultural land in the land reservation. International Agricultural Journal, no. № 1, pp. 22-24.

About the authors:

**Svetlana A. Galchenko**, doctor economic sciences, professor, professor of the department of land use and inventories, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1464-9877>, [s\\_galch@mail.ru](mailto:s_galch@mail.ru)

**Olga V. Gvozdeva**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land use and inventories, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6240-4196>, [gvozdeva\\_ov@bk.ru](mailto:gvozdeva_ov@bk.ru)

**Anastasia O. Ganicheva**, master's student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4132-1639>, [aganicheva@outlook.com](mailto:aganicheva@outlook.com)

**Ilya V. Chuksin**, student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9788-2692>, [chuksin-99@mail.ru](mailto:chuksin-99@mail.ru)

[s\\_galch@mail.ru](mailto:s_galch@mail.ru)



## БЕДНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КАК ПРЕПЯТСТВИЕ РАЗВИТИЯ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ

Т.Н. Соловьева, Д.А. Зюкин

ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова», г. Курск, Россия

В статье рассматриваются особенности развития агропродовольственных рынков Российской Федерации в контексте влияния уровня бедности на сельскохозяйственное производство и продовольственный потенциал в регионах РФ, выявлены сложившиеся тенденции и их причины. В исследовании дается оценка общероссийским тенденциям, а также проводится сопоставление сложившегося к 2019 г. уровня бедности населения с объемом произведенной сельскохозяйственной продукции с периодом после ввода продовольственного эмбарго в разрезе агрорегионов страны. Для целей исследования данные об объеме сельскохозяйственного производства были приведены в сопоставимый уровень с использованием индексов потребительских цен. С использованием методологии корреляционно-регрессионного анализа за период 2015-2019 гг. был рассчитан коэффициент парной корреляции между исследуемыми показателями с целью определения характера и тесноты стохастической связи. Оценка ситуации в разрезе агроориентированных регионов позволила выявить, что между уровнем бедности и объемом сельскохозяйственного производства в стране отсутствует значимая связь, о чем свидетельствует характер динамики показателей в исследуемый период. В статье показано, что самый низкий уровень бедности отмечается в Татарстане, Московской и Белгородской областях, а самый высокий — в Кабардино-Балкарской Республике, Мордовии и Крыму. В свою очередь, объем производства сельскохозяйственной продукции в регионах с наименьшим уровнем бедности не является самым высоким. Лидером по объему производства сельскохозяйственной продукции является Краснодарский край, в котором за последние 5 лет этот показатель вырос до 417,2 млрд руб. Однако доля бедного населения в данном субъекте РФ довольно высокая и составляет чуть менее 11%, в результате чего он занимает 10-е место. Между уровнем бедности и объемом производства сельскохозяйственной продукции отсутствует взаимосвязь, поскольку в аграрных житницах страны доля бедного населения является достаточно высокой, в то время как в других, где сельское хозяйство не является ведущей отраслью, напротив, низкой. Следовательно, можно говорить о том, что уровень социальной напряженности определяется совокупностью факторов социально-экономического развития конкретной территории и не находится в прямой зависимости от развития сельскохозяйственного производства.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, сельскохозяйственное производство, агропродовольственные рынки, уровень жизни, доля бедного населения.

### Введение

В текущих социально-экономических условиях проблема бедности является одной из наиболее злободневных в России. Это связано с тем фактом, что весомая доля населения страны сегодня находится за чертой бедности, имея доходы ниже прожиточного минимума, размер которого также сложно назвать достаточным для удовлетворения базовых потребностей. В результате происходит усиление дифференциации доходов населения, а в социальной и политической среде растет напряженность и недовольство.

В последние годы российская экономика подвержена негативному влиянию кризисов и санкций на фоне политических противоречий, что препятствует достижению активного экономического роста во многих отраслях. АПК в этом плане является исключением, однако и там, несмотря на рост объемов производства, сохраняется целый комплекс сложностей, препятствующих его динамичному развитию. Следует отметить, что сельское хозяйство относится к числу основополагающих отраслей для отечественной экономики сегодня, экспортный потенциал которой стабильно увеличивается [1]. Это также обуславливается его весомой долей вклада в формировании ВРП многих регионов России и значимостью в обеспечении продовольственной безопасности страны [2]. Вместе с тем активное развитие продовольственных

рынков находится в прямой зависимости от реальных доходов населения и уровня жизни, поскольку именно этим определяется платежеспособный спрос [3, 4]. Именно снижение реальных доходов населения и рост уровня бедности в России может стать, по мнению ряда ученых, одной из важнейших причин депрессивного состояния экономики страны [5].

Снижение спроса на продовольствие ввиду сокращения доходов населения, в первую очередь, затрагивает более дорогостоящие и качественные продукты, например мясо-молочную продукцию, на замену которой приходят низкокачественные продукты, такие как сухое молоко и пальмовое масло. Также спрос в структуре мясных продуктов в таких экономических условиях может расти только в бюджетном сегменте, тогда как дорогостоящие позиции теряют свою долю на рынке [6, 7]. В итоге направления животноводства в условиях увеличения уровня бедности населения попадают в ситуацию снижения спроса на их продукцию, что приводит к значительным трудностям в текущей деятельности и снижает их инвестиционные перспективы. Более того, замедление производства или снижение поголовья неизбежно скажется на потребностях в кормовой базе, предопределяя сужение внутреннего рынка и для растениеводства, в том числе и в наиболее его крупном направлении — зерновом хозяйстве, предопределяя его экспортную направленность [8, 9].

Все это подтверждает важность фактора уровня жизни, хорошо отражаемого реальным уровнем доходов и процентом бедного населения. В этой связи исследование влияния уровня жизни населения на развитие отрасли сельского хозяйства является актуальным направлением.

### Методика исследования

Одним из значимых событий последних лет для АПК стал ввод продовольственного эмбарго на фоне политических противоречий в 2014 г. Все это предопределило иные условия функционирования отраслей сельского хозяйства, сформировав внутренние предпосылки для их активного развития, поскольку вопрос обеспечения продовольственной безопасности стал актуален как никогда. Несмотря на кажущиеся благоприятными условия для развития внутреннего агропромышленного потенциала, текущая общеэкономическая ситуация в стране является неоднозначной: снижение реальных доходов населения и рост бедности являются одними из наиболее значимых угроз экономического развития. Поэтому в рамках исследования дается оценка общероссийским тенденциям, а также проводится сопоставление сложившегося к 2019 г. уровня бедности населения с объемом произведенной сельскохозяйственной продукции с периодом после ввода продовольственного эмбарго в разрезе агрорегионов страны. В качестве агроориентированных регионов



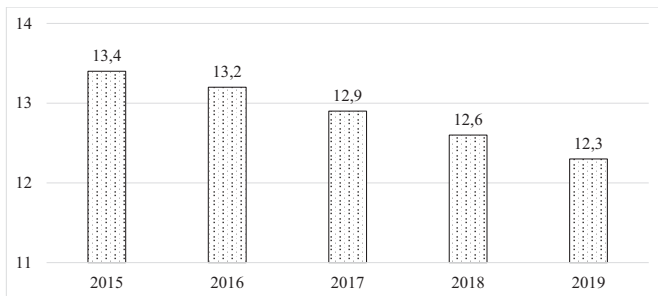


Рис. 1. Динамика уровня бедности в РФ в 2015-2019 гг., %

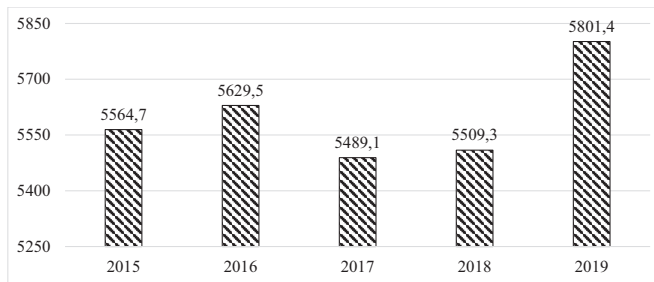


Рис. 2. Динамика объемов производства сельскохозяйственной продукции в сопоставимых ценах в целом по РФ, млрд руб.

были отобраны те, в которых объем сельскохозяйственного производства в 2019 г. превысил 50 млрд руб. Для целей исследования данные об объеме сельскохозяйственного производства были приведены в сопоставимый уровень с использованием индексов потребительских цен. С использованием корректной методологии корреляционно-регрессионного анализа за период 2015-2019 гг. был рассчитан коэффициент парной корреляции между исследуемыми показателями с целью определения характера и тесноты стохастической связи.

### Результаты исследования

Уровень бедности в РФ в последние 5 лет имеет устойчивую тенденцию к снижению, однако по-прежнему остается на достаточно высоком уровне. Если в 2015 г. в стране насчитывалось 13,4% людей (от общей численности), имеющих доходы ниже прожиточного минимума, то сегодня данный показатель на 1,1% ниже и равен 12,3% (рис. 1).

При этом динамика стоимостного объема производства сельскохозяйственной продукции в сопоставимых ценах в стране варьирует волнообразно: в период 2015-2016 гг. отмечалась положительная тенденция к росту с 5,57 трлн руб. до 5,63 трлн руб. (прирост 1,2%), но уже 2017-2018 гг. произошло снижение до 5,49 трлн руб. и 5,51 трлн руб. соответственно, что может быть обусловлено влиянием ряда отраслевых факторов, таких как неблагоприятные погодные условия и урожайность сельскохозяйственных культур. Однако в 2019 г. произошло существенное увеличение объема производства сельскохозяйственных культур, в результате чего их стоимость достигла 5,8 трлн руб., что является самым высоким уровнем, а общий прирост за период составил 4,3% (рис. 2).

В целом можно говорить о том, что между уровнем бедности и объемом сельскохозяйственного производства в стране отсутствует значимая связь, что подтверждается характером динамики показателей в исследуемый период.

Оценка ситуации в разрезе агроориентированных регионов позволила выявить схожие результаты. Самый низкий уровень бедности отмечается в Татарстане (6,9%), Московской (7,3%) и Белгородской (7,8%) областях, а самый высокий — в Кабардино-Балкарской Республике (24,2%), Мордовии (18%) и Крыму (17,2%). Стоит отметить, что между агрорегионами наблюдается существенная (более чем в 3,5 раза) дифференциация по доле бедного населения, что связано с уровнем социально-экономического развития отдельных территорий и ситуации на рынке труда (табл. 1).

В свою очередь, объем производства сельскохозяйственной продукции в регионах с

Динамика уровня бедности в агрорегионах РФ в 2015-2019 гг.

Таблица 1

Регион	Значение, %					Изменение в 2019 г. к 2015 г., %
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Республика Татарстан	7,1	7,5	7,2	7	6,9	-0,2
Московская область	8,3	7,8	7,9	7,3	7,3	-1
Белгородская область	8,5	8,1	7,8	7,5	7,8	-0,7
Липецкая область	9,3	9,2	8,8	8,7	8,7	-0,6
Воронежская область	9,5	9,4	9,0	8,9	8,9	-0,6
Нижегородская область	9,9	9,8	10,0	9,5	9,5	-0,4
Курская область	10,4	10,5	10,3	9,9	9,9	-0,5
Калужская область	10,8	10,3	10,0	10,4	10,2	-0,6
Тульская область	10,6	10,0	9,9	10,0	10,3	-0,3
Краснодарский край	11,7	11,6	10,9	10,5	10,7	-1
Тамбовская область	10,7	10,6	10,4	9,8	10,7	-
Республика Башкортостан	13,0	12,5	12,3	12,0	12,1	-0,9
Удмуртская Республика	12,3	12,4	12,2	12,2	12,4	0,1
Рязанская область	13,0	12,8	13,3	13,0	12,7	-0,3
Волгоградская область	14,2	14,4	13,6	13,4	12,9	-1,3
Самарская область	13,1	13,5	13,3	12,7	12,9	-0,2
Ростовская область	14,4	14,2	13,9	13,2	13,4	-1
Пензенская область	14,4	14,8	14,2	13,5	13,6	-0,8
Орловская область	14,5	14,2	13,9	13,5	13,7	-0,8
Брянская область	14,1	14,4	14,2	13,6	13,8	-0,3
Ставропольский край	14,6	15,0	14,3	13,9	14,0	-0,6
Оренбургская область	13,9	14,6	14,3	14,2	14,3	0,4
Республика Дагестан	11,0	13,0	14,5	14,7	14,6	3,6
Астраханская область	14,2	16,1	15,5	15,1	15,5	1,3
Саратовская область	16,9	16,8	16,5	15,3	15,5	-1,4
Республика Крым	23,1	23,3	19,4	17,3	17,2	-5,9
Республика Мордовия	19,8	18,5	18,2	17,8	18,0	-1,8
Кабардино-Балкарская Республика	21,1	25,8	24,7	24,2	24,2	3,1

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [10].

наименьшим уровнем бедности не является самым высоким. Так, лидер — Республика Татарстан по объемам сельскохозяйственного производства в 2019 г. является лишь 4-й с показателем 248,8 млрд руб. Московская область, занимающая 2-е место по уровню бедности, по размеру сельскохозяйственного производства является лишь 14-й среди рассматриваемых регионов. В свою очередь, замыкающая тройку лидеров Белгородская область занимает 3-е место по размеру сельскохозяйственного производства, которое к 2019 г. достигло 265,7 млрд руб.

Стоит отметить, что в регионах с самым высоким уровнем бедности объем производства сельскохозяйственной продукции также является невысоким: Кабардино-Балкарская Респуб-

лика занимает 26-е место, Мордовия — 22-е, Крым — 25-е. Также можно выделить тот факт, что положение регионов в продовольственном обеспечении является довольно стабильным, что подтверждается их позициями в рейтинге. При этом лидером по объему производства сельскохозяйственной продукции является Краснодарский край, в котором за последние 5 лет этот показатель вырос до 417,2 млрд руб. Однако доля бедного населения в данном субъекте РФ является довольно высокой и составляет чуть менее 11%, в результате чего он занимает 10-е место. Второе место по объемам сельскохозяйственного производства в 2019 г. заняла Ростовская область, где этот показатель достиг 285,5 млрд руб., в то время как доля бедного населения составляет 13,4% (табл. 2).



Таблица 2

Динамика объемов производства сельскохозяйственной продукции в агрорегионах РФ в 2015-2019 гг.

Регион	2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		Изменение в 2019 г. к 2015 г., %
	млрд руб.	Ранг	млрд руб.	Ранг	млрд руб.	Ранг	млрд руб.	Ранг	млрд руб.	Ранг	
Республика Татарстан	240,0	4	250,6	3	251,1	3	232,6	4	248,8	4	3,7
Московская область	114,6	12	109,7	15	94,6	16	111,2	14	118,5	14	3,3
Белгородская область	248,4	3	246,3	4	243,9	4	264,2	2	265,7	3	7,0
Липецкая область	113,7	13	117,9	13	110,1	14	122,8	13	134,8	12	18,6
Воронежская область	221,9	5	217,1	6	208,1	5	224,8	5	221,9	5	-
Нижегородская область	78,8	19	74,9	20	74,4	19	69,6	20	77,5	21	-1,6
Курская область	134,1	11	138,5	10	142,8	10	151,4	8	158,9	8	18,4
Калужская область	38,8	28	37,3	28	41,4	28	45,0	26	51,2	27	31,9
Тульская область	59,8	23	60,8	23	61,2	23	67,2	21	80,0	20	33,8
Краснодарский край	394,8	1	405,5	1	389,6	1	392,4	1	417,2	1	5,7
Тамбовская область	139,1	9	121,3	11	121,6	12	132,4	9	136,2	11	-2,1
Республика Башкортостан	171,5	7	173,1	7	168,8	7	162,1	7	169,7	7	-1,1
Удмуртская Республика	69,6	21	69,6	21	69,4	20	66,1	22	67,7	23	-2,8
Рязанская область	62,2	22	57,1	25	56,6	24	58,5	24	65,6	24	5,6
Волгоградская область	140,3	8	150,3	9	143,7	9	132,1	11	149,1	9	6,3
Самарская область	94,5	16	101,7	16	95,9	15	91,6	16	100,4	16	6,3
Ростовская область	251,2	2	275,6	2	273,1	2	262,0	3	285,5	2	13,6
Пензенская область	84,2	17	90,7	17	78,9	18	84,5	18	100,1	17	18,9
Орловская область	72,3	20	75,2	19	65,0	21	74,7	19	82,5	19	14,1
Брянская область	84,2	17	87,6	18	91,8	17	88,2	17	91,8	18	9,0
Ставропольский край	209,4	6	220,1	5	201,7	6	201,9	6	196,8	6	-6,0
Оренбургская область	111,6	14	120,5	12	120,7	13	110,6	15	113,0	15	1,2
Республика Дагестан	106,4	15	117,0	14	126,9	11	129,1	12	133,3	13	25,3
Астраханская область	41,4	27	40,7	27	43,8	27	44,8	28	50,4	28	21,8
Саратовская область	134,5	10	153,5	8	144,2	8	132,4	9	145,1	10	7,9
Республика Крым	59,0	25	58,0	24	51,2	25	45,0	26	55,0	25	-6,7
Республика Мордовия	59,3	24	62,8	22	63,0	22	64,9	23	72,0	22	21,4
Кабардино-Балкарская Республика	44,3	26	46,7	26	49,1	26	51,2	25	54,9	26	24,1

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [10].

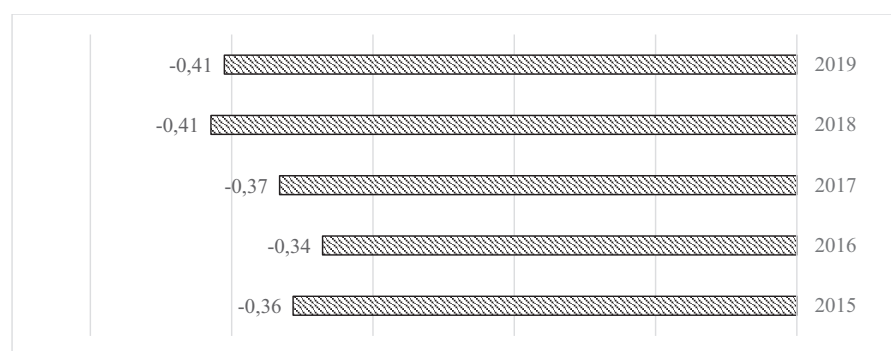


Рис. 3. Динамика значения коэффициента корреляции между уровнем бедности и объемом производства сельскохозяйственной продукции в агрорегионах РФ

Это свидетельствует о том, что между долей бедного населения и уровнем развития сельского хозяйства отсутствует значимая связь, что подтверждается результатами корреляционного анализа (рис. 3).

В результате расчета парных коэффициентов корреляции установлено, что связь между долей бедного населения и объемом производства сельскохозяйственной продукции носит обратный характер и является слабой, что свидетельствует о том, что снижение уровня бедности в текущих экономических условиях не окажет существенного положительного влияния на развитие сельскохозяйственного производства.

Реализованная в последние годы стратегия импортозамещения на внутреннем продовольственном рынке РФ способствовала снижению значимости импортозамещения в качестве фактора качественного роста агропродуктового рынка. В результате, текущая ситуация характеризуется достаточно низким спросом на внутреннем продовольственном рынке из-за перепроизводства на фоне снижения доходности и устойчивости сельхозпроизводителей. И, как следствие, рынок не реализует свой потребительский потенциал, что негативно отражается на возможностях и темпах увеличения объемов сельскохозяйственного производства,

особенно в разрезе экологичной и качественной продукции ввиду ее высокой стоимости. Поэтому сегодня важнейшим направлением становится переход от простого импортозамещения к экспортной ориентации, что позволит достичь качественного роста в агропромышленном комплексе РФ.

### Выводы и рекомендации

Проблема бедности в России и сегодня не теряет своей актуальности, о чем свидетельствует высокая доля населения, находящегося за чертой бедности. При этом стоимостной объем производства сельскохозяйственной продукции в стране, хоть и варьирует волнообразно в последние 5 лет, все же имеет общую положительную динамику, достигнув к 2019 г. 5,8 трлн руб. Оценка данных в разрезе регионов страны, специализирующихся на аграрном производстве, показала, что между уровнем бедности и объемом производства сельскохозяйственной продукции отсутствует взаимозависимость, поскольку в аграрных житницах страны доля бедного населения является достаточно высокой, в то время как в других, где сельское хозяйство не является ведущей отраслью, напротив, низкой. Следовательно, можно говорить о том, что уровень социальной напряженности определяется совокупностью факторов социально-экономического развития конкретной территории и не находится в прямой зависимости от развития сельскохозяйственного производства.





В то же время и развитие сельского хозяйства в регионах не оказывает существенного влияния на уровень жизни их населения. Вместе с тем необходимо отметить, что повышение доходов и уровня жизни населения должно способствовать росту платежеспособного спроса, в том числе и на внутреннем продовольственном рынке, однако, по нашему мнению, это не окажет значительного влияния на продовольственный потенциал ввиду его ограниченности.

#### Литература

- Zyukin, D., Svyatova, O., Soloshenko, R. (2016). Conditions and perspectives of Russian sugar market development. *Economic annals*, no. 161 (9-10), pp. 47-50.
- Соловьева Т.Н., Пожидаева Н.А., Зюкин Д.А. Государственное регулирование и импортозамещение

продовольственной продукции: проблемы и решения // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 11. С. 17-20.

3. Решетникова Е.Г. Повышение реальных доходов населения как фактор экономической доступности продовольствия // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2019. № 3. С. 22-26.

4. Шелковников С.А., Шаравина Е.В., Кузнецова И.Г., Петухова М.С. Макроэкономическая оценка влияния человеческого капитала сельскохозяйственной отрасли на экономический рост в постиндустриальной экономике // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. № 2. С. 114-122.

5. Семькин В.А., Соловьева Т.Н., Сафронов В.В., Терехов В.П. Пути повышения эффективности депрессивной экономики // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 58-62.

6. Алтухов А.И., Семенова Е.И. Молочное скотоводство России: экономические проблемы и пути их реше-

ния // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. С. 33-38.

7. Алтухов А.И., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Сырьевая база молочной промышленности: ресурсные ограничения и основные приоритеты развития // Переработка молока. 2019. № 11 (241). С. 68-69.

8. Zyukin, D., Svyatova, O., Zolotareva, E., Bystritskaya, A., Alyokhina, A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product subcomplex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of Russian grain export. *Amazonia Investiga*, no. 9 (25), pp. 461-470.

9. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of Russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346-355.

10. Регионы России. Социально-экономические показатели. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 07.04.2021 г.).

#### Об авторах:

**Соловьева Татьяна Николаевна**, кандидат экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и финансов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7992-3542>, [solovyeva.kgsha@gmail.com](mailto:solovyeva.kgsha@gmail.com)

**Зюкин Данил Алексеевич**, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского центра, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, [nightingale46@rambler.ru](mailto:nightingale46@rambler.ru)

## POPULATION POVERTY AS AN OBSTACLE TO THE DEVELOPMENT OF AGRI-FOOD PRODUCTION IN RUSSIA

T.N. Solovyova, D.A. Zyukin

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

The article examines the features of the development of agri-food markets in the Russian Federation in the context of the impact of the poverty level on agricultural production and food potential in the regions of the Russian Federation, identifies the prevailing trends and their causes. The study assesses general Russian trends, and also compares the current poverty level of the population with the volume of agricultural products produced by 2019 with the period after the introduction of the food embargo in the context of the country's agricultural regions. For the purposes of the study, data on agricultural production were brought to a comparable level using consumer price indices. Using the correct methodology of correlation and regression analysis for the period 2015-2019 the coefficient of pair correlation between the studied indicators was calculated in order to determine the nature and tightness of the stochastic relationship. An assessment of the situation in the context of agro-oriented regions revealed that there is no significant relationship between the level of poverty and the volume of agricultural production in the country, which is confirmed by the nature of the dynamics of indicators in the period under study. At the same time, the lowest poverty level is noted in Tatarstan, Moscow and Belgorod regions, and the highest — in the Kabardino-Balkarian Republic, Mordovia and Crimea. In turn, the volume of agricultural production in the regions with the lowest poverty level is not the highest. The leader in terms of agricultural production is the Krasnodar Territory, where over the past 5 years the indicator has grown to 417.2 billion rubles. However, the share of the poor in this constituent entity of the Russian Federation is quite high and amounts to slightly less than 11%, as a result of which it takes 10th place. There is no interdependence between the level of poverty and the volume of agricultural production, since in the country's agricultural granaries the share of the poor is quite high, while in others, where agriculture is not the leading industry, on the contrary, it is low. Consequently, we can say that the level of social tension is determined by a combination of factors of socio-economic development of a particular territory and is not directly dependent on the development of agricultural production.

**Keywords:** agriculture, agricultural production, agri-food markets, standard of living, share of the poor.

#### References

- Zyukin, D., Svyatova, O., Soloshenko, R. (2016). Conditions and perspectives of Russian sugar market development. *Economic annals*, no. 161 (9-10), pp. 47-50.
- Solovyeva, T.N., Pozhidaeva, N.A., Zyukin, D.A. (2016). Gosudarstvennoe regulirovanie i importozameshchenie prodovol'stvennoi produktsii: problemy i resheniya [State regulation and import substitution of food products: problems and solutions]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 11, pp. 17-20.
- Reshetnikova, E.G. (2019). Povyshenie real'nykh dokhodov naseleniya kak faktor ehkonomicheskoi dostupnosti prodovol'stviya [Increase in real incomes of the population as a factor in the economic availability of food]. *Regional'nye agrosistemy: ehkonomika i sotsiologiya* [Regional agrosystems: economics and sociology], no. 3, pp. 22-26.
- Shelkovnikov, S.A., Sharavina, E.V., Kuznetsova, I.G., Petukhova, M.S. (2020). Makroehkonomicheskaya otsenka vliyaniya chelovecheskogo kapitala sel'skokhozyaystvennoi

otrasli na ehkonomicheskii rost v postindustrial'noi ehkonomie [Macroeconomic assessment of the impact of human capital in the agricultural sector on economic growth in the post-industrial economy]. *Vestnik Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Transbaikalian state university journal], no. 2, pp. 114-122.

5. Semykin, V.A., Solovyeva, T.N., Safronov, V.V., Terехov, V.P. (2017). Puti povysheniya ehffektivnosti depressivnoi ehkonomiki [Ways to improve the efficiency of a depressed economy]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 3, pp. 58-62.

6. Altukhov, A.I., Semenova, E.I. (2019). Molochnoe skotovodstvo Rossii: ehkonomicheskie problemy i puti ikh resheniya [Dairy cattle breeding in Russia: economic problems and ways to solve them]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 2, pp. 33-38.

7. Altukhov, A.I., Seregin, S.N., Sysoev, G.V. (2019). Syrevaya baza molochnoi promyshlennosti: resursnye ogranicheniya i osnovnye priorityety razvitiya [Raw material

base of the dairy industry: resource constraints and main development priorities]. *Pererabotka moloka* [Milk processing], no. 11 (241), pp. 68-69.

8. Zyukin, D., Svyatova, O., Zolotareva, E., Bystritskaya, A., Alyokhina, A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product subcomplex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of Russian grain export. *Amazonia Investiga*, no. 9 (25), pp. 461-470.

9. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of Russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346-355.

10. Regiony Rossii. Sotsial'no-ehkonomicheskie pokazateli. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [The regions of Russia. Socio-economic indicators. Federal state statistics service]. Available at: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (accessed: 07.04.2021).

#### About the authors:

**Tatyana N. Solovyova**, candidate of economic sciences, professor of the department of accounting and finance, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7992-3542>, [solovyeva.kgsha@gmail.com](mailto:solovyeva.kgsha@gmail.com)

**Danil A. Zyukin**, candidate of economic sciences, senior researcher of the Research Center, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, [nightingale46@rambler.ru](mailto:nightingale46@rambler.ru)





## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ СВИНОВОДСТВА В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Никитин, О.Ю. Анциферова, Е.А. Мягкова

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»,  
г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия

В статье рассматривается развитие свиноводства в Тамбовской области в современных условиях с учетом сложившейся ситуации в стране и регионе. Дан анализ роста производственных мощностей в отрасли за счет ввода новых и модернизации имеющихся, что положительно отразилось на увеличении объемов производства свинины. Это позволило региону войти в тройку лидеров в общем рейтинге производителей этой продукции по России. Основной акцент сделан на крупных свиноводческих предприятиях, которые являются эффективными производителями продукции свиноводства, так как их потенциал позволяет создавать производство полного цикла и реализовывать инвестиционные проекты. Отмечено, что сокращение поголовья животных в малых формах хозяйствования связано со сложностью освоения современных технологий и их низкой конкурентоспособностью. Указано, что уровень развития свиноводства в Тамбовской области позволяет обеспечить население региона в этом виде продукции. Отмечается, что одним из направлений дальнейшего развития отрасли является экспорт. Результаты исследования рекомендуется учитывать при формировании программ и направлений совершенствования отрасли свиноводства.

**Ключевые слова:** свиноводство, поголовье, технология, ресурсы, внутренний рынок, экспорт, инвестиции, региональные проекты.

### Введение

Удовлетворение потребностей населения в продуктах питания высокого качества и обеспечение перерабатывающих предприятий сырьем является основной задачей аграрного сектора экономики. В решении данной проблемы особое место отведено свиноводству, как отрасли с наибольшей скороспелостью животных.

В последние годы наблюдается стабильный рост производственных показателей в отрасли свиноводства, что обуславливает необходимость поиска путей совершенствования и дальнейшего развития этой отрасли.

### Методы исследования

В процессе исследования применялись такие методы, как монографический, абстрактно-логический, экономико-статистический и другие. Объект исследования — организации Тамбовской области, занимающиеся выращиванием и откормом свиней.

### Результаты исследования

В развитии отечественного свиноводства за последние двадцать лет наблюдаются позитивные тенденции. Одним из факторов, оказавшим положительное влияние на рост производства в отрасли свиноводства, стал приоритетный национальный проект «Развитие АПК», в последующем трансформированный в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (на период 2008-2012 гг. и на период 2013-2020 гг.). В рамках принятых программ Правительством Российской Федерации в Тамбовской области с целью поддержки и развития отрасли свиноводства была принята Ведомственная целевая программа «Региональная экономически значимая программа ускоренного развития свиноводства в Тамбовской области». Основными задачами Программы стало: создание новых мощностей товарного производства свинины, работающих по замкнутому циклу; обогащение кормового рациона свиней сбалансированными высокоэффективными кормами в целях получения высококачественной свинины [5].

Государственная поддержка, предусмотренная этими программами, позволила организациям аграрного сектора экономики в Тамбовской области, в том числе крупным аграрным холдингам, существенно обновить производственные мощности, освоить новые технологии содержания и кормления животных (рис. 1).

По итогам 2020 г. в Тамбовской области увеличилось производство мяса на 11%. Область в рейтинге регионов России занимает третье место по производству этой продукции (в 2017 г. область была на шестом месте, в 2018 г. — на пятом месте). В общероссийском производстве доля мяса, произведенного в регионе, составляет четыре процента. Второе место в производстве мяса в области занимает свинина (44% от общего производства). По оценкам Министерства сельского хозяйства России Тамбовская область входит в числе основных производителей этого вида продукции животноводства в стране [6].

Свиноводство в регионе представлено малыми формами хозяйствования — хозяйства населения, крестьянские (фермерские) хозяйства, которые ориентированы в основном на местный и региональный рынок. Основными производителями являются крупные организации, поставки которых нацелены как на региональный рынок, так и на рынки других регионов (табл. 1). В 2010 г. удельный вес свиней в сельскохозяйственных организациях составлял 51,1% от общего поголовья в регионе. За десять лет этот показатель вырос в 9 раз. При этом наблюдает-

ся снижение животных в хозяйствах населения, крестьянских хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей [7]. Причинами сокращения поголовья в этой категории хозяйств являются:

- сложность создания замкнутого цикла производства (от получения поросят до производства кормов), а это является одним из главных условий выживания предприятий в современных условиях;
- низкая конкурентоспособность;
- нарастающая опасность распространения африканской чумы свиней.

К крупным производителям в отрасли свиноводства в Тамбовской области относятся ООО «Тамбовский бекон», ООО «Черкизово-Свиноводство», ООО «РАСК», ООО «Центральное» и ООО «Золотая Нива».

ООО «Тамбовский бекон» и ООО «Черкизово-Свиноводство» входят в состав вертикально-интегрированных холдингов ГК «РусАгро» и ГК «Черкизово» (по данным Национального союза свиноводов эти организации входят с числом двадцати крупнейших производителей свинины и занимают третье и четвертое место соответственно), на долю которых приходится по 6,3% от общего производства свинины в России [1].

Предприятиями, занимающимися выращиванием и откормом свиней в области, в 2020 г. произведено 258,7 тыс. тонн мяса, что на 18% больше, чем в 2017 г. (рис. 2). Снижение показателей в 2018 г. было вызвано тем, что в ООО «Черкизово-Свиноводство» производилась полная замена поголовья на более продуктивную породу.

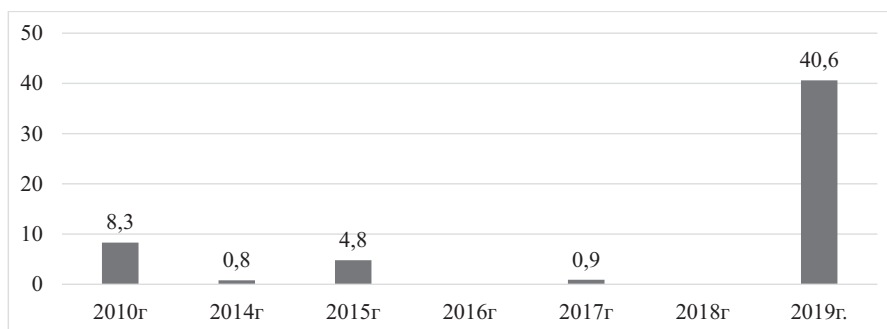


Рис. 1. Ввод в действие отдельных производственных мощностей в свиноводстве, тыс. мест



Поголовье свиней по категориям хозяйств в Тамбовской области, (на конец года; тыс. гол.)

	2010г.	2014г.	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.	2019г.	2019г. в % к 2010г.	2019г. в % к 2018г.
Хозяйства всех категорий	259,8	808,7	907,9	991,2	986,2	947,9	1249,6	в 4,8 раза	131,8
в т.ч.									
сельскохозяйственные организации	132,8	745,1	853,1	935,7	926,6	895,6	1200,7	в 9 раз	134,1
хозяйства населения	115,3	61,0	52,8	54,3	58,2	51,6	48,3	41,9	93,6
крестьянские хозяйства и индивидуальные предприниматели	11,7	2,6	2,0	1,2	1,4	0,7	0,6	51,2	85,7

Одной из крупных организаций в отрасли свиноводства региона является ООО «Тамбовский бекон», который произвел 186 тыс. тонн.

В организации ООО «Тамбовский бекон» создано более 4100 рабочих мест. Подразделения общества расположены в Жердевском, Знаменском и Сампурском районах. Предприятие начало свое развитие с 2010 г. За прошедший период построено 7 свиноводческих комплексов, каждый на 4800 свиноматок, 2 фермы для получения и выращивания племенных животных, 2 помещения для содержания хряков-производителей. В целях создания замкнутого цикла производства в организации открыто крупнейшее в Центральном Федеральном округе убойное и мясоперерабатывающее производство, мощность которого составляет 1950 тыс. голов в год, функционирует комбикормовый завод и зернохранилище. Поголовье животных достигает 580 тыс. голов [2].

Подразделения ООО «Черкизово-Свиноводство» располагаются в Бондарском и Гавриловском районах, на них размещено 216,5 тыс. свиной, производится более 50 тыс. тонн мяса.

С 2012 года в Рассказовском районе в двух подразделениях ООО «РАСК» реализуется инвестиционный проект с участием датских компаний, общая сумма которого составила 2 430 млн руб.. Это позволило открыть репродуктор на 4800 свиноматок, цеха доращивания и откорма, комбикормовый завод, создать 236 рабочих мест. В хозяйстве содержится более 82 тыс. голов свиней. В организации нет полного цикла производства свинины, поэтому выращенных животных отправляют на убойные пункты перерабатывающих предприятий соседних областей. В 2020 г. объем производства составил около 15 тыс. тонн мяса [3].

В начале 2019 года ООО «РАСК» получило новый этап в развитии. В конце 2018 г. администрацией Тамбовской области было заключено соглашение с датской компанией «Гудвэлли» о реализации инвестиционного проекта, общая стоимость которого более 3,0 млрд руб. Этот проект предусматривает строительство высокотехнологичного свиноводческого комплекса полного цикла [4]. В состав предприятия войдут товарный репродуктор на 5000 свиноматок, площадки по доращиванию и откорму животных, мощность которых составит 18 тыс. тонн. Будет создано 150 новых рабочих мест.

В 2011 г. в ООО «Золотая нива» Знаменского района был реализован инвестиционный проект, который позволил открыть новый комплекс, увеличить поголовье животных почти до 10 тыс. свиной, а производство мяса выросло до 2 тыс. тонн.

Более десяти лет на территории Тамбовской области успешно функционирует ООО «Центральное», которое располагается в Никифоровском районе. Общая мощность цехов по доращиванию и откорму составляет более 30 тыс. голов [6].

Развитие свиноводства невозможно без формирования современной племенной базы. В регионе ведется большая работа в этом направлении. Сегодня в племенных предприятиях региона содержится более 43,5 тыс. голов племенных животных.

Одним из критериев оценки эффективного функционирования свиноводства является реализации продукции этой отрасли. Окончательный размер цен на продукцию свиноводства находится под влиянием большого количества факторов, основными из которых являются такие, как динамика цен на внешнем и внутреннем рынке, динамика цен на корма, общая ситуация на продовольственном рынке [8]. Конечная цена на продукцию напрямую зависит от затрат на ее производство. Пятьдесят процентов общих затрат в отрасли свиноводства приходится на корма. Поэтому конечная цена на продукцию в этой отрасли зависит от цены на зерно и комбикор-

ма, основным компонентом которого является зерно (до 70%). Поэтому развитие свиноводства напрямую зависит от развития регионального рынка комбикормов (рис. 3).

Результатом поддержки товаропроизводителей продукции свиноводства через реализацию целевых программ развития отрасли и привлечения инвестиций стало обеспечение жителей Тамбовской области свининой. Если норма потребления этой продукции на душу населения составляет 18 кг, то в регионе ее производится 193 кг в год на человека. Но производители ориентируются не только на внутренний рынок. Регион реализует продукцию и на внешний рынок [5].

В рамках реализации регионального проекта «Экспорт продукции АПК» национального проекта «Международная кооперация и экспорт» тамбовское мясо поставляется в 11 стран мира. Основными странами-импортерами мяса в 2020 г. стали Украина, Белоруссия, Вьетнам, Китай, Гонконг,

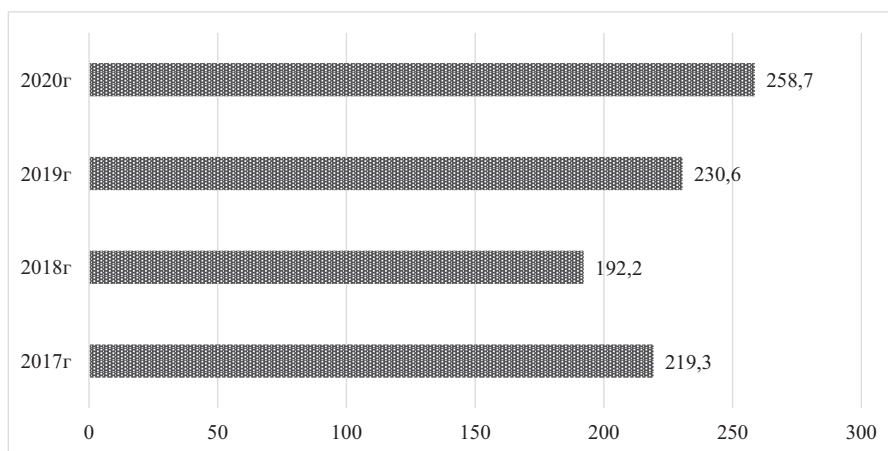


Рис. 2. Произведено (выращено) свиней в живом весе всего, тонн

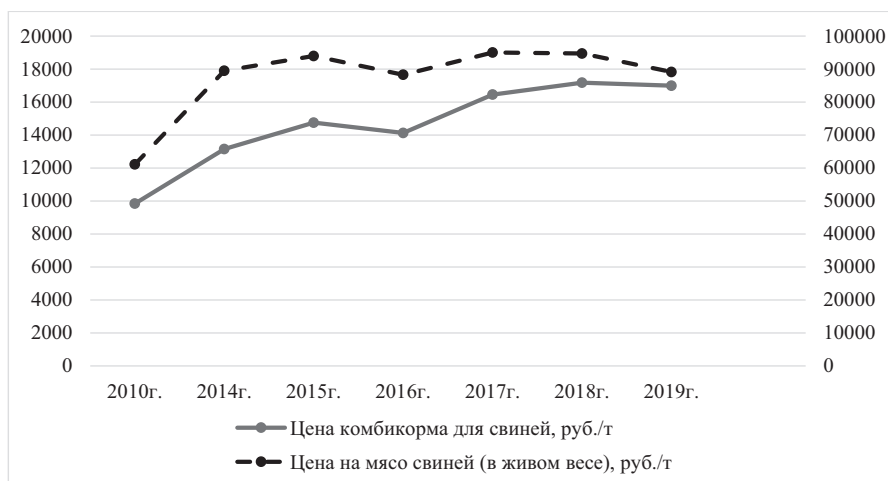


Рис. 3. Средние цены производителей на мясо свиней и комбикорма в Тамбовской области



Таджикистан. Общий объем реализации мяса свинины в эти страны за январь-ноябрь 2020 г. составил 43 млн долларов США, что в 2,5 раза больше этого же периода 2019 г. Росту объемов экспорта способствует такая мера поддержки, как кредитование по льготной ставке. В целом по экспорту продовольствия и сырья в 2020 г. Тамбовская область вошла в пятерку регионов-лидеров по Центральному Федеральному округу.

### Выводы

Регион оказывает предприятиям, занимающимся производством продукции свиноводства, поддержку, что позволяет создавать новые рабочие места, увеличивать налоговые поступления и развитие территории в целом. В перспективе производителями планируется наращивание производственных мощностей за счет реализации инвестиционных проектов, увеличения объемов экспорта и повышения конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке.

Об авторах:

**Никитин Александр Валерьевич**, доктор экономических наук, профессор кафедры управления и делового администрирования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1701-6909>

**Анциферова Ольга Юрьевна**, доктор экономических наук, профессор, директор института экономики и управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0214-8792>, [anciferova-olga-70@mail.ru](mailto:anciferova-olga-70@mail.ru)

**Мягкова Екатерина Анатольевна**, кандидат экономических наук, доцент, заместитель директора института экономики и управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4437-9035>, [eam24@rambler.ru](mailto:eam24@rambler.ru)

### Литература

1. Анциферова О.Ю., Колупаев В.В., Селянко Д.В. Устойчивое развитие агропромышленного комплекса в условиях пандемической реальности: современные аспекты и риски. В сборнике: Новая парадигма устойчивого развития территориально-отраслевых систем в условиях цифровизации. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 12-18.

2. Анциферова О.Ю., Петрова Л.М., Колупаев С.В., Селянко Д.В. Влияние налогообложения малого и среднего бизнеса на рисковость ведения сельскохозяйственной деятельности. В сборнике: Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Мичуринск, 2020. С. 223-227.

3. Анциферова О.Ю., Мягкова Е.А. Формирование стратегии инновационно-инвестиционного развития сельскохозяйственных организаций. В сборнике: Состояние и перспективы развития АПК. Сборник статей VII Международной научно-практической конференции кафедры «Организация и информатизация производства». 2019. С. 31-35.

4. Акиндинов В.В., Мягкова Е.А., Мягков В.В. Анализ экономического развития аграрного производства тамбовской области. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий (III Шаляпинские чтения). Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Мичуринск-научград РФ. 2020. С. 15-18.

5. Никитин А.В. Выступление главы администрации тамбовской области доктора экономических наук А.В. Никитина // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 5. С. 543-544.

6. Никитин А.В. Результаты деятельности АПК Тамбовской области и роль науки в их достижении // Никоновские чтения. 2019. № 24. С. 409-413.

7. Никитин А.В. Региональная экономика: реалии и перспективы развития тамбовской области // Научные труды Волевого экономического общества России. 2017. Т. 208. № 6. С. 165-181.

8. Шаляпина И.П., Мягкова Е.А. Экономическая оценка системы планирования на предприятии. В сборнике: 21 век: фундаментальная наука и технологии. Материалы V международной научно-практической конференции. 2014. С. 244-247.

## THE CURRENT STATE OF THE PIG INDUSTRY IN THE TAMBOV REGION

**A.V. Nikitin, O.Yu. Antsiferova, E.A. Myagkova**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsk State Agrarian University», Michurinsk, Tambov region, Russia

The article examines the development of pig breeding in the Tambov region in modern conditions, taking into account the current situation in the country and the region. The analysis of the growth of production capacities in the industry due to the introduction of new and modernization of existing ones, which had a positive effect on the increase in pork production volumes. This allowed the region to enter the top three in the overall rating of manufacturers of these products in Russia. The main emphasis is placed on large pig-breeding enterprises, which are efficient producers of pig-breeding products, since their potential allows creating full-cycle production and implementing investment projects. It is noted that the reduction in the number of animals in small forms of farming is associated with the complexity of the development of modern technologies and their low competitiveness. It is indicated that the level of development of pig breeding in the Tambov region makes it possible to provide the population of the region with this type of product. It is noted that one of the directions for the further development of the industry is export. The research results are recommended to be taken into account when developing programs and directions for improving the pig breeding industry.

**Keywords:** pig breeding, livestock, technology, resources, domestic market, export, investments, regional projects.

### References

1. Antsiferova O.YU., Kolupaev V.V., Selyanko D.V. (2020). Ustoichivoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh pandemicheskoi real'nosti: sovremennye aspekty i riski [Sustainable development of the agro-industrial complex in a pandemic reality: modern aspects and risks]. V sbornike: Novaya paradigma ustoichivogo razvitiya territorial'no-otraslevykh sistem v usloviyakh tsifrovizatsii. Materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, pp. 12-18.

2. Antsiferova O.YU., Petrova L.M., Kolupaev S.V., Selyanko D.V. (2020). Vliyanie nalogooblozheniya malogo i srednego biznesa na riskovost' vedeniya sel'skokhozyaistvennoi deyatelnosti [Impact of taxation of small and medium-sized businesses on the riskiness of agricultural activities]. V sbornike: Innovatsionnye podkhody k razrabotke tekhnologii proizvodstva, khraneniya i pererabotki produktov rasteniyevodcheskogo klastera. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Michurinsk, pp. 223-227.

3. Antsiferova O.YU., Myagkova E.A. (2019). Formirovanie strategii innovatsionno-investitsionnogo razvitiya sel'skokhozyaistvennykh organizatsii [Formation of a strategy for innovative and investment development of agricultural organizations]. V sbornike: Sostoyanie i perspektivy razvitiya APK. Sbornik statei VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii kafedry «Organizatsiya i informatsiya proizvodstva», pp. 31-35.

4. Akindinov V.V., Myagkova E.A., Myagkov V.B. (2020). Analiz ehkonomicheskogo razvitiya agrarnogo proizvodstva tambovskoi oblasti [Analysis of the economic development of agricultural production in the Tambov region]. V sbornike: Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya sel'skogo khozyaistva i sel'skikh territorii (III Shalyapinskie chteniya). Materialy Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii. Michurinsk-naukograd RF, pp. 15-18.

5. Nikitin A.V. (2019). Vystuplenie glavy administratsii tambovskoi oblasti doktora ehkonomicheskikh nauk A.V. Nikitina [Speech by the head of the administration of the Tambov region, Doctor of Economics A.V. Nikitina]. Vestnik Rossiiskoi akademii nauk, vol. 89, no 5, pp. 543-544.

6. Nikitin A.V. (2019). Rezul'taty deyatelnosti APK tambovskoi oblasti i rol' nauki v ikh dostizhenii [The results of the agro-industrial complex of the Tambov region and the role of science in their achievement]. Nikonovskie chteniya, no 24, pp. 409-413.

7. Nikitin A.V. (2017). Regional'naya ehkonomika: realii i perspektivy razvitiya tambovskoi oblasti [Regional economy: realities and development prospects of the Tambov region]. Nauchnye trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obshchestva Rossii, vol. 208, no 6, pp. 165-181.

8. Shalyapina I.P., Myagkova E.A. (2014). Ehkonomicheskaya otsenka sistemy planirovaniya na predpriyatii [Economic assessment of the planning system in the enterprise]. V sbornike: 21 vek: fundamental'naya nauka i tekhnologii. Materialy V mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, pp. 244-247.

About the authors:

**Alexander V. Nikitin**, doctor of economics, professor of the department of management and business administration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1701-6909>

**Olga Yu. Antsiferova**, doctor of economics, professor, director of the institute of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0214-8792>, [anciferova-olga-70@mail.ru](mailto:anciferova-olga-70@mail.ru)

**Ekatereina A. Myagkova**, candidate of economic sciences, associate professor, deputy director of the institute of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4437-9035>, [eam24@rambler.ru](mailto:eam24@rambler.ru)

[eam24@rambler.ru](mailto:eam24@rambler.ru)







# ВОССТАНОВЛЕНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДОТРАСЛИ КОНОПЛЕВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Работа выполнена в рамках Государственного задания  
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ 0477-2019-0021)

**И.В. Кабунина**

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

В статье рассматривается состояние подотрасли коноплеводства в Пензенской области. Цель данного исследования заключается в выявлении способов повышения эффективности выращивания промышленной конопли и переработки коноплепродукции в регионе на основе активизации инновационных процессов. Методологической основой исследований служили труды отечественных ученых, статистические данные, инновационные разработки научно-исследовательских организаций. В исследовании определены перспективные направления производства продукции из конопли, показана динамика результатов подотрасли коноплеводства с 2010 г. На данный момент Пензенская область занимает 2 место в России по посевным площадям, занятым коноплей. Доля посевов конопли в Пензенской области в общих посевах по стране составляет 37-43%. В развитии инновационных процессов в коноплеводстве региона и страны важную роль играют разработки Пензенского НИИСХ. Наиболее весомый вклад в развитие коноплеводства Пензенской области вносит ООО «Коноплекс Пенза», занимающееся выращиванием и переработкой промышленной конопли. Выявлено, что в регионе и стране особенно остро стоит вопрос механизации уборки культуры. Из-за недостатка современной техники для уборки конопли используются зерноуборочные комбайны с самостоятельными техническими доработками.

**Ключевые слова:** коноплеводство, селекция, семеноводство, агротехнологии, переработка коноплепродукции.

## Введение

Конопля посевная — культура с огромным производственным и потребительским потенциалом. Благодаря уникальным биологическим и технологическим свойствам растения, направления ее использования с каждым годом расширяются. В России конопля традиционно выращивалась для получения волокна и конопляного масла.

Сегодня из обрубленных семян производят сладости, макароны, каши быстрого приготовления, конопляное молоко, энергетические батончики, протеин, делают смузи, салатные заправки, выпекают хлеб на закваске из конопляной муки.

Волокно из конопли — самое прочное растительное волокно на Земле. Из конопляного волокна, помимо пеньки, канатов, грубого полотна, изготавливают высококачественную одежду, обувь, белье. Износостойкость такой одежды и обуви в несколько раз выше, чем из других тканей. Ткань из конопли гипоаллергенна, лучше впитывает влагу, одежда из нее не теряет форму в процессе носки, а становится лишь мягче и удобней.

Конопляное сырье используется для производства изоляционных и биокomпозитных материалов, в ракето-, авиа- и автомобилестроении.

На основе конопляной костры производят строительные плиты, уплотнители, утеплители, гранулы для дорожного строительства, плиты для изготовления мебели. Костра может впитывать влагу до 4 раз больше, чем ее собственный вес.

Сухая биомасса конопли идет на изготовление брикетов и пеллет, которые по своим теплотворным свойствам вдвое превосходят древесину.

На основе целлюлозы, получаемой из конопли, производят высококачественную тонкую бумагу, пластик, композитные материалы. Ее используют в военно-промышленном комплексе при изготовлении отдельных компонентов взрывчатых веществ. По подсчетам специалистов, 1 га конопли может заменить 4 га леса. Учитывая, что конопля — ресурс, ежегодно вос-

становливаемый, значение ее для экологии просто бесценно.

Все большее распространение получает возделывание конопли на медицинские цели, как источник ценнейшего фармакологического сырья — каннабидиола (КБД). На основе КБД создан новый класс лекарственных препаратов для эффективной медикаментозной профилактики и лечения широкого спектра заболеваний [1].

Таким образом, коноплю можно уверенно назвать стратегической культурой XXI века.

## Цель исследований

Цель проведенных исследований заключается в выявлении способов повышения эффективности подотрасли коноплеводства в регионе на основе активизации инновационных процессов. Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- провести анализ деятельности подотрасли коноплеводства Пензенской области, определить его долю в масштабе страны;
- определить основные направления модернизации коноплеводства;
- выявить негативные факторы, сдерживающие развитие подотрасли.

## Теоретическая и методологическая основа исследований

Теоретической и методологической основой исследований служила совокупность методов: анализ и синтез, сравнительный анализ, монографический, абстрактно-логический.

## Результаты исследований и их обсуждение

Несмотря на потенциально важную роль коноплеводства для экономики как страны в целом, так и отдельно взятого региона, промышленную коноплю пока нельзя назвать культурой, популярной в России.

В Пензенской области коноплей занимались издавна. Длительными исследованиями

установлено, что для нормального роста и развития конопли в Пензенской области требуется от 2050 до 2200°C в сумме за период вегетации [2]. В условиях Пензенской области в 2018 г. в целом за вегетацию сумма активных температур составила 2116°C при 63 мм осадков (37% от среднегодовых значений). Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,30, что в целом характеризует вегетационный период как острозасушливый. В 2019 г. за вегетацию сумма активных температур составила около 1950°C при 120 мм осадков (71% от среднегодовых значений). Показатель ГТК (0,62) в целом характеризует период вегетации конопли посевной как засушливый. Более благоприятным был 2020 г., в целом за вегетацию сумма активных температур составила 2078,0°C при 203,9 мм осадков, ГТК за период от всходов до массового созревания семян составил 0,86.

Конопля хорошо растет на почвах заливных пойм, окультуренных торфяниках, из полевых почв для нее пригодны все, за исключением тяжелых суглинистых и сильнопесчаных. Пензенская область расположена на территории лесостепи. Площади, представленные черноземами, составляют 67,5%, на долю серых лесных почв приходится 14,5%, черноземно-луговые и луговые, близкие по своему природному плодородию к черноземным, занимают 3,1%, на потенциально богатые пойменные почвы приходится 4,3%.

Таким образом, почвенно-климатические условия региона являются благоприятными для возделывания конопли посевной среднерусского экотипа.

До второй половины XX века Россия по выращиванию конопли занимала одно из лидирующих мест. В 1928 г. площадь ее посева составила 966 тыс. га и вывело страну на первое место в мире. СССР был самым известным поставщиком морских канатов, конопляное масло и пенька занимали верхние строчки в списке экспортной продукции. То же самое относится и к возделыванию конопли в Пензенской области.



Так, в 1953 г. только в колхозе им. К. Маркса Голицынского района было 114 га посевов конопли, в колхозе им. Сталина Лунинского района — 110 га, в колхозе им. Ленина Лунинского района — 340 га.

Культивирование конопли посевной стало существенно сокращаться с начала 1960-х годов. Прямыми и косвенными причинами стали высокая трудоемкость возделывания культуры, низкие закупочные цены, крайне ограниченный ассортимент производимых изделий, что, в свою очередь, было обусловлено отсутствием высокотехнологичных сельхозмашин, оборудования и технологий для вторичной и глубокой переработки сырья.

Важную негативную роль сыграло и то, что по своей естественной природе конопля содержит наркотические вещества — тетрагидроканнабиол (ТГК). После принятия Конвенции 1961 года по борьбе с наркотическими средствами техническая (или промышленная) конопля была запрещена к выращиванию во всем мире [2]. В результате произошло почти полное вытеснение конопли из сельскохозяйственного оборота. То, что кризис подотрасли по времени совпал с распадом СССР и общим кризисом экономики страны в 1990-е годы ситуацию только усугубило: в этот период активно деградировала системная инфраструктура отрасли — предприятия, производящие специализированную сельхозтехнику и оборудование для переработки, разрушилась сеть конопле-семенных станций, пенькозаводов, были потеряны производственные и научные кадры. Экономика страны, фактически, лишилась источников сырья для производства целого ряда стратегически важных изделий и продуктов для многих отраслей экономики, без которых эффективное и сбалансированное ее развитие оказалось затруднительным.

Возникла актуальная государственная задача возрождения отечественного коноплеводства на основе возделывания сортов, не обладающих наркотической активностью. В качестве первоочередных мер был принят ряд законодательных актов.

Федеральным законом от 1998 г. «О наркотических средствах и психотропных веществах» № 3-ФЗ, ч. 4 ст. 18 было разрешено культивировать определенные сорта наркосодержащих растений в промышленных целях (за исключением производства и изготовления наркотических средств и психотропных веществ) [3].

Постановлением Правительства РФ от 20 июля 2007 г. № 460 сельхозпредприятиям и аккредитованным научным учреждениям были разрешены к выращиванию для нужд текстильной и легкой промышленности безнаркотические сорта конопли, включенные в Государственный реестр селекционных достижений. В документе оговорено, что посевные семена должны быть выше третьей репродукции, сеять

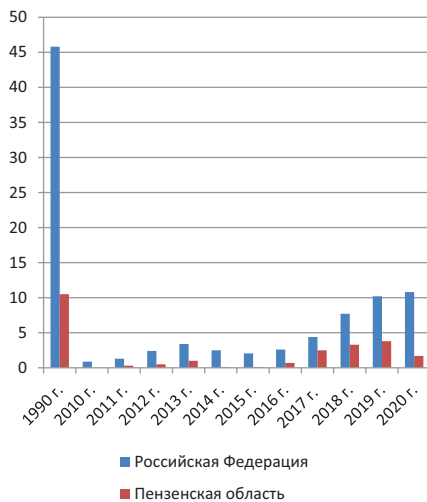


Рис. Посевные площади конопли, тыс. га

семена конопли четвертой и последующих репродукций для промышленного использования запрещено [4].

Принятие данных законодательных актов способствовало постепенному расширению посевных площадей под культурой конопли (рис.). Из рисунка видно, что доля посевов конопли в Пензенской области в общих посевах по РФ в отдельные годы значительная: в 1990 г. она составила 23%, в 2017 г. — 57, в 2018 г. — 43, в 2019 г. — 37%. Прекращение импорта хлопкового сырья, а также создание отечественных технологий по переработке волокна конопли для широкого спектра нужд текстильной, медицинской и военной промышленности стимулирует дальнейший рост посевных площадей в ближайшее время.

Урожайность пеньковолокна как в России, так и в Пензенской области сильно варьирует и держится на низком уровне, так в 2017-2020 гг. средняя урожайность составила 4,2 и 3,3 ц/га соответственно (табл. 1), хотя опыт передовых хозяйств свидетельствует, что средняя урожайность волокна — 7-8 ц/га, высокая — 12-15 ц/га. По прогнозу Минсельхоза России, урожайность пеньковолокна в стране к 2025 г. достигнет 8,5 ц/га.

Объемы валового сбора пеньковолокна тоже оставляют желать лучшего. В 2019 г. в России собрано всего 2,45 тыс. т волокна (табл. 2), а во Франции, например, более 50 тыс. т.

Основными факторами, благоприятными для развития коноплеводства в Пензенской области можно считать наличие:

- свободных ресурсов залежных земель для ввода в сельскохозяйственный оборот;
- научного потенциала и разработок ОП Пензенский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК — сортов конопли среднерусского экотипа, адаптированных к условиям региона; оптимизированных приемов и технологий возделывания,

- базы оригинального семеноводства культуры; оригинальных семян новых сортов;
- семеноводческого предприятия (ООО «Коноплекс Пенза»);
- предприятия по переработке маслосемян конопли (ГК «Коноплекс»);
- начатой работы по организации производства глубокой переработки волокон лубяных культур (ГК «Коноплекс»);
- образовательного учреждения — Пензенского ГАУ для подготовки квалифицированных кадров.

В 2020 г. на территории Пензенской области выращиванием конопли занимались 8 сельскохозяйственных предприятий, самое крупное из которых ООО «Коноплекс Пенза» (табл. 3).

Увеличить посевы конопли возможно и нужно за счет вовлечения в хозяйственный оборот неиспользуемых земель. Как видно из данных таблицы 4, доля залежных земель в структуре сельскохозяйственных угодий Пензенской области на протяжении последнего десятилетия остается практически неизменной — около 5% и составляет 153 тыс. га.

На территории области находится крайне важное для эффективного научного обеспечения подотрасли, как региона, так и всей страны, научное учреждение — Пензенский НИИСХ, в 2018 г. вошедший в состав Федерального научного центра лубяных культур и ставший его обособленным подразделением (ОП).

Селекционная работа с коноплей на Пензенской земле была начата еще в 1928 г. со сравнительной оценки местных кражей этой культуры. Селекционерами М.Ф. Канискиным и В.С. Коровиным был создан сорт конопли Южный созревающий, который был районирован в области в 1938-1946 гг. Следующий сорт этих же авторов — Старо-Оскольский улучшенный был районирован в 1946 г. В 1970-х годах селекционерами И.В. Колядко, В.Э. Сустриной, А.А. Петровым был выведен сорт конопли Пензенская однодомная с содержанием волокна до 30% и урожайностью семян 6-8 ц/га. В 2004-2009 гг. авторским коллективом во главе с доктором с.-х. наук В.А. Серковым были созданы 3 сорта безнаркотической конопли Вера, Надежда, Сурская и 2 гибрида конопли Масленок и Славянин (табл. 5).

На начало 2020 г. в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, зарегистрирован 31 сорт и гибрид посевной конопли. Наиболее востребованы из них сорта Вера (волокнистого направления использования), Надежда (масличного направления использования), Сурская (двустороннего направления использования). Их доля в структуре сортовых посевов Российской Федерации составляет 68,6%, в общем объеме производимых в стране оригинальных семян — 53% (табл. 6).

Таблица 1

	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Российская Федерация	10,6	9,2	10,1	9,7	5,9	4,8	5,2	5,2	3,0	3,6	4,9
Пензенская область	4,0	7,6	8,4	0	0	0	0	4,7	2,0	1,7	4,8

Таблица 2

	1990 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Российская Федерация	15,10	0,76	1,39	1,89	0,96	0,6	0,46	0,62	0,45	1,55	2,45	2,93
Пензенская область	1,60	0	0,23	0,42	0	0	0	0	0	0,65	0,66	0,81





Сортами конопли Сурская, Вера, Надежда заинтересовались представители китайской сельскохозяйственной научно-технической компании «Лэши» северо-восточной провинции Хэйлунцзян. В рамках заключенного договора о представительстве российских промышленных

сорт конопли на территории Китая в 2020 г. произведена поставка партии семян этих сортов. По результатам первого года испытаний в местных условиях сорта проявили себя достойно. Сортоиспытание будет продолжено, по его результатам будет решаться вопрос о возделывании данных сортов на территории этой страны.

В 2020 г. допущены к использованию на территории РФ сорта конопли, созданные совместно ФНЦ ЛК и ООО «Коноплекс Пенза» — Роман, с высоким (более 65%) содержанием целлюлозы в стебле и Милена масляного направления использования [6]. На государственную экспертизу передан новый сорт конопли посевной Людмила, характеризующийся стабильным признаком однодомности и предназначенный для получения высококачественного волокна.

Лидером по объему посевных площадей конопли в России является холдинг «Коноплекс», занимающийся выращиванием и переработкой безнаркотической конопли посевной, а также деятельностью, связанной с селекцией и семеноводством культуры [7]. В 2018 г. ГК «Коноплекс» получила сертификат соответствия с при-

своением статуса семеноводческого хозяйства. В 2020 г. входящее в холдинг предприятие ООО «Коноплекс Пенза» засеяло посевной коноплей на территории Пензенской области 1306 га, план посева на 2021 г. — 1700 га с дальнейшим увеличением посевов до 3000 га за счет ввода в оборот неиспользуемых земель.

Сразу после создания собственной семенной базы в ГК «Коноплекс» было решено запускать продуктивное направление — производить масло, продавать очищенные семечки для салатов и кондитерской отрасли, а также жмых для кормов в животноводстве. Для этого в начале 2018 г. «Коноплекс» запустил линию по производству масла холодного отжима, инвестировав в процесс переработки около 50 млн руб. К концу года небольшой цех под Пензой выпустил первую партию порядка 2500 бутылок масла под брендом «Коноплянка», которое сегодня уже продается примерно в 50 региональных сетях, крупных онлайн-магазинах типа Ozon и Wildberries, а также в московских магазинах здорового питания [8].

Следующим этапом развития холдинга стало создание в 2020 г. в технопарке «Отвель» с. Кижеватово Бессоновского района Пензенской области производственного комплекса площадью 2000 кв. м с целью выпуска высококачественных продуктов питания из конопли. На заводе по производству конопляного масла установлено новейшее немецкое оборудование. Сейчас под торговыми марками «Коноплянка» и «Кухня счастья» производится масло холодного отжима с промышленной мощностью до 15 млн бутылок в год. Сейчас семена конопли и производимые ГК «Коноплекс» масла холодного отжима продаются во всех основных федеральных, локальных сетях и на самых крупных маркетплейсах страны [9]. Под этими же марками выпускаются пищевые ядра конопли для салатов и кондитерских изделий, мука конопляная высокобелковая, конопляная сбалансированная, жмых, отруби. Реализацией проектов по выпуску данных продуктов пищевого и промышленного направлений занимается производственные кампании — ООО «Коноплекс Продукты питания» и ООО «Коноплекс Пром».

В настоящее время ГК «Коноплекс» репродуцирует завод в п. Леонидовка Пензенской области для запуска в 2023 г. нового предприятия по глубокой переработке волокон лубяных культур в высококачественную целлюлозу. В дальнейшем она будет использоваться в текстильной промышленности, для изготовления биоразлагаемой посуды и пакетов, экологически чистых биокompозитных материалов и полимеров, в лакокрасочной, химической отраслях и фармацевтике. Мощность новой производственной площадки после выхода на плановые показатели в 2026 г. достигнет 4 тыс. т целлюлозы в год с возможностью дальнейшего поэтапного расширения [10].

Существующее отечественное оборудование по переработке пеньковолокна безнадежно устарело и существенно уступает зарубежным аналогам, поэтому ГК «Коноплекс» приобрело зарубежную технологическую линию по переработке волокна, где используются новейшие европейские технологии получения как длинного, так и короткого конопляного волокна [11].

В ближайших планах ГК «Коноплекс» строительство в г. Нижний Ломов Пензенской области семеочистительно-сушильного комплекса, мощностью 20 т семян в час.

Наращивание производства продукции коноплеводства благотворно сказывается как на экономике Пензенской области, так и на имидже региона в масштабах страны. Открываются

Таблица 3

Реестр коноплесееющих хозяйств  
Пензенской области (2020 г.)

	Площадь посева, га
ООО «Большевьевский пенькозавод»	180
ООО «Коноплекс Пенза»	1306
ОП Пензенский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК	60
ООО Биокор С	61
КВХ Еналиева К.И.	19
ООО ОСА 58	60
К(Ф)Х Афонькин А.В.	10
К(Ф)Х Садаев Г.Р.	29
Итого: 8 хозяйств	1725

Таблица 4

Залежь в структуре сельскохозяйственных угодий Пензенской области

	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Залежь, тыс. га	159,6	158,9	156,1	156,0	155,9	153,9	153,4	153,3	153,6
Доля залежи, %	5,3	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0

Таблица 5

Характеристика сортов и гибридов конопли [5]

Сорт/гибрид	Урожай стеблей, т/га	Содержание волокна, %	Урожай волокна, т/га	Урожай семян, т/га	Масличность, %	Сбор масла, т/га
Сурская	10,6	30,5	3,23	1,08	31,02	0,34
Вера	11,3	33,5	3,79	0,93	29,9	0,28
Надежда	10,1	27,9	2,82	1,04	32,2	0,33
Масленок F1	14,0	28,0	3,92	1,18	31,0	0,36
Славянин F1	17,7	31,7	5,61	0,78	26,9	0,21
НСР <sub>05</sub>	1,27	1,18	0,41	0,10	1,0	0,03

Таблица 6

Посевы конопли селекции ОП Пензенский НИИСХ  
в разрезе регионов Российской Федерации (2020 г.)

Регион, сорт	Площадь посева, га	ОС	ЭС	РС	РСт
Сортовые посевы в РФ — всего	9306,8	217,7	2023	4858,1	2208
Сорта селекции Пензенского НИИСХ — всего	6383,6	116,0	210	4084,6	2003
Ивановская область, сорт Вера	1869	0	0	1869	0
Курская область, сорт Надежда	77	0	0	77	0
Орловская область, сорт Надежда	350	0	0	0	350
Республика Татарстан, сорт Сурская	14	0	0	0	14
Республика Мордовия, сорт Сурская	225	0	0	0	255
Нижегородская область, сорт Вера	20	0	0	20	0
Пензенская область, сорт Сурская	911	30	210	0	671
Пензенская область, сорт Вера	690	78	0	120	492
Пензенская область, сорт Надежда	124	7	0	6	111
Вологодская область, сорт Вера	498,6	0	0	498,6	0
Калининградская область, сорт Вера	668	0	0	668	0
Псковская область, сорт Надежда	1	1	0	0	0
Брянская область, сорт Вера	20	0	0	20	0
Брянская область, сорт Надежда	800	0	0	800	0
Новосибирская область, сорт Сурская	110	0	0	0	110
Новосибирская область, сорт Вера	6	0	0	6	0

Примечание: ОС — оригинальные семена, ЭС — элитные семена, РС — репродукционные семена, РСт — репродукционные семена, предназначенные для производства товарной продукции.





новые рабочие места, бюджет получает дополнительные налоговые отчисления.

По мнению Минсельхоза России, главными сдерживающими факторами коноплеводства являются низкое качество сырья из-за несовершенства агротехнологий и недостаточного ресурсного обеспечения процессов производства и переработки конопли. Конопля посевная — культура, требующая высокой агротехники и соблюдения всех элементов агротехнологии. ОП Пензенский НИИСХ ведет постоянную работу по совершенствованию зональных технологий возделывания созданных сортов среднерусского экотипа.

Одно из уязвимых мест в технологиях возделывания конопли — средства защиты растений от вредных организмов. При всех своих достоинствах, конопля, как и любая сельскохозяйственная культура, имеет более или менее постоянный и устойчивый комплекс сопутствующих ей болезней, вредителей и сорняков.

Конопляная плодоярка, или европейский конопляный мотылек (*Grapholita delineaana*) — опасный вредитель, который повреждает семена и стебли технической конопли. В России для защиты от конопляной плодоярки нет ни одного инсектицида, включенного в Государственный список агрохимикатов. Такая же ситуация складывается с поражением посевов другими вредными организмами. Так как коноплей долгое время не занимались, в настоящее время очень мало зарегистрированных средств защиты растений, предназначенных специально для работы с посевами конопли. Аграрии, рискуя, вынуждены использовать пестициды, зарегистрированные на других масличных культурах. Поэтому в ОП Пензенский НИИСХ проводятся исследования, содействующие сертификации и включению в Государственный реестр пестицидов и агрохимикатов для работы на посевах конопли.

В 2014 г. в ОП Пензенский НИИСХ была разработана зональная технология комбайновой уборки конопли сорта Сурская на семена — определены оптимальные сроки чеканки, десикации, способы уборки. В 2019 г. разработан оптимизированный прием предпосевной обработки семян современными препаратами. Наиболее экономически выгодным на сорте Вера было применение протравителей Бенорад, СП; Бункер, ВСК и Альбит, ТПС. При этом чистый доход составлял 295,9, 307,9 и 331,9 тыс. руб./га, рентабельность — 493, 513 и 553% соответственно. При возделывании сорта Надежда выднее было применение препаратов Бункер, ВСК; Лигноумат и Альбит, ТПС, обеспечившие чистый доход 283,9, 267,9 и 279,9 тыс. руб./га, уровень рентабельности — 473, 446 и 466% соответственно [12].

В 2020 г. разработаны элементы зональной технологии возделывания конопли среднерусского экотипа сорта Надежда, включающие протравливание семян баковыми смесями с использованием препарата ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) и жидкого минерального удобрения Изагри Форс (1,0 л/т), а также внекорневую обработку растений удобрением Изагри Фосфор (3,0 л/га). Комплекс агротехнических приемов позволил улучшить физиологические процессы в растениях конопли, снизить поражение их болезнями, засоренность посевов сорняками, повысить урожайность стеблей и семян от 14 до 42% с сохранением качественных показателей продукции. Экономический эффект от применения данных вариантов составил 161 и 151 тыс. руб./га, рентабельность — 246 и 238% [13]. В планах на 2021–2023 гг. — дальнейшая оптимизация приемов возделывания конопли посевной с обработкой

семян новыми инсекто-фунгицидными баковыми смесями, применение современных гербицидов, а также препаратов защитно-стимулирующего действия, улучшающих рост и развитие растений, с целью получения высококачественных урожаев коноплепродукции [14].

По отзывам конопледоводов, выращивать культуру, в принципе, несложно, но с уборкой и переработкой есть трудности, поскольку нужна специализированная техника и технологии. Если посевная техника относительно универсальна, то для уборки конопли требуются специализированные машины, так как конопля может достигать 4–5 м в высоту. Отечественные заводы готовы адаптировать уборочные комбайны для конопледоводов, однако для организации серийного производства таких машин нужен стабильный спрос, который малое количество производителей обеспечить не могут. Участникам рынка приходится покупать зарубежные машины и агрегаты. Импортная техника существует, так, комбайны Германского производства могут и семена обмолотить и стебель нарезать по 60 см [15]. Но фермерскому хозяйству среднего размера она недоступна по цене, а в крупном, чтобы окупиться, должна использоваться на большой площади.

Поэтому разработка и внедрение принципиально новой отечественной коноплеуборочной техники, по техническим характеристикам не уступающей зарубежным аналогам, является важной и актуальной задачей по восстановлению отрасли коноплеводства и выходу ее на новый уровень развития [16].

В России выпускать такую технику пока только начинают. Так, в 2018 г. ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш» по заказу крупного коноплеводческого хозяйства Нижегородской области успешно модернизировал 2 кормоуборочных комбайна Дон-680 для уборки зеленцовых посевов конопли [17]. В 2020 г. «Ростсельмаш» разработал инженерные решения для сбора лубяных культур — компания выпустила испытательную модель RSM F 2450 Непр и кормоуборочный комбайн DON 680M с оборудованием для сбора конопли [18].

Специалистами ФГБНУ ФНЦ ЛК совместно с ПАО «ПЕНЗМАШ» разработана схема универсальной коноплеуборочной машины на базе отечественного зерноуборочного комбайна для уборки конопли по трем технологиям (на волокно, на семена и одновременно на волокно и семена) [19].

Поддержка производства пенько- и льноволкна заявлена в качестве приоритетного направления госпрограммы развития сельского хозяйства. Так, например, Минсельхоз рассматривает возможность компенсации 15–20% затрат на покупку специализированной техники. При государственной поддержке коноплеводства, в первую очередь сферы переработки, возделывание технической конопли станет высоко рентабельным процессом, что сделает выращивание культуры очень перспективным направлением для представителей аграрного бизнеса России.

### Заключение

1. Несмотря на важную роль коноплеводства для экономики, как страны, так и отдельно взятого региона, промышленную коноплю пока нельзя назвать культурой, популярной в России.

2. В последнее десятилетие в России и Пензенской области наблюдается динамика устойчивого роста производства посевной конопли. В 2020 г. Пензенская область занимала 2 место в России по посевным площадям, занятым коноплей.

3. Научные разработки ПО Пензенский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК вносят значительный вклад в развитие подотрасли коноплеводства региона и страны в целом.

4. Наиболее весомый вклад в развитие коноплеводства Пензенской области вносит ООО «Коноплект Пенза». Предприятие нацелено на формирование рынка высококачественных семян конопли посевной, являющихся необходимым условием как для долгосрочного роста бизнеса, так и для модернизации и увеличения темпов развития агропромышленного комплекса Пензенской области.

5. Необходима скорейшая разработка и организация серийного производства доступных по цене технических средств нового поколения для уборки конопли.

6. Расширение мер государственной поддержки производства продукции коноплеводства, заявленная в качестве приоритетного направления госпрограммы развития сельского хозяйства, будет способствовать возвращению лидерских позиций Пензенской области и Российской Федерации в целом в области коноплеводства, позволит ликвидировать зависимость от импорта прядильной продукции и растительных масел, увеличить и расширить базу возобновляемых сырьевых ресурсов страны.

### Литература

1. Серков В.А., Белоусов Р.О., Александрова М.Р., Давыдова О.К. Актуальные направления селекции конопли посевной для решения современных проблем отечественной экономики и импортозамещения (обзор) // Нива Поволжья. 2019. № 3 (52). С. 38–47.
2. Серков В.А. Селекция и семеноводство однодомной безнаркотической конопли в лесостепи Среднего Поволжья. Пенза, 2012. 230 с.
3. Федеральный закон «О наркотических средствах и психотропных веществах» от 08.01.1998 № 3-ФЗ. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_17437/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17437/) (дата обращения: 26.02.2021).
4. Постановление Правительства РФ от 20 июля 2007 г. № 460 «Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешенных для культивирования в промышленных целях, требований к таким сортам и к условиям их культивирования». Режим доступа: <http://base.garant.ru/12154768/> (дата обращения: 26.02.2021).
5. Белоухова Ю.Б. Российское коноплеводство 2019. Селекция. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/informacija-i-analiz.html/id/3266> (дата обращения: 28.02.2021).
6. Серков В.А., Белоусов Р.О., Александрова М.Р., Давыдова О.К. Новый сорт конопли посевной Милена // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5 (371). С. 16–18.
7. Серков В.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Новые направления селекции и совершенствование технологии семеноводства конопли посевной: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2019. 155 с.
8. Ганжур Е. Русский травник: как заработать 100 млн рублей на промышленной конопле. Режим доступа: <https://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/367627-russkiy-travnik-kak-zarabotat-100-mln-rublej-na-promyshlennoy-konople> (дата обращения: 02.03.2021).
9. Фахша И. Конопляное царство. Производство технической конопли в Пензенской области набирает обороты // Агроинвестор. 12.07.2019. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/regions/article/32062-konoplyanoetsarstvo/> (дата обращения: 02.03.2021).
10. Переагрузка. «Коноплект» перепрофилирует бывший химзавод в Леонидовке. Режим доступа: [https://penza.aif.ru/society/perezagruzka\\_konopleks\\_pereprofiliruet\\_byvshiy\\_himzavod\\_v\\_leonidovke](https://penza.aif.ru/society/perezagruzka_konopleks_pereprofiliruet_byvshiy_himzavod_v_leonidovke) (дата обращения: 10.03.2021).
11. Официальный сайт ГК «Коноплект». Режим доступа: <http://konopleks.ru/#processing> (дата обращения: 11.03.2021).
12. Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Посевные качества семян и продуктивность безнаркоти-





ческих сортов конопли в зависимости от предпосевной обработки // Нива Поволжья. 2020. № 2 (55). С. 71-76.

13. Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Применены возделывания конопли посевной в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 9-13.

14. Серков В.А., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И. Применение защитно-стимулирующих комплексов на технической конопле // Агротехника. 2020. № 2. С. 51-60.

15. Попов Р.А. Анализ современных способов и машин для уборки конопли // Сборник материалов XIII Меж-

дународной научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса» в рамках XXIII агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш». Ростов-на-Дону, 26-28 февраля 2020 г. С. 237-242.

16. Попов Р.А. Состояние, проблемы и возможности для развития отечественного коноплеводства // Агротехника и энергообеспечение. 2019. № 4 (25). С. 42-52.

17. Кулишникова Т. Субститут хлопка, нефти и древесины. Акционеры «АФГ Националь» инвестируют в производство технической конопли // Агроинвестор. 2018. № 7.

Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/investments/article/30053-substitut-khlopka-nefti-i-drevesiny/> (дата обращения: 06.03.2021).

18. Ростсельмаш поможет лубяной отрасли. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/daty-i-pozdravleniya.html/id/4062> (дата обращения: 12.03.2021).

19. Официальный сайт ФГБНУ ФНЦ ЛК. Режим доступа: <https://fncl.ru/nauchnaya-deyatelnost/napravlenie-issledovaniy/tehnologii-i-mekhanizatsiya-vozdelyvaniya-uborki-i-pervichnoy-pererabotki-lubyanykh-kultur/> (дата обращения: 06.03.2021).

Об авторе:

**Кабунина Ирина Владимировна**, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1301-9830>, i.kabunina.pnz@fncl.ru

## RESTORING AND MODERNIZATION OF HEMP GROWING SUB-INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE PENZA REGION

*The work was performed within the framework of the State Task Federal Research Center for Bast Fiber Crops (№ 0477-2019-0021)*

**I.V. Kabunina**

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

The article studies the condition of hemp growing sub-industry in the Penza region. The purpose of this study is to identify ways to improve the efficiency of growing industrial hemp and processing hemp products in the region based on the activation of innovative processes. The methodological basis of the research was the works of Russian scientists, statistical data, innovative developments of research organizations. The study identifies promising directions for the production of hemp products, shows the dynamics of hemp growing sub-industry results since 2010. At the moment, the Penza region takes second place in Russia in terms of acreage occupied by hemp. Share of hemp crops in the Penza region in total crops in the country is 37-43%. The developments of the Penza Research Institute of Agriculture play an important role in the development of innovative processes in hemp growing in the region and the country. The most significant contribution to the development of hemp growing in the Penza region is made by OOO Konoplex Penza, which grows and processes industrial hemp. It was revealed that the issue of crop harvesting mechanization is especially acute in the region and the country. Harvester-thresher with independent technical modifications are used for hemp harvesting due to the lack of modern technology.

**Keywords:** *hemp breeding, breeding, seed production, agricultural technologies, processing of hemp products.*

### References

1. Serkov, V.A., Belousov, R.O., Aleksandrova, M.R., Davydova, O.K. (2019). Aktual'nye napravleniya selektsii konopli posevnoi dlya resheniya sovremennykh problem otechestvennoy ekonomiki i importozameshcheniya (obzor) [Actual directions of hemp seed breeding for solving modern problems of domestic economy and import substitution (review)]. *Niva Povolzh'ya*, no. 3 (52), pp. 38-47.

2. Serkov, V.A. (2012). *Selektsiya i semenovodstvo odnodomnoi beznarkoticheskoi konopli v lesostepi Srednego Povolzh'ya* [Selection and seed production of monoecious drug-free cannabis in the forest-steppe of the Middle Volga region]. Penza, 230 p.

3. Federal'nyi zakon «O narkoticheskikh sredstvakh i psikhotropnykh veshchestvakh» ot 08.01.1998 № 3-FZ [Federal Law “On Narcotic drugs and Psychotropic substances” of 08.01.1998 No. 3-FZ]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_17437/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17437/) (accessed: 26.02.2021).

4. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 20 iyulya 2007 g. № 460 «Ob ustanovlenii sortov narkosoderzhashchikh rastenii, razreshennykh dlya kul'tivirovaniya v promyshlennykh tselyakh, trebovaniy k takim sortam i k usloviyam ikh kul'tivirovaniya» [Decree of the Government of the Russian Federation of July 20, 2007 No. 460 “On the establishment of varieties of narcotic plants allowed for cultivation for industrial purposes, requirements for such varieties and for the conditions of their cultivation”]. Available at: <https://base.garant.ru/12154768/> (accessed: 26.02.2021).

5. Belopukhova, Yu.B. Rossiiskoe konoplevodstvo 2019. Seleksiya [Russian hemp farming 2019. Selection]. Available at: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/informatsiya-i-analiz.html/id/3266> (accessed: 28.02.2021).

6. Serkov, V.A., Belousov, R.O., Aleksandrova, M.R., Davydova, O.K. (2019). Novyi sort konopli posevnoi Milena [A new variety of hemp seed Milena]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (371), pp. 16-18.

About the author:

**Irina V. Kabunina**, candidate of economic sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1301-9830>, i.kabunina.pnz@fncl.ru

7. Serkov, V.A., Bakulova, I.V., Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V. (2019). *Novye napravleniya selektsii i sovershenstvovanie tekhnologii semenovodstva konopli posevnoi: monografiya* [New directions of breeding and improvement of seed production technology of hemp: monograph]. Penza, RIO PGAU, 155 p.

8. Ganzhur, E. Russkii travnik: kak zarabotat' 100 mln rublei na promyshlennoi konople [Russian herbalist: how to earn 100 million rubles on industrial hemp]. Available at: <https://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/367627-russkiy-travnik-kak-zarabotat-100-mln-rublei-na-promyshlennoy-konople> (accessed: 02.03.2021).

9. Faksha, I. Konoplyanoe tsarstvo. Proizvodstvo tekhnicheskoi konopli v Penzenskoi oblasti nabiraet oboroty [Konoplyanoe tsardom. Production of technical hemp in the Penza region is gaining momentum]. *Agroinvestor*, 12.07.2019. Available at: <https://www.agroinvestor.ru/regions/article/32062-konoplyanoe-tsarstvo/> (accessed: 02.03.2021).

10. Perezagruzka. «Konopleks» pereprofiliruet byvsii khimzavod v Leonidovke [Reboot. “Konopleks” will repurpose the former chemical plant in Leonidovka]. Available at: [https://penza.aif.ru/society/perezagruzka\\_konopleks\\_pereprofiliruet\\_byvsiihimzavod\\_v\\_leonidovke](https://penza.aif.ru/society/perezagruzka_konopleks_pereprofiliruet_byvsiihimzavod_v_leonidovke) (accessed: 10.03.2021).

11. Oftsial'nyi sait GK «Konopleks» [Official website of Konoplex Group of Companies]. Available at: <http://konoplex.ru/#processing> (accessed: 11.03.2021).

12. Bakulova, I.V., Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V. (2020). Posevnye kachestva semyan i produktivnost' beznarkoticheskikh sortov konopli v zavisimosti ot predpосevnoi obrabotki [Seeding qualities of seeds and productivity of non-narcotic cannabis varieties depending on pre-sowing treatment]. *Niva Povolzh'ya*, no. 2 (55), pp. 71-76.

13. Bakulova, I.V., Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V. (2020). Priemy vozdelvaniya konopli posevnoi v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Methods of cultivation of hemp in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 10, pp. 9-13.

14. Serkov, V.A., Belopukhov, S.L., Dmitrievskaya, I.I. (2020). *Primenenie zashchitno-stimuliruyushchikh kompleksov na tekhnicheskoi konople* [Application of protective-stimulating complexes on technical hemp]. *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], no. 2, pp. 51-60.

15. Popov, R.A. (2020). Analiz sovremennykh sposobov i mashin dlya uborki konopli [Analysis of modern methods and machines for harvesting hemp]. *Sbornik materialov XIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sostoyaniye i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa» v ramkakh XXIII agropromyshlennogo foruma yuga Rossii i vystavki «Interaгромаш»* [Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference “State and prospects of development of the agro-industrial complex” within the framework of the XXIII Agro-Industrial Forum of the South of Russia and the “Interaгромаш” exhibition]. Rostov-on-Don, February 26-28, 2020, pp. 237-242.

16. Popov, R.A. (2019). Sostoyaniye, problemy i vozmozhnosti dlya razvitiya otechestvennogo konoplevodstva [State, problems and opportunities for the development of domestic hemp farming]. *Agrotekhnika i energoobespechenie*, no. 4 (25), pp. 42-52.

17. Kulistnikova, T. (2018). Substitut khlopka, nefi i drevesiny. Aktsionery «AFG Natsional» investiruyut v proizvodstvo tekhnicheskoi konopli [Substitut cotton, oil and wood. AFG National shareholders invest in the production of technical hemp]. *Agroinvestor*, no. 7. Available at: <https://www.agroinvestor.ru/investments/article/30053-substitut-khlopka-nefti-i-drevesiny/> (accessed: 06.03.2021).

18. Rostsel'mash pomozhet lubyanoi otrasli [Rostsel'mash will help the bast industry]. Available at: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/daty-i-pozdravleniya.html/id/4062> (accessed: 12.03.2021).

19. Oftsial'nyi sait FGBNU FNCS LK [The official website of the FGBNU FNC LC]. Available at: <https://fncl.ru/nauchnaya-deyatelnost/napravlenie-issledovaniy/tehnologii-i-mekhanizatsiya-vozdelyvaniya-uborki-i-pervichnoy-pererabotki-lubyanykh-kultur/> (accessed: 06.03.2021).

[i.kabunina.pnz@fncl.ru](mailto:i.kabunina.pnz@fncl.ru)



## ПИЛОТНЫЕ КЛАСТЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА

Е.А. Волкова

ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», г. Благовещенск, Россия

В статье представлены результаты проведенной работы по определению портфеля пилотных кластерных проектов, проектируемых к реализации на территории Амурской области, обеспечивающих выполнение задач и целевых показателей агропромышленного кластера с учетом сложившейся ситуации и стратегии развития АПК региона. В общий портфель пилотных кластерных проектов проектируется включение портфеля стратегических кластерных проектов, направленных на решение стратегических задач развития агропромышленного комплекса региона, и портфеля кластерно-кооперативных проектов, реализуемых на основе создания потребительских кооперативов. Проектируемые пилотные стратегические кластерные проекты нацелены на развитие селекционно-семеноводческой работы, стимулирование оптимизации структуры посевов, внедрение новых культур под гарантированный оптовый рынок Российской Федерации и на экспорт, глубокую переработку внутри Амурской области, увеличение производства продукции животноводства и обеспечение продовольственной безопасности населения области и близлежащих регионов. Кластерно-кооперативные проекты будут способствовать увеличению поставки собственной экологически чистой продукции на рынок Дальневосточного региона и стран Азиатско-Тихоокеанского региона, созданию объектов малого и среднего предпринимательства, интеграции личных подсобных хозяйств в рыночный процесс, а также повышению занятости и доходов населения.

**Ключевые слова:** кластер, агропромышленный комплекс, стратегический кластерный проект, кластерно-кооперативный проект.

### Введение

Кластер — это географически близкая группа взаимосвязанных компаний и связанных с ними институтов в определенной области, связанных общими чертами и взаимодополняемостью [1]. Он имеет большое значение для стимулирования роста региональной экономики, повышения конкурентоспособности сельских районов, развития специализации сельскохозяйственного производства и увеличения доходов фермеров [2]. Многие ученые-экономисты и специалисты-практики считают кластер одним из перспективных направлений развития агропродовольственного сектора экономики [3].

В Российской Федерации с целью создания и развития агропромышленных кластеров разработана Концепция развития аграрных кластеров, которая основана на системно-синергетическом подходе [4]. Согласно Концепции, агропромышленный кластер представляется в качестве системы многомерно взаимосвязанных форм организации деятельности (сельскохозяйственных предприятий, личных подсобных хозяйств, крестьянских (фермерских) хозяйств и др.), объединенных с целью внедрения в производство инновационных технологий, решения задач охраны окружающей среды, получения наибольшей эффективности в процессе производственного цикла [5].

В Амурской области, как и в некоторых других субъектах Российской Федерации, ведется работа по реализации кластерной политики. В структуре внутренней среды организационно-функционального механизма агропромышленного кластера Амурской области выделены специализированный и инфраструктурный блоки [6, 7, 8].

Функции специализированного блока, связанные с реализацией кластерной политики на

территории региона, выполняют структурные подразделения центра «Мой бизнес», созданного на базе Некоммерческой организации «Фонд содействия кредитованию субъектов малого и среднего предпринимательства Амурской области» [9]. В числе прочих структурных подразделений указанного центра совместно с учреждениями и организациями, являющимися партнерами центра «Мой бизнес», успешно ведется работа по формированию агропромышленного кластера на территории Амурской области Центр кластерного развития [10, 11].

Организационно-функциональный механизм агропромышленного кластера, разработанный с учетом сложившейся инфраструктуры региона и вписанный в функционал профильных блоков внутренней и внешней среды агропромышленного кластера, будет способствовать реализации и достижению целевых показателей Стратегии развития территориального кластера субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере агропромышленного комплекса Амурской области, утвержденной постановлением правительства Амурской области [12].

Согласно материалу, представленному Институтом экономики роста им. Столыпина П.А., посвященному вопросу перезагрузки государственной кластерной политики в России, в числе необходимых ключевых принципов для новой кластерной политики России определено выделение отраслевых приоритетов для создания кластерных проектов — «точек роста» [13]. «Точки роста» агропромышленного комплекса Амурской области обозначены в ключевых документах развития АПК региона, в том числе в производственно-практических справочниках «Система земледелия Амурской области», «Система животноводства Амурской области» [14, 15].

С целью реализации основных направлений стратегического развития АПК региона, в том числе достижения установленных целевых показателей, обозначенных в указных документах, актуальны исследования в области определения портфеля пилотных кластерных проектов, предлагаемых к реализации на территории региона.

### Цель исследования

Цель исследования — определение портфеля пилотных кластерных проектов, проектируемых к реализации на территории Амурской области, обеспечивающих выполнение задач агропромышленного кластера с учетом сложившейся ситуации и стратегии развития АПК региона.

### Материал и методы исследования

Материалом для проведения исследования послужили труды отечественных ученых, нормативно-правовые акты Амурской области. В работе использованы монографический, аналитический и абстрактно-логический методы исследования.

### Результаты исследования и их обсуждение

Кластерные проекты — это комплекс взаимосвязанных мероприятий, на постоянной или временной основе, объединяющих ресурсы участников кластера, направленные на реализацию стратегии развития кластера, включающие программы модернизации действующих и создание новых производств, реализацию инвестиционных, маркетинговых и образовательных проектов, предполагающих синергетический эффект, переход на более качественный уровень развития самих участников кластера, направленных на реализацию стратегии разви-





тия кластера и достижение оцениваемых количественных показателей региона [6].

Взаимодействие внутри кластера основывается на кооперации и интеграции участников, регламентируемых действующим законодательством и внутренними регламентами, системой договорных обязательств. Кластерные проекты направлены на решение задач агропромышленного комплекса в обеспечении сырьем и продовольствием, развитие малого и среднего предпринимательства. Цель пилотных кластерных проектов — подготовиться к применению новых процессов и новых инструментов в реальных проектах.

В общий портфель пилотных кластерных проектов предлагается включить портфель

стратегических кластерных проектов, направленных на решение стратегических задач развития агропромышленного комплекса региона, и портфель кластерно-кооперативных проектов, реализуемых на основе создания потребительских кооперативов. При этом оба портфеля кластерных проектов включают проекты, реализуемые и в отрасли растениеводства, и в отрасли животноводства [16] (рис.).

Состав общего портфеля пилотных кластерных проектов с указанием наименования проекта и его основной цели представлен в таблице.

Амурская область отнесена к зоне рискованного земледелия, поэтому селекция должна быть направлена в сторону повышения устойчивости новых сортов к условиям региона. Решить

проблему производства качественного зерна в Амурской области можно только за счет возделывания сортов отечественной селекции, наиболее полно адаптированных к специфическим почвенно-климатическим условиям региона.

Учитывая вышеизложенное, в общий портфель кластерных пилотных проектов региона включен стратегический проект «Развитие селекционно-семеноводческой работы», направленный на развитие селекционно-семеноводческой работы за счет создания селекционно-семеноводческого центра, и организация ведения селекции и семеноводства полевых, плодово-ягодных культур [6].

С целью стимулирования оптимизации структуры посевов расширением объема зерновых культур, внедрением новых культур под гарантированный оптовый рынок Российской Федерации и на экспорт, глубокую переработку внутри Амурской области предлагается включить в портфель кластерных проектов стратегический кластерный проект «Диверсификация продукции растениеводства и оптимизация структуры посевов сельскохозяйственных культур» (табл.) [6].

В результате реализации проекта предполагается достижение следующих основных результатов:

- оптимизация структуры посевов сельскохозяйственных культур в соответствии с требованиями Системы земледелия Амурской области за счет внедрения альтернативных культур;
- обеспечение получения потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур, соответствующей требованиям международных стандартов качества продукции;
- диверсификация экспорта продукции растениеводства на рынки стран АТР.



Рис. Структура портфеля пилотных кластерных проектов агропромышленного кластера Амурской области

Таблица

Портфель основных пилотных кластерных проектов Амурской области

Общий портфель пилотных проектов агропромышленного кластера Амурской области			
Портфель стратегических кластерных проектов		Портфель кластерно-кооперативных проектов	
Проекты в отрасли растениеводства		Проекты в отрасли растениеводства	
Наименование проекта	Цель проекта	Наименование проекта	Цель проекта
Развитие селекционно-семеноводческой работы	Развитие селекционно-семеноводческой работы за счет создания на базе имеющихся мощностей селекционно-семеноводческого центра и организация ведения селекции и семеноводства полевых, плодово-ягодных культур	Развитие рынка сортовых семян, продовольственного картофеля и овощей	Содействие увеличению объемов производства картофеля и овощей продвижением на рынок сортовых семян перспективных сортов картофеля, расширение оптового рынка сбыта картофеля и овощей продовольственного направления с учетом вкусовых предпочтений покупателей, реализации продукции премиум класса, обеспечение системы социального питания картофелем и овощами по ценам ниже рыночных
Диверсификация продукции растениеводства и оптимизация структуры посевов сельскохозяйственных культур	Стимулирование оптимизации структуры посевов расширением объема зерновых культур, внедрением новых культур под гарантированный оптовый рынок Российской Федерации и на экспорт, глубокую переработку внутри области	Развитие сельскохозяйственного потребительского кооператива по производству, переработке и сбыту ягод	Содействие развитию производства востребованных во всем мире натуральных (дикорастущих) экологически чистых продуктов питания. Сбор и первичная переработка лекарственного сырья. Обеспечение потребностей внутреннего рынка и экспорт в страны ближнего зарубежья и АТР
Проекты в отрасли животноводства		Проекты в отрасли животноводства	
Наименование проекта	Цель проекта	Наименование проекта	Цель проекта
Создание производственной базы селекционно-генетического центра трансплантации эмбрионов	Увеличение производства продукции животноводства в регионе в среде как крупно-товарного производства, так и в малом и среднем бизнесе и обеспечение продовольственной безопасности населения области и близлежащих регионов	Проект создания экспортно-ориентированного потребительского кооператива регионального уровня «АмурЭкспоМед»	Создание необходимой отраслевой цепочки бизнес-единиц на основе кооперации и интеграции, которые позволят сформировать инфраструктурную базу отрасли, а также необходимую для развития отрасли базу компетенций. Обеспечение стабильного и устойчивого роста и развития производства и сбыта продукции пчеловодства на внутренних и международных рынках

Источник: составлено автором.



Развитие отраслей животноводства на полное удовлетворение потребности населения в молоке и мясе сдерживается низким уровнем продуктивности крупного рогатого скота — 5963 кг на 1 корову в год, среднесуточным привесом — 484 г в сутки (по состоянию на 2019 г.). Вместе с тем по данным бонитировки стада имеются коровы-рекордистки с потенциалом продуктивности до 10000 кг, что свидетельствует о предпосылках и генетическом потенциале отрасли животноводства.

Одним из перспективных направлений в селекционной работе является трансплантация эмбрионов с использованием технологий получения эмбрионов от высокопродуктивных животных в рамках реализации пилотного стратегического кластерного проекта «Создание производственной базы селекционно-генетического центра трансплантации эмбрионов», включенного в портфель проектов для развития отрасли животноводства.

Реализация проекта позволит в условиях агропромышленного кластера увеличить производство продукции животноводства в регионе в среде как крупно-товарного производства, так и в малом и среднем бизнесе и обеспечить продовольственную безопасность населения области и близлежащих регионов.

Состояние отрасли картофелеводства характеризуется сегодня нестабильными финансово-экономическими результатами производства. За последние 5 лет рентабельность 1 т товарного картофеля катастрофически снижалась и в 2018 г. составила -50,0%. Впервые за период с 2015 г. положительный результат рентабельности картофелеводства показала в 2019 г. — 33,2%. Однако урожайность за анализируемый период составляет 114,5-146,2 ц/га при возможной урожайности районированного сорта Лина — 213-496 ц/га, Сантэ — 240-570 ц/га, Адретта — до 450 ц/га. Одной из основных причин низкой урожайности картофеля является использование обезличенных несортных семян.

В связи с этим предлагается для включения в портфель пилотных проектов агропромышленного кластера Амурской области проект «Развитие рынка сортовых семян, продовольственного картофеля и овощей». Реализация проекта позволит увеличить поставку на условиях кооперации на рынок Амурской области и Дальневосточного региона сортовых семян и продовольственного картофеля, овощей, в том числе для обеспечения системы социального питания по ценам ниже рыночных. Также проектируется дополнительное вовлечение в систему кооперации и интеграции индивидуальных предпринимателей, глав К(Ф)Х и личных подсобных хозяйств, в связи с чем указанный проект включен в группу кластерно-кооперативных проектов.

Леса Амурской области обладают большим потенциалом для сбора и заготовки недревесных пищевых лесных ресурсов (ягоды, грибы, орехи, березовый сок), лекарственных растений (листья, цветки, плоды, почки, корни). По данным Лесного плана Амурской области на 2019-2028 годы, утвержденного распоряжением Губернатора Амурской области № 19-р от 17.12.2018, ежегодный допустимый объем заготовки пищевых лесных ресурсов и сбора лекарственных растений составляет: ягод — 52,9 т, в том числе брусника — 23,5 т, голубика — 29,4 т; грибов — 118,8 т, в том числе белый гриб — 26,5 т, подберезовик — 21,75 т, подосиновик — 20,8 т, груздь — 21,25 т, маслята, волнушки — 28,5 т;

других видов пищевых ресурсов и лекарственных растений, в том числе кедровый орех, лещина — 6,5 т, папоротник орляк — 27,0 т, березовый сок — 37,5 т, березовые почки — 0,5 т.

Но из-за отсутствия рынков сбыта, удаленности территорий, имеющих преимущество в потенциале лесной продукции, а также высоких транспортных расходов эти виды использования лесов являются в области невостребованными. В связи с этим предлагается пилотный кластерно-кооперативный проект развития сельскохозяйственного потребительского кооператива по производству, переработке и сбыту ягод.

Реализация проекта будет содействовать развитию производства востребованных во всем мире натуральных (дикорастущих) экологически чистых продуктов питания, сбору и первичной переработке лекарственного сырья, а также обеспечению потребностей внутреннего рынка и экспорта в страны ближнего зарубежья и АТР (табл.) [6].

На региональном рынке меда отмечается высокая конкуренция. Участники агропромышленного кластера имеют потребность в расширении рынка сбыта меда, но при этом и ограничения в выходе на международные рынки, обеспечении экспортно-ориентированной по качеству продукции, продвижении продукции пчеловодства на зарубежные рынки, материально-техническом обеспечении производства, переработки, упаковки меда, обучении. С учетом изложенного предлагается включить в портфель кластерных проектов проект создания экспортно-ориентированного потребительского кооператива регионального уровня «АмурЭкспоМед» [6].

Реализация проекта позволит обеспечить рост объема продаж Амурского меда на экспорт, создание объектов малого и среднего предпринимательства, интеграцию личных подсобных хозяйств в рыночный процесс, повышение занятости и доходов населения в районах с низким производственным потенциалом сельского хозяйства.

### Заключение

Таким образом, в общий портфель пилотных кластерных проектов предлагается включить портфель стратегических кластерных проектов, направленных на решение стратегических задач развития агропромышленного комплекса региона, и портфель кластерно-кооперативных проектов, реализуемых на основе создания потребительских кооперативов.

В портфель стратегических пилотных кластерных проектов вошли проекты программы развития отрасли растениеводства — «Развитие селекционно-семеноводческой работы» и «Диверсификация продукции растениеводства и оптимизация структуры посевов сельскохозяйственных культур», нацеленные на развитие селекционно-семеноводческой работы за счет создания селекционно-семеноводческого центра и организации ведения селекции и семеноводства полевых, плодово-ягодных культур. Предполагается за счет реализации проектов осуществить стимулирование оптимизации структуры посевов расширением объема зерновых культур, внедрение новых культур под гарантированный оптовый рынок Российской Федерации и на экспорт, глубокую переработку внутри Амурской области.

Реализация пилотного стратегического проекта «Создание производственной базы селек-

ционно-генетического центра трансплантации эмбрионов» позволит увеличить производство продукции животноводства в регионе в среде как крупно-товарного производства, так и в малом и среднем бизнесе и обеспечить продовольственную безопасность населения области и близлежащих регионов.

В портфель пилотных кластерно-кооперативных проектов вошли проекты, нацеленные на развитие рынка сортовых семян, продовольственного картофеля и овощей; развитие сельскохозяйственного потребительского кооператива по производству и переработке и сбыту ягод, а также проект создания экспортно-ориентированного потребительского кооператива регионального уровня «АмурЭкспоМед». Реализация данной группы проектов будет способствовать увеличению поставки собственной экологически чистой продукции на рынок Дальневосточного региона и стран АТР; созданию объектов малого и среднего предпринимательства, интеграции личных подсобных хозяйств в рыночный процесс, а также повышению занятости и доходов населения в районах с низким производственным потенциалом сельского хозяйства.

В свою очередь, кластерно-кооперативные проекты позволят увеличить поставку на условиях кооперации на рынок Амурской области и Дальневосточного региона сортовых семян и продовольственного картофеля, овощей, в том числе для обеспечения системы социального питания по ценам ниже рыночных.

Также проектируется дополнительное вовлечение в систему кооперации и интеграции индивидуальных предпринимателей, глав К(Ф)Х и личных подсобных хозяйств. Проектируется производство востребованных во всем мире натуральных (дикорастущих) экологически чистых продуктов питания, сбор и первичная переработка лекарственного сырья, а также обеспечение потребностей внутреннего рынка и экспорта в страны ближнего зарубежья и АТР. Прогнозируется рост объема продаж Амурского меда на экспорт, повышение занятости и доходов населения в районах с низким производственным потенциалом сельского хозяйства.

### Литература

1. Michael E. Porter (2000). Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. *Economic Development Quarterly*, february, vol. 14, issue 1, pp. 15.
2. Ping Liu, Waldemar Koziol (2011). *The Experience of International Agricultural Clusters and Enlightens for China*. Warsaw, p. 25. doi: 10.13140/2.1.4268.2889
3. Щетинина И.В. Агропромышленные кластеры и их роль в инновационном развитии агропромышленного комплекса России // *Инновационная экономика: от теории к практике: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*. 2014. С. 74-81.
4. Хухрин А.С., Примак А.А., Пехутова Е.А. Агропромышленные кластеры: российская модель // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2008. № 7. С. 30-34.
5. Пержу А.А. Внедрение агропромышленного кластера в Саратовской области // *Перспективные направления развития экономики и управления: новый взгляд: сборник материалов II Международной научно-практической конференции*. 2018. С. 46-50.
6. Стратегия (программа) создания и развития агропромышленного кластера Амурской области на период 2019-2023 гг.: отчет о НИР (заключительный) / Дальневосточный государственный аграрный университет; руководитель Е.А. Волкова; исполнитель: А.В. Горлов и др. Благовещенск, 2019. 100 с. № ГР АААА-Б19-219040890002-1.





7. Волкова Е.А. Кластерный подход к развитию и повышению эффективности отраслей агропромышленного комплекса региона // Московский экономический журнал. 2019. № 12. С. 81. Режим доступа: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2019-67/>

8. Волкова Е.А. Кластерный подход в развитии агропромышленного комплекса Амурской области // Перспективы развития Российской экономики в цифровую эпоху: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Улан-Удэ, 24 декабря 2019 г. № 3 (47). С. 15-17.

9. Некоммерческая организация «Фонд содействия кредитованию субъектов малого и среднего предпринимательства Амурской области». Режим доступа: <https://www.amurfondgarant.ru>

10. Центр кластерного развития Амурской области. Режим доступа: <https://amurcluster.ru/>

11. Соглашение о создании агропромышленного кластера Амурской области № 2 от 13.08.2018 г. / Центр кластерного развития Амурской области Режим доступа: <https://amurcluster.ru/upload/iblock/cb8/Soglashenie-o-sozdanii-AGK.pdf>

12. Постановление Правительства Амурской области № 37 от 27.01.2021 г. «Об утверждении Стратегии развития территориального кластера субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере агропромышленного комплекса Амурской области».

13. Переагрузка кластерной политики в России / Санкт-Петербургский Кластер Чистых технологий для городской среды. Режим доступа: <https://spbcleantechcluster.nethouse.ru/posts/perezagruzka-klasternoi-politiki-v-rossii>

14. Система животноводства Амурской области: производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука; ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. 458 с.

15. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. 570 с.

16. Иванова Е.В. Формирование и развитие агропродовольственных кластеров в условиях импортозамещения: дис. ... д-ра эконом. наук. Мичуринск: ФГБОУ Мичуринский ГАУ, 2018. 364 с.

Об авторе:

**Волкова Елена Александровна**, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник группы экономических исследований в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7631-2543>, [vea@vniisoi.ru](mailto:vea@vniisoi.ru)

## PILOT CLUSTER PROJECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REGION

E.A. Volkova

Federal Research Center «All-Russian Scientific Research Institute of Soybean», Blagoveshchensk, Russia

The article presents the results of the work on the definition of a portfolio of pilot projects designed to be implemented on the territory of the Amur region to ensure implementation of the goals and targets of the agro-industrial cluster, given the current situation and development strategy of agribusiness in the region. The overall portfolio of pilot cluster projects is designed to include a portfolio of strategic cluster projects aimed at solving strategic problems of the development of the agro-industrial complex of the region, and a portfolio of cluster-cooperative projects implemented on the basis of the creation of consumer cooperatives. Design of a pilot cluster strategic projects aimed at the development of breeding and seed work, promotion optimization of the structure of crops, the introduction of new crops for guaranteed wholesale market of the Russian Federation and for export, deep processing inside the Amur region, the increase in livestock production and food security of the population of the region and nearby regions. Cluster-cooperative projects will help to increase the supply of their own environmentally friendly products to the market of the Far Eastern region and the Asia-Pacific countries, the creation of small and medium-sized businesses, the integration of personal subsidiary farms in the market process, as well as the increase in employment and income of the population.

**Keywords:** cluster, agro-industrial complex, strategic cluster project, cluster-cooperative project.

### References

1. Michael E. Porter (2000). Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. *Economic Development Quarterly*, february, vol. 14, issue 1, pp. 15.
2. Ping Liu, Waldemar Koziol (2011). *The Experience of International Agricultural Clusters and Enlightens for China*. Warsaw, p. 25. doi: 10.13140/2.1.4268.2889
3. Shchetinina, I.V. (2014). Agropromyshlennye klasteri i ikh rol' v innovatsionnom razvitiy agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Agro-industrial clusters and their role in the innovative development of the agroindustrial complex of Russia]. *Innovatsionnaya ekonomika: ot teorii k praktike: sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Innovative economy: from theory to practice: a collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference], pp. 74-81.
4. Khukhrin, A.S., Primak, A.A., Pekhutova, E.A. (2008). Agropromyshlennye klasteri: rossiiskaya model' [Agroindustrial clusters: the Russian model]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 7, pp. 30-34.
5. Perzhu, A.A. (2018). Vnedrenie agropromyshlennogo klastera v Saratovskoi oblasti [Introduction of the agro-industrial cluster in the Saratov region]. *Perspektivnye napravleniya razvitiya ekonomiki i upravleniya: novyi vzglyad: sbornik materialov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Perspective directions of development of economy and management: a new view: collection of materials of the II International scientific and practical conference], pp. 46-50.
6. Far Eastern State Agrarian University (2019). *Strategiya (programma) sozdaniya i razvitiya agropromyshlennogo*

*klastera Amurskoi oblasti na period 2019-2023 gg.: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyi)* [Strategy (program) for the creation and development of the agro-industrial cluster of the Amur region for the period 2019-2023: research report (conclusion)]. Blagoveshchensk, 100 p. No. GR AAAA-B19-219040890002-1.

7. Volkova, E.A. (2019). Klasternyi podkhod k razvitiyu i povysheniyu effektivnosti otraslei agropromyshlennogo kompleksa regiona [Cluster approach to the development and improvement of the efficiency of branches of the agro-industrial complex of the region]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], no. 12, p. 81. Available at: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2019-67/>

8. Volkova, E.A. (2019). Klasternyi podkhod v razvitiy agropromyshlennogo kompleksa Amurskoi oblasti [Cluster approach in the development of the agro-industrial complex of the Amur region]. *Perspektivy razvitiya Rossiiskoi ekonomiki v tsifrovuyu ehpokhu: materialy II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ulan-Udeh, 24 dekabrya 2019g.* [Prospects for the development of the Russian economy in the digital era: materials of II All-Russian scientific and practical conference. Ulan-Ude, December 24, 2019], no. 3 (47), pp. 15-17.

9. Nekommercheskaya organizatsiya «Fond sodeistviya kreditovaniyu sub'ektov malogo i srednego predprinimatel'stva Amurskoi oblasti» [Non-profit organization "Fund for assistance in crediting small and medium-sized businesses of the Amur region"]. Available at: <https://www.amurfondgarant.ru>

10. Tsentr klasternogo razvitiya Amurskoi oblasti [Center for cluster development of the Amur region]. Available at: <https://amurcluster.ru/>

11. Soglashenie o sozdanii agropromyshlennogo klastera Amurskoi oblasti № 2 ot 13.08.2018 g. [Agreement on the creation of an agro-industrial cluster of the Amur region

No. 2 of 13.08.2018]. Available at: <https://amurcluster.ru/upload/iblock/cb8/Soglashenie-o-sozdanii-AGK.pdf>

12. Postanovlenie Pravitel'stva Amurskoi oblasti № 37 ot 27.01.2021 g. «Ob utverzhdenii Strategii razvitiya territorial'nogo klastera sub'ektov malogo i srednego predprinimatel'stva v sfere agropromyshlennogo kompleksa Amurskoi oblasti» [Resolution of the Government of the Amur Region No. 37 of 27.01.2021 "On Approval of the Development Strategy of the Territorial Cluster of Small and Medium-sized Businesses in the field of agro-industrial complex of the Amur region"].

13. Perezagruzka klasternoi politiki v Rossii [Reload of cluster policy in Russia]. Sankt-Peterburgskii Klaster Chistykh tekhnologii dlya gorodskoi sredy [Saint-Petersburg Cluster of Clean Technologies for the urban environment]. Available at: <https://spbcleantechcluster.nethouse.ru/posts/perezagruzka-klasternoi-politiki-v-rossii>

14. Tikhonchuk, P.V. (ed.) (2018). *Sistema zhivotnovodstva Amurskoi oblasti: proizvodstvenno-prakticheskii spravochnik* [The system of animal husbandry of the Amur region: production and practical reference]. Blagoveshchensk, Publishing house of the Far Eastern state agrarian university, 458 p.

15. Tikhonchuk, P.V. (ed.) (2016). *Sistema zemledeliya Amurskoi oblasti: proizvodstvenno-prakticheskii spravochnik* [The system of agriculture of the Amur region: a production and practical reference book]. Blagoveshchensk, Publishing house of the Far Eastern state agrarian university, 570 p.

16. Ivanova, E.V. (2018). *Formirovaniye i razvitiye agroproduktivnykh klasterov v usloviyakh importozamesheniya* [Formation and development of agri-food clusters in the conditions of import substitution]. Dr. economic sci. diss. Michurinsk, Michurinsk state agrarian university, 364 p.

About the author:

**Elena A. Volkova**, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher of the group of economic research, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7631-2543>, [vea@vniisoi.ru](mailto:vea@vniisoi.ru)

[vea@vniisoi.ru](mailto:vea@vniisoi.ru)





## СОХРАНЕНИЕ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА В СИСТЕМЕ ФАКТОРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

М.А. Пономарев, Н.А. Никонова, А.Г. Никонов, Х.А. Дибирова

ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Институт аграрной экономики и развития сельских территорий, г. Пушкин, Россия

В статье рассматриваются научные школы и основные направления исследований по теме природного капитала в связи с современными экологическими проблемами, ограничивающими экономический рост. Целью исследования выступал анализ возможностей сохранения и улучшения состояния водных ресурсов, как важнейшего элемента природного капитала сельских территорий. Для изучения мотивации и возможных объемов инвестирования в природный капитал со стороны хозяйствующих субъектов аграрной экономики применялся анкетный опрос сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также представителей органов муниципальной власти на территории Ленинградской и Калининградской областей. В ходе исследований установлено, что при реализации мероприятий, касающихся управления водными ресурсами, важнейшим фактором выступает государственная поддержка. Несмотря на то, что экологическое состояние окружающей среды является значимым в сельскохозяйственной деятельности для более чем 80% респондентов, экологический аспект при принятии решений руководителями хозяйств уступает их экономическим интересам. Поэтому осуществляются те виды мелиоративных мероприятий, которые финансово поддерживаются государством. Дополнительными препятствиями, при реализации сельхозпроизводителями данных регионов мероприятий по снижению концентрации загрязняющих веществ в водных объектах, являются высокая стоимость проектов и низкий их эффект. Это связано с отсутствием на российском рынке современных технологий (ветландов и биофильтров), которые получили широкое распространение в европейских странах. Одновременно можно отметить и низкую степень осведомленности респондентов о практике применения современных технологических решений, слабую их информированность о проблемах, связанных с состоянием и использованием водных ресурсов. Результаты исследования позволяют сделать вывод о необходимости более активных мер бюджетной поддержки природоохранных мероприятий и усиления информационно-просветительской работы в обществе.

**Ключевые слова:** природный капитал, сельские территории, водные ресурсы, анкетный опрос.

### Введение

Аграрная политика как составная часть социально-экономической политики государства направлена на устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий. Важнейшим инструментом реализации имеющегося потенциала сельской местности выступает система мер в рамках очередного документа программного уровня — Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. Между тем, по мнению академика РАН А.И. Костяева, реализуемые в России концепции, стратегии и программы устойчивого развития сельских территорий требуют совершенствования [1, с. 141].

Это связано с тем, что осуществляемый экстенсивно-отраслевой подход к развитию сельской местности страны основывается на концентрации и эффекте масштаба производства. В итоге города-центры оттягивают на себя трудовые ресурсы с сельской периферии, сельские территории удовлетворяют предпочтительно потребности города, улучшая тем самым городскую экономику, а периферийность территорий способствует ее депрессивности [там же, с. 145]. Именно это не позволяет адекватно повысить отдачу от использования природного капитала сельской местности, включить его в процесс развития, в том числе, на основе рационального природопользования и охраны природной среды.

Как известно, экономические школы и исследователи до недавнего времени не придавали особого значения экологическим ограничениям в экономическом развитии. Обострившиеся экологические проблемы вызвали необходимость их неотложного решения и разработки принципиально новых концепций развития. Формирование благоприятных не только социально-экономических, но и экологических условий использования природного капитала сельских территорий способствует устойчивости их развития в перспективе. Экологическое состояние степени загрязненности территорий и ее чистоты, свободы от антропогенной или экологиче-

ской нагрузки выступает важнейшей характеристикой природного капитала любой конкретной части сельской территории.

Целью исследования выступал анализ возможностей сохранения и улучшения состояния водных ресурсов, как важнейшего элемента природного капитала сельской местности. Для решения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- рассмотрены подходы научных школ, понятие природного капитала и основные направления его исследований;
- определено влияние экологического состояния фермы и окружающей природной среды на управленческие решения, в краткосрочной и долгосрочной перспективе, применительно к условиям ведения сельскохозяйственной деятельности в Ленинградской области;
- установлена степень приоритетности мероприятий, направленных на улучшение водных ресурсов на территории хозяйств Ленинградской и Калининградской областей;
- проранжированы сферы, в которых местная власть должна быть лучше информирована в области управления водными ресурсами на территории Ленинградской и Калининградской областей.

**Научная новизна** исследования заключается в выявлении сдерживающих факторов в сфере управления водными ресурсами сельских территорий из-за недостаточной осведомленности руководителей хозяйств и незначительных масштабов применения современных технологий (ветландов, биофильтров).

### Материалы и методы исследования

Основу исследования составили научные труды российских и зарубежных ученых по вопросам устойчивости развития природного капитала, зеленой экономике и экосистемным услугам. В качестве главного метода исследования выступал анкетный опрос респондентов, проведенный в январе-феврале 2020 г. В нем приняли участие

10 сельхозпроизводителей Ленинградской области, из них 5 руководителей К(Ф)Х, реализовавших инвестиционные проекты по реконструкции и капитальному ремонту мелиоративных сооружений в 2016-2019 гг. Для репрезентативности выборки участников были отобраны респонденты шести административных районов Ленинградской области, представляющих все природно-экономические зоны региона (Выборгский, Гатчинский, Киришский, Кировский, Лужский и Лодейнопольский), а также по одному представителю СХО и КФХ из Калининградской области.

Одновременно в анкетном опросе принимали участие 7 представителей органов муниципальной власти — 5 человек из Ленинградской области: Выборгского, Лодейнопольского, Лужского, Гатчинского районов и один депутат Законодательного собрания от Кузьмолковского городского поселения Всеволожского района, а также 2 человека из Калининградской области. Выбор респондентов-представителей органов местной власти был обусловлен активной реализацией на протяжении последних 4 лет проектов по строительству и реконструкции мелиоративных систем сельхозпредприятиями, располагающимися на подведомственных им районах Ленинградской области.

### Результаты и обсуждение

Проблема исследования природного капитала имеет особую актуальность в условиях современных вызовов и рисков, так как экологические проблемы неизбежно ограничивают экономический рост. Не случайно, почти 30 лет назад, еще в 1992 году на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро обсуждалось, что нерациональное расходование, снижение качества природного капитала нельзя компенсировать увеличением искусственного и человеческого капитала.

Традиционно отцами-основателями научной дисциплины экологической (или «зеленой» экономики), определившими сущность понятия «природный капитал» считаются ученые из США



Роберт Костанза и Герман Э. Дейли, которые в статье «Природный капитал и устойчивое развитие» рассмотрели принципы устойчивого экономического развития. Им принадлежит объяснение, что «поддерживая запасы природного капитала (предпочтительно с помощью налога на истощение природного капитала), мы можем удовлетворить как скептиков (поскольку ресурсы будут сохранены для будущих поколений), так и оптимистов (поскольку это повысит цену истощения природного капитала и быстрее вызовет технические изменения, которые они предсказывают)» [2, с. 37,45].

На основе исследований [3,4] названные авторы выделяли два основных типа природного капитала: «1) возобновляемый или активный природный капитал и 2) не возобновляемый или пассивный природный капитал» [2, с. 38], образующие общий природный капитал, использование которого необходимо облагать налогом. По их мнению, «доказательством такого восприятия являются парниковый эффект, истощение озонового слоя, кислотные дожди и общее снижение многих аспектов качества жизни. Было бы полезно иметь более точные количественные показатели этих предполагаемых затрат точно так же, как было бы полезно иметь при себе высотомер, когда мы выпрыгиваем из самолета» [там же, с.45].

Концепция «природного капитала» также отражена в трудах [5,6,7], причем культурную генеалогию данной концепции представил Parker J., когда ключевой точкой отсчета является подход «пяти столиц» из книги Джонатона Поррита 2005 г. Oliver T.H. проанализировал достоинства и недостатки концепции природного капитала, а Foster J. считает недопустимым привязывать ценности природных ресурсов и возможности экологических систем к конституирующему естественному контексту. Clark R. говорит о роли природы в применении природного капитала и рисках потери природы, предлагая сконцентрироваться на предоставлении людям экологических товаров и услуг [8].

При изучении научной дисциплины экологической («зеленой») экономики или биоэкономики, природный капитал считается главным понятием, в том числе, создаваемые им экосистемные услуги. По версии ФАО, экосистемные услуги «создают возможности для жизни людей, например, путем предоставления им калорийной пищи и чистой воды, регулирования заболеваний и климата, содействия опылению культур и формированию почв, а также обеспечению рекреационных, культурных и духовных выгод» [9].

Выделяют четыре типа услуг, предоставляемых мировыми экосистемами: услуги по снабжению, услуги по поддержке, услуги по регулированию и услуги культурного характера. При этом, одним из направлений на современном этапе исследования является моделирование экосистемных услуг для сохранения плодородия почвы. Так, Эстель Доминати с коллегами выявила проблему недостаточного исследования темы: «в какой степени сельское хозяйство может обеспечить экологическую устойчивость при сохранении текущих уровней прибыльности» [10].

В свою очередь, представители белорусской научной школы под руководством А.В. Неверова и И.П. Деревяго в понятие природного капитала вкладывают «все элементы природно-ресурсного потенциала (в воспроизводстве которых существует объективная потребность обществ), приносящие эколого-экономический эффект и осуществляющие вклад в приращение национального богатства в течение длительного периода» [11, с. 124]. Другой ее последователь, Л. Давыденко в своей статье рассматривает методы и приемы экономической оценки природного ка-

питала, так как «универсального экономического метода оценки состояния природной среды и комплексной оценки ущерба в связи с экологическим загрязнением окружающей среды пока не существует. Каждый из методов имеет ограниченное применение, в основном по причине неточных данных» [12, с. 50].

В российском научном сообществе первое упоминание о понятии «природный капитал» связано с исследованиями восточно-сибирской научной школы под руководством И.П. Глазыриной и ее последователей: И.А. Забелина, Е.А. Клевакина и др. Природный капитал, по мнению И.П. Глазыриной, «порождает потоки природных ресурсов, используемых в хозяйственной деятельности, которые являются аналогом товаров. Кроме того, он обеспечивает нашу планету тем, что называется «услугами экосистем» по аналогии с рыночными услугами, которые «предоставляет» произведенный капитал» [13, с. 151]. Возможностям расчета рентабельности природного капитала посвящены труды ученых Тульского государственного университета под руководством Н.П. Иватанова и И.А. Стоянова. Представители московской школы С.Н. Бобылев и В.М. Захаров специализируются в основном в области определения платы за пользование экосистемных услуг и особо охраняемых природных зон (ОООПТ) [14].

Таким образом, на основе краткого обобщения научных подходов, можно отразить основные направления современных исследований по проблеме природного капитала (рис. 1).

Как представляется, все они направлены на минимизацию неблагоприятного воздействия на окружающую среду, в том числе в ходе сельскохозяйственной деятельности, что является актуальным в решении проблемы уменьшения концентрации загрязняющих веществ в водных объектах при одновременном достижении высокой эффективности производства в аграрном секторе.

Отметим, что предпосылкой и одним из механизмов бережного отношения к природным ресурсам сельской местности является принятие в августе 2018 г. Федерального закона об органическом сельском хозяйстве, который «регулирует отношения, связанные с производством, хранением, транспортировкой, маркировкой и реализацией органической продукции», когда «применяются способы, методы и технологии,

направленные на обеспечение благоприятного состояния окружающей среды, укрепление здоровья человека, сохранение и восстановление плодородия почв» [15].

Это будет способствовать формированию благоприятных социально-экономических условий для внедрения безотходных и малоотходных технологий, постепенному восстановлению поврежденных или истощенных возобновляемых ресурсов (рекультивация земель и т.д.), уменьшению загрязнения водных источников. Указанное дополняет положения Главы 6 «Охрана водных объектов» Водного кодекса Российской Федерации и другие нормативные документы, включая меры по защите экосистем в рамках международной Конвенции по защите морской среды Балтийского моря (Хельсинкская конвенция). Следовательно, необходим постоянный мониторинг ситуации, в том числе мотивации и возможных объемов инвестиций в природный капитал, как важнейшего элемента воспроизводственного процесса хозяйствующих субъектов аграрной экономики.

С этой целью, при финансовой поддержке международного проекта WATERDRIVE, который сочетает экологические цели с задачами социально-экономического развития сельской местности на основе адаптации к ним мелиоративной системы сельскохозяйственных земель в условиях Северо-Запада России, авторами был проведен анкетный опрос представителей сельскохозяйственных товаропроизводителей и органов управления двух регионов Северо-Западного федерального округа.

Результаты анкетирования позволяют сделать ряд выводов.

**Во-первых**, экологическое состояние фермы и окружающей среды выступает важным аспектом сельскохозяйственной деятельности (так считают более 80% опрошенных фермеров и специалистов СХО в Ленинградской и Калининградской областях). При этом состояние почвы и воды является наиболее значимым в среднесрочной и долгосрочной перспективе для респондентов Ленинградской области (рис. 2,3).

Государственная поддержка представляет собой существенный стимул в реализации мероприятий, касающихся управления водными ресурсами. В частности, по мнению участников опроса, мелиоративные мероприятия

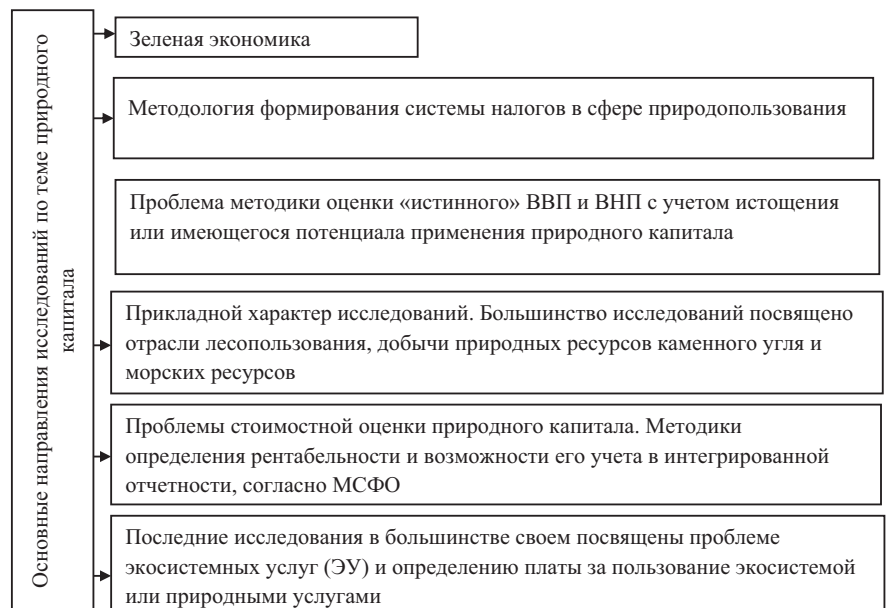


Рис.1. Основные направления исследований по проблеме природного капитала

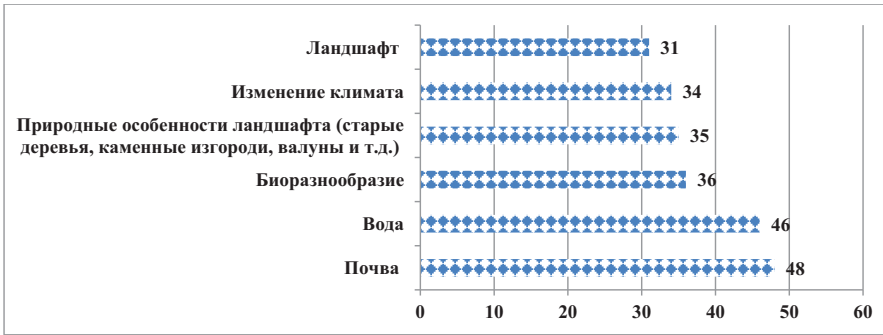


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос: «О влиянии экологического состояния фермы и окружающей среды на управленческие решения и определение наиболее важных факторов» в краткосрочной перспективе (3 года) (результаты по Ленинградской области)

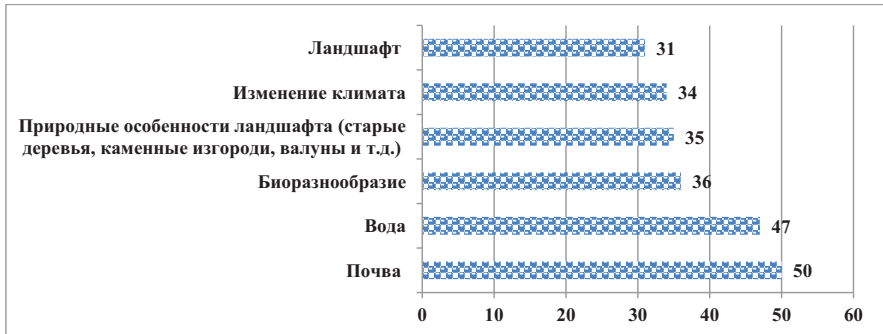


Рис. 3. Распределение ответов респондентов на вопрос: «О влиянии экологического состояния фермы и окружающей среды на управленческие решения и определение наиболее важных факторов» в долгосрочной перспективе (10 лет) (результаты по Ленинградской области)

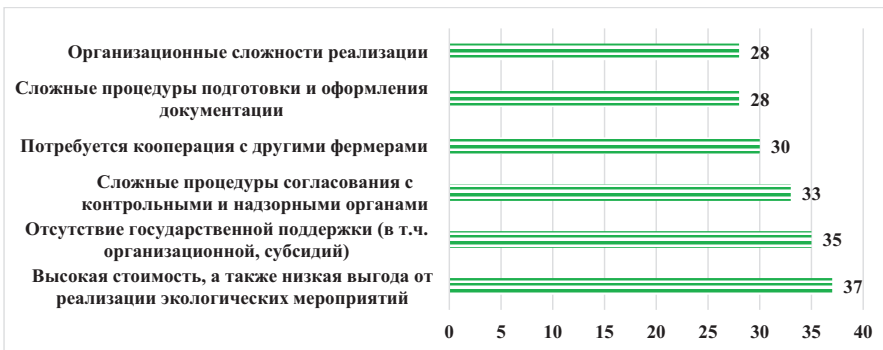


Рис. 4. Распределение ответов респондентов на вопрос «Если вы принимаете решение не инвестировать в реализацию каких-либо мероприятий, касающихся управления водными ресурсами, поясните причину вашего решения?» (результаты по Ленинградской и Калининградской областям)

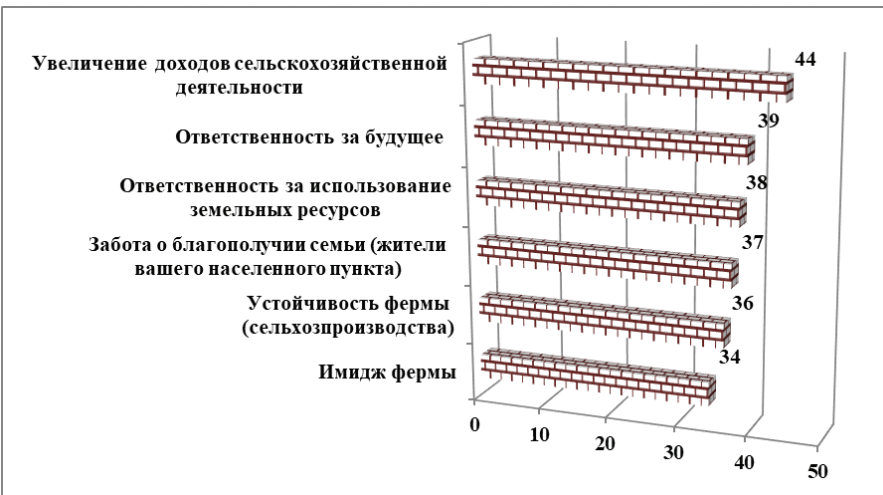


Рис. 5. Распределение ответов респондентов на вопрос «Если вы решили инвестировать в мероприятия, касающиеся управления водными ресурсами, без какой-либо государственной поддержки — что вами движет?» (результаты по Ленинградской области)

являются первоочередными, а строительство вэтлидгов — второстепенным в силу низкой информированности сельхозпроизводителей о возможностях и параметрах данных технологий.

При этом наиболее значимыми препятствиями для реализации мероприятий, касающихся управления водными ресурсами для сельхозпроизводителей Ленинградской и Калининградской областей, выступают высокая стоимость и низкий эффект от реализации экологических мероприятий, недостаточный уровень государственной поддержки (в т.ч. субсидирования и организационной) (рис. 4).

Опрос показал, что реализуя экологические проекты, сельхозорганизации и фермеры нацелены в первую очередь на повышение доходности сельскохозяйственной деятельности, сохранение и накопление потенциала земельных и водных ресурсов для будущих поколений (рис. 5, 6).

**Во-вторых**, следует отметить низкую степень осведомленности респондентов о технологиях применения биофильтров.

В качестве первоочередного направления инвестирования в мероприятия, направленные на улучшение водных ресурсов на территории хозяйства (при условии получения субсидированной поддержки в размере 700 тыс. руб.), опрошенные отметили вариант создания/улучшения мелиоративных систем. Однако, руководители хозяйств в связи с неосведомленностью о практике использования современных технологий (вэтлидгов, биофильтров и т.д.), и недостаточной их распространенностью на отечественном рынке не готовы к внедрению. Поэтому строительство дренажных систем очистки воды (вэтлидги, биофильтры), реализация мероприятий по связыванию углерода в почве, создание буферной зоны путем посева различных растений являются второстепенными мероприятиями. Тем не менее, как следует из опроса, реализация пилотных проектов по строительству вэтлидгов на территории Ленинградской и Калининградской областей позволит накопить и обобщить опыт, чтобы транслировать его в отраслях АПК и сельской местности (рис. 7).

**В-третьих**, по мнению представителей местных властей, в Калининградской и Ленинградской областях наиболее значимой является информация о качестве воды водоемов и в естественных водоемах, а также о состоянии и статусе навозохранилищ. Информация о дренажных проектах является менее важной (табл. 1). Это еще раз подтверждает предыдущий вывод, а опрос представителей муниципальной власти Ленинградской области показал, что проблема накопления и сброса сточных вод с полей не является острой, но первостепенной проблемой респонденты считают задачи по утилизации навоза.

Все участники анкетного опроса среди представителей муниципальных властей сошлись во мнении о недостаточной их информированности о проблемах, связанных с состоянием и использованием водных ресурсов, таких как качество воды в водоемах, соблюдение стандартов качества воды на очистных сооружениях, качество питьевой воды в общественных скважинах, состояние сточных вод в осадочных резервуарах, возможности применения дренажных проектов, в целом наличие водных ресурсов или их дефицит.

При этом анкетированные отметили необходимость улучшения взаимодействия с местными сельхозпроизводителями по вопросам состояния и использования водных ресурсов в следующих направлениях:

1. Усиление контроля за использованием минеральных удобрений фермерами, повышение доли внесения на поля органических удобрений





(например, в Выборгском районе Ленинградской области сельхозпроизводители больше отдают предпочтения переработанным органическим удобрениям в растениеводстве).

2. Улучшение доступа к водным объектам.

3. Предотвращение процесса застоя воды в мелиоративных сооружениях до попадания ее в водоприемники и местные водоемы.

4. Усиление информационной поддержки и сопровождения проектов по мелиорации и вовлечение в них большего количества фермеров.

5. Привлечение квалифицированных инженеров-экологов для повышения компетентности местных органов власти в данном вопросе.

Несмотря на то, что сохранение природного капитала в системе факторов устойчивого развития сельских территорий является ключевым, в ходе анкетирования, сельхозпроизводителей, заинтересованных в реализации пилотного проекта по строительству вэтлиандов, в Ленинградской области не было выявлено, что связано с высокими объемами финансовых вложений.

**Область применения результатов**

Результаты исследования могут представлять интерес при разработке региональных концепций и планов рационального природопользования с учетом конкретных условий сельской местности. Реализация пилотных проектов по строительству вэтлиандов на территории Ленинградской и Калининградской областей в рамках международного проекта WATERDRIVE, позволит накопить соответствующий опыт и транслировать его в отраслях АПК и сельских территориях.

**Выводы**

Рациональное использование природного капитала является залогом устойчивого экономического развития сельских территорий в долгосрочной перспективе при одновременном росте социального и человеческого капитала. Результаты анкетного опроса показали, что местная власть и представители сельхозпроизводителей готовы продолжать работу в экологическом направлении, при условии реализации государственной поддержки в сфере управления водными ресурсами. Между тем, руководители хозяйств из-за недостаточной своей осведомленности о современных технологиях (вэтлиандов, биофильтров) и ограниченном распространении их на отечественном рынке не готовы к их внедрению, при осознании всей важности мелиоративных мероприятий. Таким образом, необходимы как более активные меры бюджетной поддержки природоохранных мероприятий, так и широкая информационно-просветительская работа. Продолжение научных исследований по данной проблеме, безусловно, будет способствовать консолидации усилий и эффективности рассмотренных мер. В совокупности это обеспечит решение стоящей актуальной задачи по рациональному использованию природного капитала в долгосрочной перспективе.

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность за финансовую поддержку проведенного исследования Программе «Интеррег. Регион Балтийского моря» 2014-2020 (программа трансграничного сотрудничества России, государств-членов ЕС и Норвегии, нацеленная на укрепление межрегионального сотрудничества, развития инновационного, транспортного и экологического потенциала региона Балтийского моря), а также участникам международного

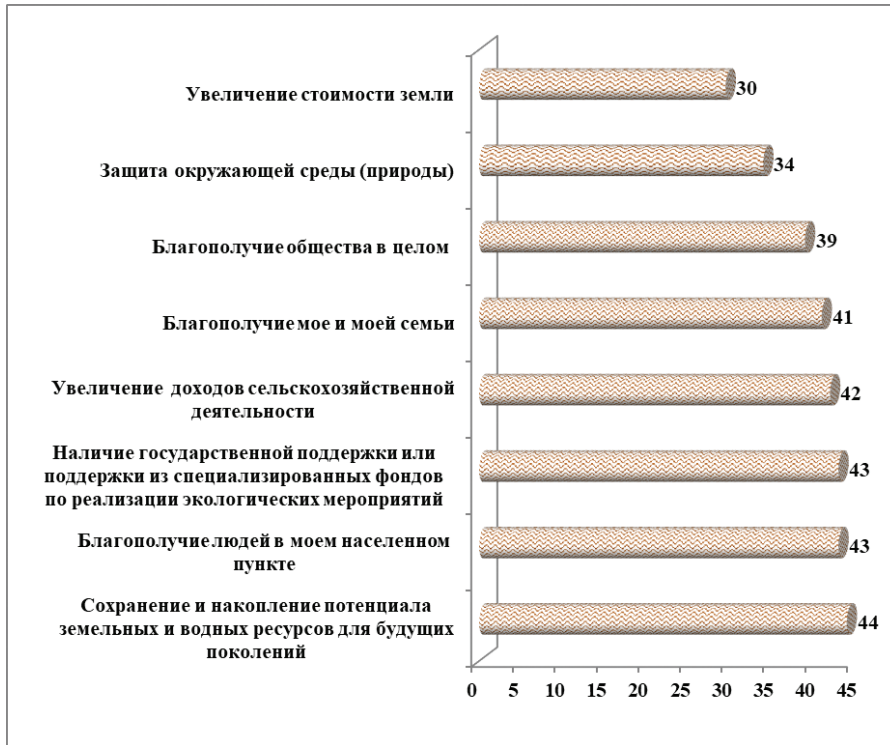


Рис. 6. Распределение ответов участников опроса о стимулах к реализации мероприятий, касающихся управления водными ресурсами (результаты по Ленинградской области)



Рис. 7. Распределение ответов участников на вопрос о приоритетности мероприятий, направленных на улучшение водных ресурсов на территории хозяйства (результаты по Ленинградской и Калининградской областям)

Таблица 1

Рейтинг ответов представителей муниципальной власти на вопрос: «В какой области, на Ваш взгляд, местная власть должна быть лучше информирована?»

Области управления водными ресурсами	*	**
Качество воды водоемов	1	2
Качество воды в естественных водоемах	2	3
Статус навозохранилищ	3	1
Качество воды сбросов сточных вод	4	4
Качество воды в колодцах на фермах и в домашних хозяйствах	5	5
Наличие водных ресурсов/дефицит для домашних хозяйств и предприятий	6	7
Состояние резервуаров для отложений сточных вод на фермах и домашних хозяйствах	7	6
Дренажные проекты	8	8
Статус водных экосистем и видов	9	9

\* Результаты по Ленинградской и Калининградской областям

\*\* Результаты по Ленинградской области



проекта WATERDRIVE #R094, реализующегося в рамках данной Программы в Ленинградской и Калининградской областях России, за плодотворное сотрудничество, обмен опытом и полезными идеями по сохранению природной среды сельских территорий.

### Литература

1. Костяев А.И. Концептуальные подходы к развитию сельских территорий с учётом европейского опыта // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Том 67. № 6. С. 141-148.
2. Costanza R., Daly H. (1992). Natural capital and sustainable development // *Conservation Biology*. Vol. 6, No.1. P. 37-46.
3. El Serafy S. (1989). The Proper Calculation of Income from De-Pleatable Natural Resources. Ahmad Y.J., El Serafy S. and Lutz E., eds. Environmental Accounting for Sustainable Development. A UNEP-World Bank Symposium. The World Bank. Washington, D. C., pp. 10-18.

### Об авторах:

**Пonomarev Михаил Александрович**, научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3919-3236>, m.a.ponomarev@gmail.com  
**Никонова Наталья Александровна**, кандидат экономических наук, научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1504-7253>, 79127462539@mail.ru  
**Никонов Алексей Григорьевич**, научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1700-6463>, scienceeconomy@yandex.ru  
**Дибирова Хапсат Абуспяновна**, младший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5857-7975>, mag-dibirov@yandex.ru

## PRESERVATION OF NATURAL CAPITAL IN THE SYSTEM OF FACTORS OF ENVIRONMENTALLY SAFE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS

M.A. Ponomarev, N.A. Nikonova, A.G. Nikonov, Kh.A. Dibirova

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Institute of Agricultural Economics and Rural Development, Pushkin, Russia

The article deals with scientific schools and the main areas of research on the topic of natural capital in connection with modern environmental problems that limit economic growth. The purpose of the study was to analyze the possibilities of preserving and improving the state of water resources, as the most important element of the natural capital of rural areas. To study the motivation and possible volumes of investment in natural capital on the part of economic entities of the agricultural economy, a questionnaire survey of agricultural producers, as well as representatives of municipal authorities in the Leningrad and Kaliningrad regions was used. In the course of research, it was found that the most important factor in the implementation of measures related to water resources management is state support. Despite the fact that the ecological state of the environment is significant in agricultural activities for more than 80% of respondents, the environmental aspect in decision-making by farm managers is inferior to their economic interests. Therefore, the types of land reclamation activities that are financially supported by the state are carried out. Also, the high cost of projects and their low impact are additional obstacles to the implementation by agricultural producers of these regions of measures to reduce the concentration of pollutants in water bodies. This is due to the lack of modern technologies (wetlands and biofilters) on the Russian market, which are widely used in European countries. At the same time, it is possible to note the low level of awareness of respondents about the practice of using modern technological solutions, their weak awareness of problems related to the state and use of water resources. The results of the study allow us to conclude that there is a need for more active measures of budget support for environmental protection measures and strengthening of information and educational work in society.

**Keywords:** natural capital, rural areas, water resources, questionnaire survey.

### References

1. Kostyaev A.I. (2018). Kontseptual'nye podkhody k razvitiyu sel'skikh territorii s uchetom evropeiskogo opyta [Conceptual approaches to rural development taking into account the European experience]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka*, no 6, pp. 141-148.
2. Costanza R., Daly H. (1992). Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*. Vol. 6, no 1. P. 37-46.
3. El Serafy S. (1989). The Proper Calculation of Income from De-Pleatable Natural Resources. Ahmad Y.J., El Serafy S. and Lutz E., eds. Environmental Accounting for Sustainable Development. A UNEP-World Bank Symposium. The World Bank. Washington, D. C., pp. 10-18.
4. Pezzey J. (1989). Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development. Environment Department Working Paper, no. 15.
5. Parker J. (2018). Natural Capital: Ontology or Analogy?. In: Anderson V. (eds) Debating Nature's Value. Palgrave Pivot, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0_11)
6. Oliver T.H. (2018). Is the Concept of 'Natural Capital' Useful?. In: Anderson V. (eds) Debating Nature's Value. Palgrave Pivot, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0_6)
7. Foster J. (2018). Natural Capital and the Tragedy of Environmental Value. In: Anderson V. (eds) Debating Nature's Value. Palgrave Pivot, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0_12)
8. Clark R. (2018). Natural Capital: The Risks of Losing Sight of Nature. In: Anderson V. (eds) Debating Nature's Value. Palgrave Pivot, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99244-0_8)
9. Ekhosistemnye uslugi i bioraznoobrazie [Ecosystem services and biodiversity]. Available at: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/ru/>
10. Estelle J Dominati, Fleur JF Maseyk, Alec D Mackay, John M Rendel (2019). «Farming in a changing environment: Increasing biodiversity on farm for the supply of multiple ecosystem services». Authors (авторы статьи) Publication date 2019/4/20 Journal Science of the Total Environment. Volume 662 Pages 703-713. Publisher Elsevier.
11. Neverov A.V. & Derevyago I.P. (2005). Prirodnyi kapital v sisteme ustoychivogo razvitiya [Natural capital in the system of sustainable development]. *Belorusskii ekonomicheskii zhurnal*, no 1, pp. 121-132.
12. Davydenko L. (2013). Prirodnyi kapital kak kategoriya stoimosti [Natural capital as a value category]. *Nauka i innovatsii*, no 6 (124), pp. 46-50.
13. Glazyrina I.P. (2001). Prirodnyi kapital v ehkonomie perekhodnogo perioda [Natural capital in the transition economy]. Moscow: NIA-Nature, REFA, 204 p.
14. Bobylev S.N. & Zakharov V.M. (2012). Na puti k ustoychivomu razvitiyu Rossii [On the way to sustainable development of Russia]. Byulleten' Instituta ustoychivogo razvitiya Obshchestvennoy palaty RF, no 60, 89 p.
15. Federal'nyi zakon ot 03.08.2018 N 280-FZ «Ob organicheskoi produktcii i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii» [Federal Law No. 280-FZ of 03.08.2018 «On Organic Products and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation»]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_304017/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/)

### About the authors:

**Mikhail A. Ponomarev**, researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3919-3236>, m.a.ponomarev@gmail.com  
**Natalia A. Nikonova**, candidate of economic sciences, researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1504-7253>, 79127462539@mail.ru  
**Aleksey G. Nikonov**, researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1700-6463>, scienceeconomy@yandex.ru  
**Khapsat A. Dibirova**, junior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5857-7975>, mag-dibirov@yandex.ru

m.a.ponomarev@gmail.com





# ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ, ВЛАГОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.В. Кузина

«Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» — филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Ульяновская обл., пос. Тимирязевский, Россия

Обработка почвы, особенно основная, является серьезным актом вмешательства в структуру почвы и протекающие в ней физико-химические процессы. Изучение физических почвенных процессов, приведение их в соответствие с потребностями культурных растений с целью получения максимально возможной величины урожая при одновременном сохранении плодородия почвы, является одной из актуальных задач земледелия. Целью наших исследований было проведение сравнительной оценки способов основной обработки почвы для оптимизации агротехники культуры и эффективного использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов. Исследования проводились в 2018-2020 гг. Почва опытного участка представлена слабовыщелоченным тяжелосуглинистым черноземом с содержанием гумуса 5,8%. Объектом исследований служила яровая пшеница, сорт «Ульяновская 100». В статье приводится сравнительная оценка способов основной обработки почвы по их влиянию на изменение параметров агрофизических и биологических показателей плодородия почвы, накопление ресурсов продуктивной влаги и ее расход на формирование урожая яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Установлено, что дифференцированная обработка почвы превосходила другие сравниваемые виды основной обработки по всем параметрам. На этом варианте содержание агрегатов агрономически ценного диапазона, по сравнению с традиционной вспашкой, увеличивалось на 3,4%, коэффициент структурности возрастал на 1,39 единиц, целлюлозоразлагающая активность микрофлоры усиливалась на 14,2%, обеспечивался наибольший запас продуктивной влаги в пахотном слое на 20%, в метровом слое — на 30%, что позволило получить дополнительно 1,5 ц зерна с гектара, при этом рентабельность производства зерна и коэффициент энергетической эффективности повышались на 52% и 16%, соответственно.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, структурно-агрегатный состав, водопрочность почвенных агрегатов, биологическая активность, влажность, обработка почвы, урожайность.

## Введение

В агрономической среде периодически остро встает вопрос: «пахать или не пахать?». Мнения производителей и деятелей науки порой кардинально разнятся. Не секрет, что и в научной среде накопилось множество противоречивых данных об эффективности отказа от плуга в пользу минимализации обработки почвы [1, 2, 3, 4]. Рационально построенные системы обработки почвы должны быть основой ресурсосберегающих технологий, так как обработка почвы при производстве сельскохозяйственной продукции является самой энергозатратной, самой дорогостоящей. И это сказывается на удорожании производимой продукции [5, 6, 7].

Разработка системы основной обработки почвы для зернопаровых севооборотов должна идти в направлении ее дифференциации при этом удовлетворяя требования высокоэффективного земледелия и охраны окружающей среды. Для направленной оптимизации агрофизических свойств черноземов и правильного выбора приемов, глубин и систем обработки необходимо знать степень их влияния на изменение этих свойств почвы в естественной полевой обстановке [8, 9]. Так как важнейшей особенностью сельскохозяйственной науки является ее агроэкологическая «адресность», т. е. приуроченность получаемой информации к конкретным почвенно-климатическим зонам, погодным условиям, видам и сортам растений, технологиям их возделывания [10,11,12]. Определенный интерес к почвозащитным технологиям в Улья-

новской области, сочетание операций при их использовании, недостаточные сведения о влиянии комбинированных орудий на агрофизические факторы плодородия и урожайность полевых культур делают актуальными проводимые нами исследования.

## Условия и методика проведения исследований

Исследования проводились в Ульяновском НИИСХ — филиале Самарского НЦ РАН в 2018-2020 гг. Почва опытного участка представлена слабовыщелоченным тяжелосуглинистым черноземом на желто-бурой карбонатной глине, который характеризуется средним содержанием гумуса 5,8%, (по Тюрину в модификации ЦИН АО, ГОСТ 26213-91), подвижного фосфора — 220-280 мг/кг (по Чирикову в модификации ЦИН АО, ГОСТ 26204-91), обменного калия — 70-90 мг/кг (ГОСТ 26204-91), суммы поглотенных оснований — 46-59 м.экв./100г (по Каппену-Гильковицу ГОСТ 26212-84).

Материалом для исследований служил сорт яровой пшеницы Ульяновская-100. Изучали следующие способы обработки почвы: отвальная (контроль) — вспашка на 20-22 см ПЛН-4-35; дифференцированная разноглубинная — под предшествующую культуру вспашка на 25-27 см, под яровую пшеницу дискование на 6-8 см; без основной осенней обработки, весной мелкая мульчирующая обработка на 10-12 см АПК-3; гребнекульная на 13-15 см ОП-3С; дисковая на 6-8 см БДМу; плоскорезная обработка на 13-15 см КПШ-3.

Предпосевная и послепосевная обработка почвы в вариантах опыта состояла из предпосевной культивации на глубину заделки семян (ОПО-4,25) и послепосевного прикатывания почвы (ЗККШ-6А). Посев проводили дисковой сеялкой СЗ-5,4, с нормой высева 5,5 млн всхожих семян на гектар.

Наблюдения, определения и учеты проводили по общепринятым методикам:

- *Влажность почвы* определялась методом высушивания. Пробы отбирались на двух соседних повторностях по две скважины по слою через 10 см глубиной до 1 м весной и осенью после уборки. Взятые образцы помещались в бьюксы, взвешивались, высушивались при температуре 140 °С в течении 6 часов. Содержание влаги в почве вычислялось в % от абсолютной-сухой почвы и в мм продуктивной влаги;
- *Плотность почвы*, определялась методом режущих колец, путем отбора проб с ненарушенным сложением (г/см<sup>3</sup>) в первой и третьей повторности, образцы отбирались в середине вегетации культур, в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см;
- *Структурно-агрегатный состав почвы* определялся по методу Н.И. Савинова. Почва фракционировалась на ситах в воздушно-сухом состоянии (сухое просеивание). Средняя проба 2,5 кг разделялась на фракции: 10, 10-7, 7-5, 5-3, 3-2, 2-1, 1-0,5, 0,5-0,25 и 0,25 мм. Каждая фракция собиралась отдельно взвешивалась и рассчитывалась ее процентное содержание, фракцию менее





0,25 мм рассчитывали по разности между взятой для анализа почвой и суммой фракций более 0,25 мм. За 100% принималась вся взятая для анализа навеска. По данным сухого просеивания рассчитывали коэффициент структурности;

- Биологическая активность почвы определяли методом льяных полотен — «аппликаций» по Вострову и Петровой за период инкубации (посев — уборка) в трехкратной повторности по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см (размер аппликаций 8 x 8 см);
- Учет урожайности проводился путем сплошного обмолота всей массы с учетной делянки комбайном СК-5. Данные по учету приводились к 100% чистоте и 14% влажности (ГОСТ 27548-97);
- Экономическая эффективность различных технологий основной обработки почвы, систем защиты растений анализировалась расчетно-нормативным методом и проводилась по Методическим рекомендациям МСХ РСФСР.
- Математическая обработка. Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов по Доспехову Б.А. (1979; 1985). Статистическая обработка результатов полевых опытов проводилась на персональном компьютере с использованием программы AGROS версия 2.06;

Годы исследований существенно различались по метеорологическим условиям. ГТК вегетационных периодов 2018, 2019, 2020 гг. составил соответственно — 0,5; 1,0; 1,3 при среднемголетнем показателе — 1,0.

### Результаты и обсуждение

Центральное место в физике почв занимает изучение их плотности сложения. Плотность твердой среды почвы зависит от химического и минералогического состава. Объемная масса характеризует плотность сложения, которая сказывается на водном, воздушном и тепловом режиме.

В среднем Поволжье распространены в основном плодородные черноземы. В многочисленных исследованиях установлено, что они обладают водопрочной структурой и устойчивым сложением, «равновесная» плотность, мало изменяющаяся во времени, находится на уровне оптимальных показателей для развития зерновых культур. Этот факт дает основание уменьшить интенсивность обработки по

глубине и кратности за счет минимализации ее приемов. Наши опыты подтвердили данное утверждение.

Обобщенные средние величины сложения пахотного слоя за три года исследований показали, что слои почвы в интервале 0-30 см на различных вариантах обработки имели плотность сложения в пределах 1,14-1,18 г/см<sup>3</sup> (табл. 1).

Наименьшая плотность сложения была на варианте с дифференцированной обработкой — 1,14 г/см<sup>3</sup>.

На контроле плотность сложения почвы была выше на 0,03 г/см<sup>3</sup> и составила 1,17 г/см<sup>3</sup>. На вариантах с плоскорезной, гребнекульной и дисковой обработкой она мало отличалась и составила 1,16-1,18 г/см<sup>3</sup>, различия не превышали 0,8%. Наибольшее уплотнение отмечалось на варианте с весенней мульчирующей обработкой, где плотность сложения пахотного слоя повысилась относительно отвальной и дифференцированной обработки на 2-4% и составила — 1,19 г/см<sup>3</sup>. Однако обобщенные средние величины сложения пахотного слоя на всех изучаемых вариантах обработки почвы не выходили за рамки оптимальных, установленных для яровой пшеницы в связи, с чем возможно их применение без ущерба для ее возделывания.

Во все сроки определения наименьшая плотность сложения почвы отмечалась в верхнем 10-сантиметровом слое, где весной она составила в среднем 1,09 г/см<sup>3</sup>, в уборку — 1,12 г/см<sup>3</sup>. В слоях 10-20 и 20-30 см плотность была выше соответственно на 9-11%. В уборку различия в плотности сложения между слоями почвы были менее значительными в пределах 3-8%.

Независимо от обработки почвы количество агрономически ценных фракций (0,25–10 мм) при сухом просеивании составило более 82%, а коэффициенты структурности превысили показатель 3,0, в связи с этим агрегатное состояние почвы на всех вариантах оценивалось как отличное.

Самое высокое содержание агрегатов агрономически ценного диапазона отмечено на вариантах где проводили гребнекульную и дифференцированную обработку. Их количество достигало 85,2-86%, а коэффициент структурности — 5,76-6,14. На контроле значения этих показателей составили 82,6% и 4,75. На остальных вариантах, показатели варьировали соответственно от 82,2 до 84,5% и от 4,62 до 5,45.

Содержание водопрочных агрегатов (диаметр от >0,25 мм) по вариантам обработки изменялось от 75,8 до 77,7%. Результаты опыта

показали, что беспашотные обработки положительно влияли на увеличение водопрочности почвенной структуры. При проведении дисковой, плоскорезной и гребнекульной обработки количество водостойчивых агрегатов возрастало на 1,4-1,6%, на вариантах мелкой весенней и дифференцированной обработки на 1,2-1,9% по сравнению с контролем. Обобщенные данные, показывают, что изменение водопрочности агрегатов по слоям почвы на разных обработках идет не одинаково. На варианте со вспашкой и гребнекульной обработкой их количество увеличивалось сверху вниз. На варианте с плоскорезной обработкой увеличение водопрочных агрегатов шло снизу в верх, а на вариантах с дисковой обработкой их больше содержалось в среднем (10-20 см) слое, чем в верхнем (0-10 см) и нижнем (20-30 см) слоях.

Таким образом, разные системы обработки почвы не только изменяют количество содержащихся в почве водопрочных агрегатов, но оказывают влияние на качественный состав водопрочной структуры.

Структурно агрегатный состав пахотного слоя существенно влияет на условия роста растений, изменяя физические свойства почвы. Они в свою очередь оказывают влияние на воздушный, тепловой и водный режимы, а также воздействуют на микробиологическую активность почвы.

Одним из показателей биологической активности почвы может служить деятельность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, учитываемая по разложению льняной ткани. Глубина обработки почвы играет важную роль при прохождении биологических процессов в почве. Биологическая активность почвы должна быть оптимальной, поскольку при низкой активности разложения растительных остатков и формирование пищевого режима идет медленно, а при очень высокой, процессы минерализации идут бурно, и гумусовых веществ образуется мало. В нашем опыте биологическая активность почвы зависела как от сложившихся погодных условий периода активной вегетации, так и способов основной обработки. Согласно шкале интенсивности разрушения клетчатки, за вегетационные периоды изучаемых нами лет она характеризовалась как средняя и составила в 2018 — 33,6%, в 2019 — 37,1%, в 2020 — 46,4%.

Деструкция льняной ткани при непрерывной трехмесячной экспозиции в среднем за 2018-2020 гг. была значительно связанной со

Изменение агрофизических свойств почвы, в зависимости от способов основной обработки 2018-2020 гг.

№	Слой почвы 0-30 см				
	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание агрономически ценных фракций (0,25–10 мм)	Содержание водопрочных агрегатов (> 0,25 мм), %	Коэффициент структурности	Биологическая активность, %
1	1,17	82,6	75,8	4,75	32,3
2	1,14	86,0	77,7	6,14	46,5
3	1,19	82,5	77,0	4,71	41,7
4	1,17	85,2	77,4	5,76	39,8
5	1,18	84,5	77,4	5,45	36,2
6	1,16	82,2	77,2	4,62	37,8
НСР <sub>05</sub>	0,017	1,842	0,230	0,313	2,644

Таблица 1





Влияние способов обработки почвы на запасы продуктивной влаги в посевах яровой пшеницы, мм 2018-2020 гг.

Варианты обработки	Весной		В уборку	
	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см
Отвальная на 20-22 см	33,3	105,0	25,7	84,7
Дифференцированная	40,0	137,1	29,0	96,2
Мульчирующая на 10-12см (весной)	25,1	90,9	16,8	68,1
Гребнекульная на 13-15см	34,7	122,9	25,4	88,6
Дисковая на 6-8 см	26,3	98,8	35,3	104,7
<b>Плоскорезная на 13-15 см</b>	<b>28,5</b>	<b>96,2</b>	<b>20,0</b>	<b>73,3</b>
НСР <sub>05</sub>	2,16	3,98	2,40	3,24

способами обработки почвы, на вспашке она составила 32,3%, на беспашотных обработках была выше на 3,9-9,4%. Преимущество по разложению клетчатки было за дифференцированной в севообороте обработкой, где целлюлозоразлагающая активность микрофлоры составила 46,5%, что было выше, чем на контроле на 14,2%.

Анализируя результаты исследований, интенсивности распада клетчатки по слоям почвы следует отметить, что она была неодинаковой. Слой почвы 0-10 см в среднем по вариантам обработки характеризовался меньшей биологической активностью, чем глубже лежащие слои 10-20 и 20-30см, соответственно, на 5,1 и 8,4%. Это объясняется более благоприятными условиями увлажнения нижних слоев.

Среди факторов, влияющих на жизнь растений, влаге принадлежит первое место по размерам потребления ее растениями и по затратам, связанным с обеспечением растений водой. Обработке почвы отводится большая роль в накоплении, сохранении и рациональном использовании почвенной влаги на формирование урожая.

Содержание продуктивной влаги мы определяли в период полных всходов и перед уборкой урожая послойно через 10 см глубиной до 1 м. Весной запасы влаги по всем вариантам обработки были достаточными для получения дружных всходов. Влажность пахотного слоя почвы находилась в пределах 25,1-40,0 мм, метрового 90,9-137,1 мм. Лучшую влагообеспеченность растениям создавала дифференцированная обработка, немного уступала ей гребнекульная обработка. На этих вариантах запасы влаги в метровом слое почвы увеличивались по сравнению с отвальной обработкой на 32,1-17,9 мм, причем преимущество их перед вспашкой сохранялось до фазы полной спелости яровой пшеницы. Эти различия достаточно высоки и положительно сказались на полевой всхожести семян, состоянии всходов и урожайности культуры.

Отсутствие механической обработки с осени на варианте с мелкой весенней обработкой привело к наименьшему накоплению влаги в результате интенсивного её испарения с поверхности почвы. Снижение запасов влаги в пахотном и метровом слое на этом варианте прослеживалось в течение всей вегетации культуры и составило, весной — 25% и 13%, в уборку — 35% и 19% по сравнению с контролем.

Определение остаточных запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в фазу полной спелости культуры выявило преимущество безотвальных способов обработки почвы

по сравнению со вспашкой. Соломенная мульча и концентрация влаги в верхних слоях почвы как следствие ресурсосберегающих систем обработки почвы, совместно дополняя друг друга, обеспечивали наиболее эффективное использование почвенной влаги. Разница в содержании влаги между отвальной, гребнекульной, дифференцированной и ежегодной дисковой обработкой составила, соответственно, 3,9 — 11,5 — 20,0 мм, в пользу последних.

Важным показателем эффективности способов обработки почвы является расход продуктивной влаги на единицу урожая — коэффициент водопотребления, который зависит не только от общего расхода влаги, но и от уровня урожайности культуры.

В среднем за годы исследований на одну тонну зерна яровой пшеницы на вариантах с дисковой и гребнекульной обработкой расходовалось наименьшее по сравнению с другими вариантами количество влаги (62,4-63,1 мм/т). На контроле коэффициент водопотребления был выше на 4,5-5,2 мм/т и самый высокий коэффициент водопотребления отмечался на варианте с мелкой весенней обработкой (77,0 мм/т), а урожайность на этом варианте заметно уступала остальным обработкам.

Таким образом, применение дисковой и гребнекульной обработки под яровую пшеницу позволяет повысить эффективность использования влаги более чем на 7% по сравнению с традиционной вспашкой.

Эффективность любых агротехнических приемов, в конечном итоге, оценивается выходом продукции с гектара пашни. Урожайность на вариантах опыта варьировала в пределах от 3,26 до 3,73 т/га. В среднем за годы исследований более эффективной по действию на продуктивность яровой пшеницы оказалась дифференцированная в севообороте обработка, где урожайность изучаемой культуры составила 3,73 т/га. Из безотвальных обработок наибольший сбор зерна, с 1 га обеспечила гребнекульная обработка — 3,63 т/га. Далее в убывающей последовательности шли отвальная, дисковая и плоскорезная обработки, где было получено практически одинаковое количество зерна 3,58-3,55-3,52 т/га. Различия между этими вариантами были не достоверными и находились в пределах НСР (0,099 т/га). Самые низкие показатели были получены на варианте с мелкой весенней обработкой, где урожайность культуры снижалась на 0,32 и 0,47 т/га, или на 12-17% по сравнению с отвальной и дифференцированной обработкой.

Общие затраты на производство зерна при ежегодной отвальной обработке составили в

среднем 12335 руб./га, себестоимость 1 тонны зерна 4781руб. на варианте с дифференцированной обработкой эти показатели были ниже соответственно на 18 — 25%. Условно чистый доход и рентабельность по вспашке составили 13465 руб./га и 109%, на варианте с дифференцированной обработкой эти показатели были выше на 25% и 52%.

Варианты гребнекульной, плоскорезной и поверхностной обработки дисковой бороной по эффективности несколько уступали дифференцированной обработке, однако имели показатели лучше, чем на контроле. Эти обработки обеспечили снижение производственных затрат по сравнению с традиционной вспашкой соответственно на 14-15-18% что позволило снизить себестоимость полученной продукции на 16-13-17% и повысить рентабельность производства на 33-26-35%.

Таким образом, результаты исследований показали, что замена традиционной зяблевой вспашки на ресурсосберегающие технологии, включающие в себя гребнекульную, плоскорезную и дисковую обработку позволила добиться более рентабельных посевов, не приводила к переуплотнению и ухудшению агрофизических свойств пахотного слоя почвы, формировала урожайность яровой пшеницы на уровне вспашки. Наиболее благоприятные условия по водно-физическим свойствам чернозёма выщелоченного и биологической активности почвы складывались на варианте с дифференцированной обработкой, которая обеспечивала наибольшее накопление продуктивной влаги в пахотном слое, что способствовало дружным всходам и привело к повышению урожайности яровой пшеницы на 0,15 т/га по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Производственные затраты и себестоимость продукции на этом варианте по отношению к контролю снижались в среднем на 18 и 25%. Условно чистый доход и коэффициент энергетической эффективности повышались соответственно на 25% и 16%.

**Литература**

1. Никитин С. Н., Сайдышева Г.В. Продуктивность яровой пшеницы при применении биологических препаратов и последствие органических удобрений // Международный научный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1(4). С. 29-33.
2. Сабитов М.М., Науметов Р.В., Шарипова Р.Б. Влияние комплексного применения средств химизации на основные заболевания и засоренность яровой пшеницы // Пермский аграрный вестник. 2015. № 3 (11). С. 25-32.



3. Кузина Е.В. Изменение урожайности озимой пшеницы и качества зерна в зависимости от способов основной обработки почвы и уровня удобренности // Аграрный научный журнал. 2016. № 11. С. 24-29.

4. Сабитов М.М. Возделывание яровой пшеницы при разных уровнях интенсификации // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 20-23.

5. Кузина Е.В. Влияние способов основной обработки почвы и фоно-в питания на продуктивность культур севооборота // Пермский аграрный вестник. 2017. № 4 (20). С. 75-80.

6. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Toigildin A.L. Biopreparations in the spring wheat fertilization system // Research

Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. No. 1(8). P. 796-1800.

7. Г.Н. Черкасов и др. Плодородие чернозема типичного при минимализации основной обработки // Земледелие. 2012. № 4. С.23-24.

8. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8.

9. Миникаев Р.В., Каримова Л.З., Таланов И.П. Изучение приемов основной обработки почвы и удобрений при выращивании яровой пшеницы // Агротехнический вестник. 2015. № 6. С. 11-14.

10. Raimanova I. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain // Haberle. Rapid Commun: Mass Spectrom. 2010. No.3 (24). P. 261-266.

11. Солодовников А.П., Лёвкина А.Ю. Влияние способов обработки почвы и агрохимикатов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Саратовском Заволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 3. С. 29-35.

12. Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies / Research Journal of international Studies // Mezhdunarodny naueno-issledovatel'skij zurnal. 2013. No. 4 (11). P. 131-134.

#### Об авторе:

**Кузина Елена Викторовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией обработки почвы, старший научный сотрудник отдела земледелия и технологий, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, [elena.kuzina@autorambler.ru](mailto:elena.kuzina@autorambler.ru).

## THE INFLUENCE OF TILLAGE METHODS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEMS, THE MOISTURE CONTENT OF CROPS AND THE YIELD OF SPRING WHEAT

**E.V. Kuzina**

Samara federal research scientific center RAS, Ulyanovsk scientific research agriculture institute, Ulyanovsk region, Timiryazevsky village, Russia

Tillage, especially basic tillage, is a serious act of interference with the structure of the soil and the physical and chemical processes occurring in it. The study of physical soil processes, bringing them in line with the needs of cultivated plants in order to obtain the maximum possible yield while maintaining soil fertility, is one of the urgent tasks of agriculture. The purpose of our research was to conduct a comparative assessment of the methods of basic tillage, to optimize the agricultural technology of the crop and to effectively use the natural resource potential of agricultural landscapes. The research was conducted in 2018-2020. The soil of the experimental site is represented by slightly leached heavy-loamy chernozem with a humus content of 5.8%. The object of research was spring wheat, the variety «Ulyanovsk 100». The article presents a comparative assessment of the methods of basic tillage by their influence on the change in the parameters of agrophysical and biological indicators of soil fertility, the accumulation of productive moisture resources and its consumption for the formation of the spring wheat crop in the forest-steppe of the Middle Volga region. It was found that differentiated tillage was superior to other types of basic tillage compared in all parameters. In this variant, the content of aggregates of agronomically valuable range in comparison with traditional plowing increased by 3.4%, the structural coefficient increased by 1.39 units, the cellulose-decomposing activity of microflora increased by 14.2%, the largest reserve of productive moisture in the arable layer was provided by 20% in the meter layer by 30%, which allowed to obtain an additional 1.5 c. grain per hectare, while the profitability of grain production and the energy efficiency coefficient increased by 52% and 16%.

**Keywords:** spring wheat, structural and aggregate composition, water resistance of soil aggregates, biological activity, humidity, tillage, yield.

#### References

1. Nikitin S.N., Sajdyasheva G.V. (2018). *Produktivnost' yarovoj pshenicy pri primeneni biologicheskikh preparatov i posledejstvija organicheskikh udobrenij* [Productivity of spring wheat in the application of biological preparations and the aftereffect of organic fertilizers]. *Mezhdunarodnyj nauchnyj sel'skhozajstvennyj zhurnal*. [International Scientific Agricultural Journal], no. 1-4, pp. 29-33.

2. Sabitov M.M., Naumetov R.V., Sharipova R.B. (2015). *Vliyanie kompleksnogo primeneniya sredstv himizacii na osnovnye zabolevaniya i zasorennost' yarovoj pshenicy* [Influence of complex application of chemical agents on the main diseases and contamination of spring wheat]. *Perm'skij agrarnyj vestnik* [Perm Agrarian Bulletin], no. 3 (11), pp. 25-32.

3. Kuzina E.V. (2016). *Izmenenie urozhajnosti ozimoi pshenicy i kachestva zerna v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i urovnya udobrennosti* [Changes in the yield of winter wheat and grain quality depending on the methods of basic tillage and the level of fertilization]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 11, pp. 24-29.

4. Sabitov M.M. (2017). *Vozdelyvanie yarovoj pshenicy pri raznyh urovnyah intensifikacii* [Cultivation of spring wheat at different levels of intoxication]. *Zashchita i karantin rastenij* [Protection and quarantine of plants], no. 3, pp. 20-23.

5. Kuzina E.V. (2017). *Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i fonov pitaniya na produktivnost' kultur sevooborota* [Influence of the methods of basic tillage and the background of nutrition on crop rotation productivity]. *Perm'skij agrarnyj vestnik* [Perm'skij agrarian vestnik], no. 4 (20), pp. 75-80.

6. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Toigildin A.L. (2017). *Biopreparatsii v sisteme urodovneniya yarovoj pshenicy* [Biopreparations in the spring wheat fertilization system]. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, no. 1(8), pp. 1796-1800.

7. G.N. Cherkasov i dr. (2012). *Plodorodie chernozema tipichnogo pri minimalizacii osnovnoj obrabotki* [The fertility of typical chernozem with minimization of the main processing]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 4, pp. 23-24.

8. Kiryushin V.I. (2018). *Zadachi nauchno-inovacionnogo obespecheniya zemledeliya Rossii* [Problems of scientific and innovative support of agriculture in Russia]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 3, pp. 3-8.

9. Minikaev R.V., Karimova L.Z., Talanov I.P. (2015). *Izuchenie priemov osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij pri vyrashchivani yarovoj pshenicy* [Studying the techniques of basic soil treatment and fertilizers in the cultivation of spring wheat]. *Agrohicheskij vestnik* [Agrochemical vestnik], no. 6, pp. 11-14.

10. Raimanová I. (2010). The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain. *Haberle. Rapid Commun: Mass Spectrom*, 24, pp. 261-266.

11. Solodovnikov A.P., Levkin A.Yu. (2020). *Vliyanie sposobov obrabotki pochvy i agrohikmatov na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoi pshenicy v Saratovskom Zavolzhe* [The influence of methods of soil treatment and agrochemicals on the yield and quality of winter wheat grain in the Saratov Zavolzhe]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 3, pp. 29-35.

12. Lapshinov N A., Paklet V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. (2013). Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies. *Mezhdunarodny naueno-issledovatel'skij zurnal*, no. 4 (11), pp. 131-134.

#### About the author:

**Elena V. Kuzina**, candidate of agricultural sciences, head of laboratoria tillage, department of agriculture and technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, [elena.kuzina@autorambler.ru](mailto:elena.kuzina@autorambler.ru)

[elena.kuzina@autorambler.ru](mailto:elena.kuzina@autorambler.ru)





# РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

И.А. Приходько<sup>1</sup>, В.И. Степанов<sup>2</sup>, Т.И. Сафронова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

<sup>2</sup>НЧОУ ВО «Алтайский экономико-юридический институт», г. Барнаул, Россия

Производство риса занимает одну из лидирующих позиций в крупном секторе России. Однако возделывание риса сопряжено с высокой антропогенной нагрузкой на почвы рисовых оросительных систем, в результате которой лугово-черноземные, луговые, аллювиальные лугово-болотные почвы водохозяйственно-ирригационного комплекса Нижней Кубани с началом использования под рисосеяние теряют благоприятные физические свойства, становясь деградированными, слитыми, вязкими, оглееными образованиями. Поэтому в настоящее время важнейший класс экономико-экологических задач связан с охраной окружающей среды от загрязнения антропогенными выбросами. Фактор загрязнения является лимитирующим в решении экологических проблем. Важнейшим показателем вредности экологической опасности загрязнения есть функция от концентрации загрязнителей, которая в зависимости от типа вредного вещества является либо неограниченно возрастающей функцией, либо функцией с ярко выраженными зонами нечувствительности или насыщения. В статье рассмотрена имитационная модель водоохранной системы, позволяющая выполнять текущее прогнозирование экологической обстановки. Основой разработанной имитационной модели является математическое описание причинно-следственных связей, действующих в изучаемой системе. В работе использован методический подход, который позволяет быстро и точно оценить экологическую эффективность намечаемых мероприятий и из разных по эффективности программ выбрать ту, которая требует минимальных затрат на свою реализацию. В наших исследованиях предлагается подход, дающий возможность получения количественной оценки различных факторов, влияющих на урожайность риса. Использование разработанной имитационной модели в разнообразных природных условиях и сельскохозяйственных специализациях регионов России работниками агропромышленного комплекса позволит оптимально размещать производительные силы и получать запрограммированные урожаи риса без снижения агроресурсного потенциала почв.

**Ключевые слова:** рисоводство, мелиорация, урожайность, имитационная модель, факторы почвообразования.

## Введение

Производство риса — одно из основных направлений сельского хозяйства на Кубани [1-3]. Возделывание риса осуществляется на рисовых оросительных системах, площадь которых только в Краснодарском крае превышает 120 тыс. га [4].

Процесс получения урожая риса связан со стохастической природой почвенных свойств — их значения, в основном, динамичны во времени, определяются суммарным вкладом многих факторов почвообразования, разнообразными комбинациями элементарных почвенных процессов [5,6].

В повышении качества урожая играют важную роль экологические факторы почв, которые в свою очередь, можно разделить на физические (влажность, температура, структура и пористость) и химические (реакция среды, засоленность) [7]. В связи с этим исследования, направленные на познание причин изменения этих факторов, закономерностей, определяющих степень их влияния на плодородие почвы и урожайность культуры риса, порога возникновения неблагоприятных процессов в почве, динамики их развития в результате хозяйственной деятельности, а также ранжирование их по степени влияния как на урожайность и качество получаемого зерна риса, так и между самими факторами являются очень важными и актуальными для разработки современной методологии возделывания риса, которая позволит повысить продовольственную безопасность России [8,9]. В связи с тем, что рис является влажнотерпимой культурой и почва большую часть

периода вегетации находится в переувлажненном состоянии, то совершенствование водопользования напрямую влияет на повышение экологических факторов в получении гарантировано-высоких урожаев риса.

## Материал и методика исследований

Для оценки эффективности программы природоохранных мероприятий необходимо иметь точные представления о процессах деградации литосферы и гидросферы под влиянием загрязняющих веществ, а также процессах восстановления природной среды в результате природоохранных мероприятий [10].

Основой имитационной модели является математическое описание причинно-следственных связей, действующих в изучаемой системе. Для эколого-экономических систем, включающих водные и почвенные ресурсы мелиоративных систем, такими связями яв-

ляются [11]: 1) связь между расходом оросительной воды и концентрацией органических и биогенных веществ, а также механическими примесями в оросительной воде при поступлении ее из водоисточника в оросительную сеть и при сбрасывании ее в водоотводную сеть; 2) связь между концентрацией механических примесей, органических и биогенных веществ в оросительной воде (дренажно-сбросном стоке) рисовой оросительной системы и уровнем (характером) экологических последствий  $E$ ; 3) связь между уровнем экологических последствий и комплексом агромероприятий, выбранных хозяйством для повышения эффективности очистки оросительной воды (дренажно-сбросного стока) на рисовой оросительной системе.

Последняя связь является обратной и изучаемую эколого-экономическую систему можно рассматривать как управляемую систему с обратной связью.

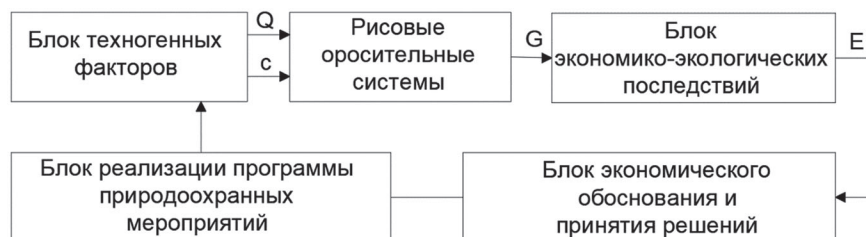


Рис. 1. Блок-схема алгоритма повышения эффективности очистки оросительной воды (дренажно-сбросного стока) на рисовой оросительной системе



Рассмотрим краткие характеристики каждого блока этой системы.

Блок техногенных факторов включает в себя источники поступления загрязняющих веществ на рисовую оросительную систему. Обозначим суммарную концентрацию загрязняющих веществ в оросительной воде (дренажно-сбросном стоке) через  $C$  (мг/л), а соответствующий ему расход через  $Q$  (м<sup>3</sup>/сут). Эти два параметра являются обобщенными выходными параметрами блока техногенных факторов.

Блок «Рисовые оросительные системы» представляет собой математическое описание процесса накопления загрязняющих веществ оросительными водами в результате их подачи на рисовую оросительную систему. Выходным параметром является концентрация загрязняющих веществ в дренажно-сбросном стоке. Полагая, что процесс поступления, распределения и фильтрации оросительной воды равномерен по оросительной сети рисовой оросительной системы, получаем следующую связь между скоростью увеличения концентрации загрязняющих веществ в оросительной воде (дренажно-сбросном стоке) на рисовой оросительной системе, количественным и качественным составом накапливаемых в оросительной воде и почве загрязняющих веществ при подаче и фильтрации ее через рисовые чеки:

$$\frac{V_6 dG}{dt} = Q_c C_c - (Q_c + Q_p)G,$$

где  $V_6$  — объем оросительной воды, подаваемой на рисовую оросительную систему;  $G$  — концентрация загрязняющих веществ в оросительной воде;  $Q_c$  — объем (расход) дренажно-сбросного стока, сбрасываемого в водоотводную сеть;  $C_c$  — концентрация загрязняющих веществ в дренажно-сбросном стоке;  $Q_p$  — объем (расход) чистой оросительной воды, подаваемой на рисовую оросительную систему для разбавления дренажно-сбросного стока.

Далее перейдем к следующей записи уравнения

$$\frac{V_6}{Q_c + Q_p} \frac{dG}{dt} + G = \frac{Q_c}{Q_c + Q_p} C_c$$

Обозначим  $\frac{Q_c}{Q_c + Q_p} C_c$  через  $c$  (концентрация загрязняющих веществ в дренажно-сбросного стоке, разбавленном чистой оросительной водой);  $\frac{V_6}{Q_c + Q_p}$  через  $T_3$  (постоянная водообмена на рисовой оросительной системе).

Получаем уравнение

$$\frac{T_3 dG}{dt} + G = c,$$

которое отражает динамику: поступления с оросительной водой, накопления в дренажно-сбросном стоке после фильтрации через рисовые чеки, снижения после разбавления чистыми оросительными водами концентрации загрязняющих веществ, а также динамику концентрации загрязняющих веществ в пахотном слое рисовых чеков после фильтрации через нее оросительной воды.

Экологические последствия загрязнения водоприемника дренажно-сбросными водами в результате сброса их с рисовой оросительной системы выражаются снижением показателя  $E$ . В зависимости от природы показателя  $E$  связь его со степенью загрязненности почвен-

ных и водных ресурсов рисовой оросительной системы может быть самой различной. Нелинейные зависимости  $E(G)$  отражают такие факторы как существование взрывных экологических процессов, начинающихся по достижении определенных критических концентраций загрязняющих веществ в оросительной воде, дренажно-сбросном стоке и пахотном горизонте рисовых чеков.

Следует отметить, что вероятность наступления экологической катастрофы в результате загрязнения экосистемы рисовой оросительной системы наступает в редких случаях. В большинстве случаев повышение уровня загрязненности (повышение параметра  $G$ ) вызывает сложный динамический процесс выхода экосистемы рисовой оросительной системы на новый уровень  $E$ .

Общий характер развития экологических последствий можно описать дифференциальным уравнением

$$T_3 dE(t + T_3)/dt + E(t + T_3) = k_3 G, \quad (1)$$

где  $T_3$  — инерционность в развитии отрицательных последствий загрязнения, отражающая сопротивляемость экосистемы РОС, то есть запаздывание в появлении первых признаков снижения  $E$  (уровня экологических последствий);  $k_3$  — коэффициент, характеризующий наклон прямой графика функции экологических последствий от концентрации  $G$ .

Решение представленного уравнения дает возможность получить кривые, показывающие, как протекают во времени процессы накопления загрязняющих веществ и их влияние на экосистему рисовой оросительной системы при условии, что в момент  $t = 0$  началось интенсивное загрязнение экосистемы РОС оросительной водой (дренажно-сбросным стоком) [12].

Для имитационного моделирования процесса загрязнения экосистемы РОС в условиях неопределенности были использованы данные, полученные в результате применения разработанной модели хозяйственной деятельности на рисовых оросительных системах [13-15]. В модели предусмотрена оптимизация технологического процесса возделывания риса и культур

рисового севооборота, а именно разработка новой ресурсосберегающей технологии, внедрение принципиально новых рисовых карт и севооборотов, что позволяет уменьшить концентрации загрязняющих веществ в дренажно-сбросном стоке [16] и тем самым снизить оросительную норму до 60%, уменьшить дозы внесения органических и минеральных удобрений на 15% и снизить себестоимость производства риса на 5-7% за счет оптимизации строительного-монтажной деятельности, а именно, снижения затрат на материально-технические нужды, получить прибавку урожая риса на 15% и сопутствующих и зимующих культур рисового севооборота в среднем по всем культурам — 70-90%; 20% экономия энергоресурсов за счет разработки и строительства новой конструкции рисовой карты с последующей экономией энергоресурсов на сбросных насосных станциях в вегетационный период и уменьшением количества необходимых агроприемов. Оптимизация комплекса технологических операций, выполняемых в весенне-осенний полевой период, после строительства карт новой конструкции позволила снизить трудоёмкость выполняемых агрометеорологических мероприятий на 15-20%, что в свою очередь, в результате ресурсосбережения позволило повысить ликвидность риса и культур рисового севооборота, а также увеличить рентабельность продукции на 9-14%. [17,18]. Используя полученные результаты, выполнили имитационное моделирование по уравнению (1). На рис. 2 представлены зависимости  $E(t)$  и  $G(t)$ .

Из рис. 2 видно, что в результате применения разработанной модели хозяйственной деятельности на РОС происходит улучшение состояния экосистемы РОС за счет снижения антропогенной нагрузки на мелиоративную систему. При  $0,0 \leq G \leq 0,4$  — процесс производства риса не оказывает негативного влияния на экосистему РОС и она находится в равновесии, а степень ведения хозяйственной деятельности оценивается как «экологическое земледелие», технология возделывания риса может быть рекомендована к производству; при  $0,4 < G \leq 0,7$  процесс производства риса оказывает влияние

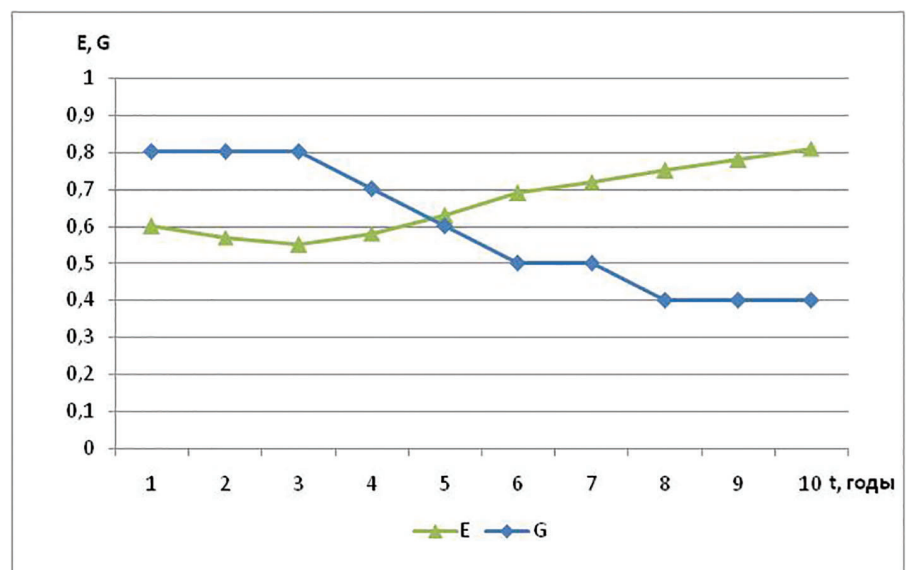


Рис. 2. Результаты имитационного моделирования





на экосистему РОС и она находится в динамичном процессе выхода экосистемы на новый уровень и степень ведения хозяйственной деятельности оценивается как «умеренно неблагоприятное земледелие», технология возделывания риса может быть рекомендована к производству с незначительными изменениями в технологии; при  $0,7 < E \leq 1,0$  процесс производства риса оказывает крайне негативное влияние на экосистему РОС с высокой вероятностью наступления экологической катастрофы, и степень ведения хозяйственной деятельности оценивается как «негативная», технология возделывания риса опасна и может привести к экологической катастрофе, необходима смена технологии.

Интервал значений показателя степени экологических последствий процесса производства риса на экологическое состояние окружающей среды рисовой оросительной системы находится в пределах от 0,0 до 1,0, где при  $0,7 < E \leq 1,0$  — степень экологических последствий от процесса производства риса оценивается как «низкая», включение дополнительных природоохранных мероприятий не требуется; при  $0,4 < E \leq 0,7$  — степень экологических последствий оценивается как «средняя», необходимо включение дополнительных природоохранных мероприятий;  $0,0 \leq E \leq 0,4$  — степень экологических последствий оценивается как «высокая», необходимо изменение технологии производства риса с включением дополнительного комплекса агроприемов для восстановления экологического состояния окружающей среды рисовой оросительной системы.

В процессе имитационного моделирования установлено, что первые три года при использовании традиционной, типовой технологии возделывания риса (контроль) показатель степени влияния процесса производства риса на экосистему РОС оценивается как «неблагоприятное земледелие», затем в последующие три года при использовании модели хозяйственной деятельности на рисовых оросительных системах наблюдается снижение этого показателя со значения 0,8 до 0,5, то есть до оценки «умеренно неблагоприятное земледелие», где и остается на этом уровне еще год, после чего происходит дальнейшее улучшение состояния экосистемы РОС до оценки «экологическое земледелие». При этом показатель степени экологических последствий процесса производства риса изменяется медленнее и требует большего количества времени, а значит и ресурсов. Так, например, кривая E рисунка 2 показывает, что показатель степени экологических последствий процесса производства риса в первые три года при использовании традиционной, типовой технологии возделывания риса наблюдается постепенное улучшение в экосистеме РОС и только на пятый год ее использования происходит изменения оценки показателя E с оценки «среднее» на «высокое». Результаты имитационной модели имеют рекомендательный характер и могут быть скорректированы по потребностям производства, исходя из имеющихся ресурсов хозяйства. Так, например, имея достаточные материальные ресурсы мож-

но повлиять на интенсификацию производства и достичь улучшения состояния экосистемы РОС раньше, чем это представлено на рис. 2.

По результатам непрерывного мониторинга за состоянием водных и почвенных ресурсов на рисовой оросительной системе можно получить статистические характеристики территории. Анализ исследований показал, что влияние длительного затопления проявляется в изменении мелиоративных, агрохимических, агрофизических, морфологических характеристик почвогрунтов. Если засоление на чеке изменяется от слабой степени до сильной степени, то среднее засоление по чеку будет весьма мало информативно. Поэтому необходимы сведения по стандартным отклонениям, коэффициентам вариации, законам распределения, тренду мелиоративных показателей в пространстве и времени.

Интенсивность и направленность почвообразовательных процессов различна у разных типов почв и проявляется в изменении их свойств, например, структурности, водопроницаемости, гумусности, поглотительной способности. Различная интенсивность и направленность изменчивости свойств почв при длительном затоплении требует разработки системы зональных показателей.

Составим математическую модель оптимального объема  $Q_{opt}$  мероприятий, намечаемых к исполнению.

Будем предполагать, что мелиоративные мероприятия независимы друг от друга. Объем каждого мероприятия  $\xi$  — случайная величина с характеристиками  $M\{\xi\} = a_1$  и  $M\{\xi^2\} = a_2$ . Введем в рассмотрение некоторые фиктивные мероприятия, то есть, если бы была необходимость, то эти мероприятия были бы проведены.

Обозначим  $n$  — число фиксированных мероприятий. Объем мероприятий  $x_n$  в течение рассматриваемого периода представим в виде [19]

$$x_n = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n.$$

Пусть  $p_n(x)$  — плотность вероятностей величины  $x_n$ ,  $p_n$  — распределение вероятностей числа возможных мероприятий  $n$ ,  $x$  — общий объем мероприятий. Плотность вероятностей  $p(x)$  величины  $x$  запишем следующим выражением:

$$p(x) = \sum_{n=1}^{\infty} p_n(x)p(n).$$

Если  $p(x)$  найдено, подсчитаем среднюю прибыль хозяйства при выполнении мероприятий объема  $Q$ .

На выполнение мероприятий объема  $Q$  было истрачено  $Qd$  денег.

С вероятностью  $\int_0^Q p(x) dx$  все условия будут выполнены, если  $Q > x$ .

Выручка хозяйства в этом случае равна  $Qc$ .

Если  $x \leq Q$ , мероприятия объема  $Q - x$  не придется выполнять и можно будет использовать сэкономленные ресурсы для выполнения мелиоративных мероприятий по новой ресурсосберегающей технологии. Если  $d_n$  — цена мероприятий по новой технологии, то хозяйство вынуждено будет заплатить  $d_n(Q - x)$  денег.

Составим выражение для средней выручки хозяйства

$$c \int_0^Q xp(x) dx - d_n \int_0^Q (Q - x)p(x) dx.$$

Запишем общую среднюю прибыль хозяйства

$$S = c \int_0^Q p(x) dx + c \int_0^Q xp(x) dx - d_n \int_0^Q p(x) dx + d_n \int_0^Q xp(x) dx - dQ, \quad (2)$$

Оптимальный объем мероприятий, намечаемых для исполнения, найдется из условия  $S \Rightarrow \max_Q$ , которое выполним при  $\frac{dS}{dQ} = 0$ .

Вычислив производную, получим

$$c \int_0^Q p(x) dx - d_n \int_0^Q p(x) dx = d. \quad (3)$$

Но, с другой стороны,

$$\int_0^Q p(x) dx = 1 - \int_Q^{\infty} p(x) dx.$$

В результате проведенных рассуждений получаем выражение

$$(c + d_n) \int_0^Q p(x) dx = d + d_n.$$

Откуда следует

$$\int_0^Q p(x) dx = \frac{d + d_n}{c + d_n}. \quad (4)$$

Составленное уравнение можно использовать для определения оптимального комплекса мелиоративных мероприятий.

Далее находим  $p(x)$ . Если  $g(\omega)$  — характеристическая функция случайной величины  $\xi$

$$g(\omega) = M\{e^{i\omega\xi}\},$$

то  $D\{\xi\} = a_2 - a_1^2$  есть дисперсия величины  $\xi$ . Для  $\ln g(\omega)$  справедливо разложение

$$\ln g(\omega) = i\omega a_1 - \frac{\omega^2 D\{a_1\}}{2} + O(\omega^3). \quad (5)$$

Пусть число мероприятий  $n \gg 1$ . Тогда согласно центральной предельной теореме  $n$  — нормальная случайная величина,  $M\{n\} = m_T$  и  $D\{n\} = \sigma_T^2$ .

Запишем характеристическую функцию  $G_x(\omega)$  величины  $x$

$$G_x(\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} g^n(\omega) p(n). \quad (6)$$

Сделаем приближенную запись

$$G_x(\omega) = \frac{1}{\sigma_T \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} g^z(\omega) e^{-\frac{(z-m_T)^2}{2\sigma_T^2}} dz = \frac{1}{\sigma_T \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{z \ln g(\omega)} e^{-\frac{(z-m_T)^2}{2\sigma_T^2}} dz \quad (7)$$

После преобразований получим

$$G_x(\omega) = \exp\left( i\omega a_1 m_T - \frac{\omega^2}{2} (m_T D\{\xi\} + a_1^2 \sigma_T^2) + O(\omega^3) \right).$$

Введем в рассмотрение величину

$$\zeta = \frac{x - a_1 m_T}{\sqrt{m_T D\{\xi\} + a_1^2 \sigma_T^2}}$$

Тогда можем записать

$$G_x(\omega) = \exp\left( -\frac{\omega^2}{2} + O\left( \frac{\omega^3}{(m_T D\{\xi\} + a_1^2 \sigma_T^2)^{3/2}} \right) \right).$$





В пределе при  $T \rightarrow \infty$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} G_{\xi}(\omega) = \exp\left(-\frac{\omega^2}{2}\right).$$

**Результаты и их обсуждение**

Полученная запись позволяет утверждать, что  $\xi$  — асимптотически стандартная нормальная случайная величина  $N(0,1)$ . Поэтому при больших  $n$  и  $T$  можно приближенно считать, что  $x$  является нормальной случайной величиной с  $M\{x\} = m_x = a_1 m_T$  и  $D\{x\} = \sigma_x^2 = D\{\xi\} = m_T(a_2 - a_1^2) + \sigma_T^2 a_1^2$ . Теперь можем записать явный вид  $p(x)$ :

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(m_T(a_2 - a_1^2) + \sigma_T^2 a_1^2)}} \times \exp\left(-\frac{(x - a_1 m_T)^2}{2(m_T(a_2 - a_1^2) + \sigma_T^2 a_1^2)}\right) \quad (8)$$

и получить оптимальный объем  $Q_{opt}$  мероприятий, намечаемых к исполнению.

В уравнении

$$\int_{Q_{opt}}^{\infty} p(x) dx = 1 - \Phi\left(\frac{Q_{opt} - a_1 m_T}{\sqrt{m_T(a_2 - a_1^2) + \sigma_T^2 a_1^2}}\right) = \frac{d + d_H}{c + d_H}$$

$\Phi(\cdot)$  — функция Лапласа. Обозначим  $\Psi(\cdot)$  — функцию, обратную  $\Phi(\cdot)$ .

Тогда

$$Q_{opt} = a_1 m_T + \sqrt{m_T(a_2 - a_1^2) + \sigma_T^2 a_1^2} \Psi\left(1 - \frac{d + d_H}{c + d_H}\right). \quad (9)$$

Если намечаемые мероприятия рассматривать стационарным пуассоновским потоком интенсивности  $\lambda$ , то  $m_T = \lambda T$ ,  $\sigma_T^2 = \lambda T$  и

$$Q_{opt} = a_1 \lambda T + \sqrt{a_2 \lambda T} \Psi\left(1 - \frac{d + d_H}{c + d_H}\right). \quad (10)$$

Полученную формулу можно использовать для расчета оптимального объема  $Q_{opt}$  мероприятий, намечаемых к исполнению.

**Выводы**

В результате выполненных исследований была разработана имитационная модель экономического обоснования природоохранных мероприятий на рисовой оросительной систе-

ме, которая позволит работникам агропромышленного комплекса принимать своевременные управленческие решения по сохранению экосистемы рисовых оросительных систем и получать высокие урожаи высококачественного зерна риса.

Составлена математическая модель оптимального объема  $Q_{opt}$  мероприятий, намечаемых к исполнению.

**Литература**

1. Дубенок Н.Н., Бенин Д.М., Мочунова Н.А. Роль института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова в становлении и развитии мелиорации страны // Природообустройство. 2020. № 5. С. 6-17.
2. Патент Российская федерация 2457650 МПК А01В 79/02 (2006.01) А01G 16/00 (2006.01) Способ подготовки почвы к посеву риса в паровом поле рисового севооборота / Е.В. Кузнецов, А.Е. Хаджиди, И.А. Приходько заявитель и патентообладатель Кубанский ГАУ. — № 2010153809/13 заявл. 27.12.2010; опубл. 10.08.2012. — 6 с.
3. Юрченко И.Ф. Информационные технологии и организация информационных ресурсов управления агроэкосистемами: прошлое, настоящее, будущее // Modern Science. 2019. № 12-2. С. 13-16.
4. Патент Российская федерация 2471339 МПК А01G 16/00 (2006.01) А01В 79/02 (2006.01) Способ мелиорации почвы в паровом поле рисового севооборота к посеву риса / М.И. Чеботарев, И.А. Приходько заявитель и патентообладатель Кубанский ГАУ. — № 2011124233/13 заявл. 15.06.2011; опубл. 10.01.2013. — 7 с.
5. Патент Российская федерация 2505486 МПК С02F 1/28 (2006.01) E02B 13/00 (2006.01) А01G 25/00 (2006.01) Способ очистки дренажного стока и устройство для его осуществления / Е.В. Кузнецов, А.Е. Хаджиди, И.А. Приходько, Д.Г. Серый заявитель и патентообладатель Кубанский ГАУ. — № 2012110440/05 заявл. 19.03.2012; опубл. 27.01.2014. — 8 с.
6. Владимиров С.А., Сафронова Т.И., Приходько И.А. Вероятностная модель процесса управления мелиоративными мероприятиями // International Agricultural Journal. 2019. Т. 62. № 4. С. 18.
7. Юрченко И.Ф. Технологии прецизионного управления мелиоративным режимом агроэкосистем. В сборнике: Научно-методическое обеспечение развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса. Сборник научных трудов. Москва, 2020. С. 222-233.
8. Vladimirov S.A., Prikhodko I.A., Verbitsky A.Y. Justification of rice watering methods and crop cultures // Journal of Agriculture and Environment. 2019. № 1 (9). С. 15.

9. Кружилин И.П., Ганиев М.А., Кузнецова Н.В., Родин К.А. Водопотребление риса и удельные затраты на формирование урожая зерна при разных способах полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 108-117.

10. Кружилин И.П., Ганиев М.А., Родин К.А., Кузнецова Н.В. // Менее водозатратная и экологически предпочтительная технология орошения риса периодическими поливами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2 (54). С. 49-55.

11. Владимиров С.А., Приходько И.А. Опыт планирования и реализации инновационного проекта эффективного рисоводства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6. С. 75-79.

12. Владимиров С.А., Приходько И.А., Сафронова Т.И. Методика оценки сбалансированного земельного использования ресурсов и устойчивости агроландшафтов // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 2. С. 13.

13. Сафронова Т.И., Приходько И.А. Математическая модель выбора эколого-адаптивных мелиоративных мероприятий // Фундаментальные исследования. 2019. № 9. С. 64-68.

14. Степанов В.И., Сафронова Т.И., Приходько И.А. Моделирование функционирования рисовой оросительной системы по текущему состоянию растений // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 4. С. 2.

15. Сафронова Т.И., Приходько И.А. Математическая модель режима функционирования рисовой оросительной системы на примере рисовых полей Кубани // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 2. С. 30.

16. Сафронова Т.И., Приходько И.А. Формирование загрязненного поверхностного стока на сельскохозяйственных угодьях // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 3. С. 1.

17. Prikhodko I.A., Vladimirov S.A. and Alexandrov D.A. Improving the elements of organic farming in rice cultivation // ESCGAP 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 659 (2021) 012062 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/659/1/012062.

18. Vladimirov S.A. Safronova T.I. and Prikhodko I.A. A new generation rice card design for organic rice farming // CATPID-2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 913 (2020) 042008 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/913/4/042008.

19. Rykov V.V., Efosinin D.V., Stepanova N.V., Sztrik J.S. On Reliability of a Double Redundant Renewable System with a Generally Distributed Life and Repair Times // Mathematics. 2020, 8(2), 278. P. 1-18 https://www.mdpi.com/2227-7390/8/2/278

Об авторах:

**Приходько Игорь Александрович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru

**Степанов Виктор Иванович**, кандидат педагогических наук, доцент, ректор, заведующий кафедры общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8334-1251>, rector@aeli.altai.ru

**Сафронова Татьяна Ивановна**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры высшей математики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2877-0985>, SAF55555@yandex.ru

**DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF ECONOMIC JUSTIFICATION OF ENVIRONMENTAL MEASURES ON RICE IRRIGATION SYSTEM**

**I.A. Prikhodko<sup>1</sup>, V.I. Stepanov<sup>2</sup>, T.I. Safronova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia

<sup>2</sup>Non-State Private Educational Institution of higher education «Altai economic and legal institute», Barnaul, Russia

Rice production occupies one of the leading positions in the cereal sector in Russia. However, rice cultivation is associated with a high anthropogenic load on the soils of rice irrigation systems, as a result of which meadow-chernozem, meadow, alluvial meadow-boggy soils of the water management and irrigation complex of the Lower Kuban, with the beginning of their use for rice sowing, lose their favorable physical properties, becoming degraded, merged, viscous, gleyed formations. Therefore, at present, the most important class of economic and environmental problems is associated with the protection of the environment from pollution by anthropogenic emissions.





The pollution factor is the limiting factor in solving environmental problems. The most important indicator of the harmfulness of the environmental hazard of pollution is the function of the concentration of pollutants, which, depending on the type of harmful substance, is either an unlimitedly increasing function, or a function with pronounced zones of insensitivity or saturation. The article discusses a simulation model of a water protection system, which makes it possible to carry out the current forecasting of the ecological situation. The basis of the developed simulation model is a mathematical description of the cause-and-effect relationships operating in the system under study. The work uses a methodological approach that allows you to quickly and accurately assess the environmental efficiency of planned activities and from programs of different effectiveness to choose the one that requires minimum costs for its implementation. In our studies, we propose an approach that makes it possible to obtain a quantitative assessment of various factors affecting the yield of rice. The use of the developed simulation model in various natural conditions and agricultural specializations of the regions of Russia by workers of the agro-industrial complex will optimally allocate productive forces and obtain programmed rice yields without reducing the agro-resource potential of soils.

**Keywords:** rice growing, land reclamation, productivity, simulation model, soil formation factors.

**References**

1. Dubenok N.N., Benin D.M. & Mochunova N.A. (2020). Rol' instituta melioratsii, vodnogo khozyaistva i stroitel'stva imeni A.N. Kostyakova v stanovlenii i razvitii melioratsii strany [The role of the Institute of Land Reclamation and Water Resources and Construction named after AN Kostyakova in the formation and development of land reclamation of the country]. Environmental management, no 5, pp. 6-17.
2. Kuznetsov E.V., Khadzhiidi A.E. & Prikhod'ko I.A. (2012). Sposob podgotovki pochvy k posedu risa v parovom pole risovogo sevooborota [Method of soil preparation for sowing rice in a fallow field of rice crop rotation]. Applicant and patentee Kuban GAU. — No. 2010153809/13 app. 12/27/2010; publ. 10.08.2012. 6 p.
3. Yurchenko I.F. (2019). Informatsionnye tekhnologii i organizatsiya informatsionnykh resursov upravleniya agroekosistemami: proshloe, nastoyashchee, budushchee [Information technology and organization of information resources for agroecosystem management: past, present, future]. Modern Science, no 12-2, pp. 13-16.
4. Chebotarev M.I. & Prikhod'ko I.A. (2013). Sposob melioratsii pochvy v parovom pole risovogo sevooborota k posedu risa [The method of soil reclamation in the fallow field of rice crop rotation for sowing rice]. Patent Russian Federation 2471339 IPC A01G 16/00 (2006.01) A01B 79/02 (2006.01). Applicant and patentee Kuban GAU. — No. 2011124233/13 app. 06/15/2011; publ. 10.01.2013. — 7 p.
5. Kuznetsov E.V., Khadzhiidi A.E., Prikhod'ko I.A. & Seryi D.G. (2014). Sposob ochistki drenazhnogo stoka i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya [A method for cleaning a drainage drain and a device for its implementation]. Patent Russian Federation 2505486 IPC C02F 1/28 (2006.01) E02B 13/00 (2006.01) A01G 25/00 (2006.01). Applicant and patentee Kuban GAU. — No. 2012110440/05 applied. 03/19/2012; publ. 27.01.2014. — 8 p.
6. Vladimirov S.A., Safronova T.I. & Prikhod'ko I.A. (2019). Veroyatnostnaya model' protsessa upravleniya meliorativnymi meropriyatiyami [Probabilistic model of the process

- of management of reclamation activities]. International Agricultural Journal, vol. 62, no. 4, p. 18.
7. Yurchenko I.F. (2020). Tekhnologii pretsizionnogo upravleniya meliorativnym rezhimom agroekosistem [Technologies for precision management of the reclamation regime of agroecosystems]. In the collection: Scientific and methodological support for the development of a reclamation and water management complex. Collection of scientific papers. Moscow, pp. 222-233.
8. Vladimirov S.A., Prikhodko I.A. & Verbitsky A.Y. (2019). Justification of rice watering methods and crop cultures. Journal of Agriculture and Environment, no 1 (9), p. 15.
9. Kruzhillin I.P., Ganiev M.A., Kuznetsova N.V. & Rodin K.A. (2018). Vodopotrebleniye risa i udel'nye zatraty na formirovaniye urozhaya zerna pri raznykh sposobakh poliva [Rice water consumption and unit costs for grain yield formation with different irrigation methods]. Bulletin of the Nizhnevolszhsy agro-university complex: Science and higher professional education, no. 1 (49), pp. 108-117.
10. Kruzhillin I.P., Ganiev M.A., Rodin K.A. & Kuznetsova N.V. (2019). Menee vodozatrattaya i ehkologicheskiy predpochtitel'naya tekhnologiya orosheniya risa periodicheskimi polivami [Less water-intensive and environmentally preferable technology for irrigating rice with periodic irrigation]. Bulletin of the Nizhnevolszhsy agro-university complex: Science and higher professional education, no. 2 (54), pp. 49-55.
11. Dubenok N.N., Maier A.V. & Borodychev S.V. (2020). Puti upravleniya fiziologicheskimi protsessami i regulirovaniye gidrotermicheskogo rezhima agrosenzov [Ways of controlling physiological processes and regulation of the hydrothermal regime of agroseneses]. In the collection: Scientific and methodological support for the development of the reclamation and water management complex. Collection of scientific papers. Moscow, pp. 47-62.
12. Vladimirov S.A., Prikhod'ko I.A. & Safronova T.I. (2020). Metodika otsenki sbalansirovannogo zemel'nogo ispol'zovaniya resursov i ustoychivosti agrolandshaftov [Methodology for assessing balanced land use of resources

- and sustainability of agricultural landscapes]. International Agricultural Journal, vol. 63, no. 2, p. 13.
13. Safronova T.I. & Prikhod'ko I.A. (2019). Matematicheskaya model' vybora ehkologo-adaptivnykh meliorativnykh meropriyatiy [Mathematical model for the selection of ecologically adaptive reclamation measures]. Basic research, no. 9, pp. 64-68.
14. Stepanov V.I., Safronova T.I. & Prikhod'ko I.A. (2020). Modelirovaniye funktsionirovaniya risovoi orositel'noi sistemy po tekushchemu sostoyaniyu rastenii [Modeling the functioning of the rice irrigation system based on the current state of plants]. International Agricultural Journal, vol. 63, no. 4, p. 2.
15. Safronova T.I. & Prikhod'ko I.A. (2020). Matematicheskaya model' rezhima funktsionirovaniya risovoi orositel'noi sistemy na primere risovykh polei Kubani [Mathematical model of the operation mode of the rice irrigation system on the example of the rice fields of the Kuban]. International Agricultural Journal, vol. 63, no. 2, p. 30.
16. Safronova T.I. & Prikhod'ko I.A. (2020). Formirovaniye zagryaznennogo poverkhnostnogo stoka na sel'skokhozyaistvennykh ugod'yakh [Formation of contaminated runoff on agricultural land]. International Agricultural Journal, vol. 63, no. 3, p. 1.
17. Prikhodko I.A., Vladimirov S.A. & Alexandrov D.A. (2021). Improving the elements of organic farming in rice cultivation. ESCGAP 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 659 012062 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/659/1/012062.
18. Vladimirov S.A., Safronova T.I. & Prikhodko I.A. (2020). A new generation rice card design for organic rice farming. CATPID-2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering no. 913 042008 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/913/4/042008.
19. Rykov V.V., Efrosinin D.V., Stepanova N.V. & Sztrik J.S. (2020). On Reliability of a Double Redundant Renewable System with a Generally Distributed Life and Repair Times. Mathematics, no. 8(2), 278, pp. 1-18 <http://www.mdpi.com/2227-7390/8/2/278>

**About the authors:**

**Igor A. Prikhodko**, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of construction and operation of water facilities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, [prikhodkoigor2012@yandex.ru](mailto:prikhodkoigor2012@yandex.ru)  
**Viktor I. Stepanov**, candidate of pedagogical sciences, associate professor, rector, head of the department of general humanitarian and socio-economic disciplines, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8334-1251>, [rector@aeli.altai.ru](mailto:rector@aeli.altai.ru)  
**Tatyana I. Safronova**, doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of higher mathematics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2877-0985>, [SAF55555@yandex.ru](mailto:SAF55555@yandex.ru)

[prikhodkoigor2012@yandex.ru](mailto:prikhodkoigor2012@yandex.ru)



Издательство «Электронная наука» выпускает научные журналы на русском и английском языках. Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

Наши партнеры:





## ВЛИЯНИЕ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Д.В. Дубовик, А.Н. Морозов, Е.В. Дубовик, А.В. Шумаков

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск, Россия

Изучено влияние различных приемов основной обработки почвы (вспашка с оборотом пласта (20-22 см); комбинированная обработка (дискование + чизель) (20-22 см); поверхностная обработка (дискование) (до 8 см); прямой посев (No-till) на влагообеспеченность и засоренность посевов гороха и сои в условиях Курской области. В результате исследований установлено, что в период посева наиболее высокий запас продуктивной влаги формируется при прямом посеве (131,6 мм на горохе и 121,7 мм на сое). Созданная при прямом посеве стерня и мульча из растительных остатков позволяет создать лучший водный режим почвы и снизить непродуктивный расход влаги. Отсутствие механической обработки почвы при прямом посеве гороха привело к повышению количества сорных растений (в 2,2 раза) в критический для роста и развития культуры период, что обусловило непродуктивный расход влаги и, как следствие, снижение урожая зерна. Наиболее благоприятные условия вегетации гороха складывались на вспашке. Этот прием основной обработки способствовал снижению засоренности посевов, оптимизации агрофизических свойств почвы, что в конечном итоге позволило получить наибольшую урожайность гороха (2,2 т/га). При возделывании сои прямой посев способствовал созданию более оптимальных условий для ее вегетации. При этом отмечалось замедление роста и развития сорной растительности и снижение общего количества сорняков в критический период развития культуры. В результате прямой посев способствовал получению наибольшей урожайности сои (2,1 т/га) по сравнению с вспашкой и другими изучаемыми приемами основной обработки почвы.

**Ключевые слова:** основная обработка почвы, засоренность посевов, водный режим, горох, соя.

### Введение

Горох и соя являются наиболее распространенными зернобобовыми культурами в России. Зерно гороха содержит от 20 до 23%, а зерно сои от 30 до 45% переваримого протеина [1], что определяет энергетическую ценность получаемых из этих зернобобовых культур продуктов питания и кормов. Кроме того, зернобобовые культуры играют важную роль в обогащении почвы биологическим азотом за счет симбиотической азотфиксации клубеньковыми бактериями [2]. При переходе на ресурсосберегающие и экологически безопасные для окружающей среды технологии возделывания особое значение имеет степень использования биологического азота из атмосферы в севооборотах с зернобобовыми культурами [3].

В зоне неустойчивого увлажнения ряд неблагоприятных факторов может снижать не только урожайность, но и азотфиксирующий потенциал бобовых растений [4]. К основным факторам можно отнести нестабильный водный режим почвы в результате воздействия неблагоприятных погодных условий [5] и ухудшение фитосанитарного состояния посевов, вызванного низким уровнем агротехники [6].

Водный режим почвы является одним из наиболее значимых показателей, характеризующих условия вегетации всех сельскохозяйственных и в том числе зернобобовых культур [7]. От содержания влаги в почве зависят физические, химические и микробиологические процессы, определяющие содержание элементов питания в почве и поступление их с водой в растения. На водный режим почвы кроме всех прочих факторов оказывают влияние способы ее обработ-

ки [8]. Благодаря улучшению фильтрационной способности и снижению испарения, оптимальная система основной обработки почвы позволяет улучшить влагообеспеченность посевов и повысить эффективность использования продуктивной влаги [9].

Применение различных способов основной обработки почвы является важным элементом в регулировании фитосанитарных условий возделывания зернобобовых культур и, в частности, борьбы с сорняками, так как горох и соя обладают слабой способностью к подавлению сорной растительности [10]. В связи с широким внедрением ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур наблюдается минимизация механической обработки почвы, вплоть до полного отказа от нее [11, 12]. Переход к минимальным системам обработки почвы и особенно к прямому посеву (нулевая обработка или No-till), несмотря на экономию энергоресурсов, зачастую ведет к ухудшению фитосанитарного состояния посевов [13, 14].

### Цель исследований

Целью исследований являлось изучение влияния минимизации приемов основной обработки почвы на изменение влагообеспеченности, засоренности посевов и урожайности зернобобовых культур (горох и соя) в почвенно-климатических условиях Курской области.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись системы основной обработки почвы, включающие отвальные, безотвальные и комбинированные способы обработки, а также прямой посев (тех-

нология No-till). При изучении технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур особое внимание уделялось изучению применимости технологии прямого посева в почвенно-климатических условиях Курской области. При этом было учтено, что эта технология начинает действовать не ранее четвертого года систематического применения [15]. В этой связи приемы основной обработки изучались во второй ротации четырехпольного зернового севооборота в стационарном полевом опыте ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская область, Курский район, п. Черемушки), заложенном в 2015 г. Исследования выполнены в 2019-2020 гг. Севооборот развернут в пространстве и времени, со следующим чередованием культур: горох — озимая пшеница — соя — яровой ячмень.

Схема опыта включала следующие варианты: вспашка с оборотом пласта (20-22 см); комбинированная обработка (дискование 8-10 см + чизель 20-22 см); поверхностная обработка (дискование до 8 см); прямой посев (No-till). Вариант No-till осуществлялся без какой-либо обработки почвы, сеялкой прямого посева Дон 114. Приемы обработки почвы применялись систематически с 2015 г. для каждого варианта.

Почва опытного участка — чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый, со средним содержанием в пахотном слое гумуса — 5,4%, высоким содержанием подвижного фосфора — 194 мг/кг и повышенным обменного калия — 117 мг/кг. Реакция почвенной среды слабкокислая (рН — 5,5).

Варианты в полевом опыте размещались систематически в один ярус. Площадь посевной



делянки 6000 м<sup>2</sup> (60×100), повторность трехкратная. Технология возделывания зернобобовых культур в севообороте была общепринятая для региона за исключением изучаемых приемов основной обработки почвы. Сорт гороха — Кадет, сои — Казачка.

Запас доступной влаги в метровом слое почвы определяли в период сева и перед уборкой урожая термостатно-весовым методом. Учет засоренности посевов зернобобовых культур выполнялся в период весеннего массового появления сорняков и перед уборкой урожая количественно-весовым методом [16]. Урожайность гороха и сои определяли методом сплошного учета поделочно с пересчетом на стандартную влажность и 100% чистоту.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

### Результаты и обсуждение

Исследования запасов продуктивной влаги метрового слоя почвы в посевах гороха (табл. 1) показали, что наиболее высокие ее запасы были в варианте с прямым посевом и составили 131,6 мм. По сравнению с прямым посевом весенний запас продуктивной влаги при применении поверхностной обработки снизился на 10,6 мм, комбинированной — на 25,9 мм, вспашки — на 26,3 мм. К уборке гороха отмечалось снижение продуктивной влаги в метровом слое почвы на всех способах основной обработки почвы. При этом наибольший запас и наименьшее суммарное водопотребление отмечались при вспашке. В вариантах с минимизацией обработки почвы наблюдались более низкие запасы продуктивной влаги, что свидетельствует об увеличении водопотребления посевов гороха.

Расчет коэффициента водопотребления, характеризующего потребность сельскохозяйственных культур в воде для образования 1 т сухой биомассы, показал, что вспашка способствовала более эффективному расходу влаги для формирования урожая гороха. При минимизации обработки почвы и особенно прямом посеве коэффициент водопотребления гороха увеличивался, что свидетельствует о менее эффективном использовании влаги из почвы.

Изучаемые приемы основной обработки почвы по-разному оказывали влияние на засоренность посевов, что, в свою очередь, учитывая низкую конкурентоспособность гороха к сорнякам, отразилось на его урожайности (рис. 1). Исследования показали, что в начале вегетации минимальное количество малолетних и многолетних сорняков отмечалось в варианте с вспашкой. При использовании комбинированной, поверхностной и нулевой обработок численность сорняков по сравнению с вспашкой увеличилась в 1,4–2,2 раза.

К уборке гороха засоренность как малолетними, так и многолетними видами сорняков по сравнению с первоначальным уровнем на вспашке снизилась в 1,4 раза, в вариантах с комбинированной и поверхностной обработками — в 1,2 раза, а при прямом посеве — в 1,8 раза. В результате на вспашке сохранялось минимальное количество сорняков, а относительно нее в вариантах с приемами минимизации основной обработки почвы и прямого посева их общая численность увеличилась в 1,6–1,8 раза.

В посевах гороха в основном встречались следующие малолетние сорняки: просо куриное (*Echinochloa crus-galli*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*), марь белая (*Chenopodium album*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), фиалка полевая (*Viola arvensis*). Из многолетних: бодяк полевой (*Sonchus arvensis*), молочай лозный (*Euphorbia virgata*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*).

Применение вспашки способствовало не только снижению засоренности посева, но и формированию наибольшей урожайности гороха (2,20 т/га). При применении комбиниро-

ванной обработки по сравнению со вспашкой урожайность снизилась на 0,47 т/га, поверхностной обработки — на 0,60 т/га, прямого посева — на 0,51 т/га. Снижение урожайности гороха при минимизации обработок почвы отчасти может быть связано с более высокой засоренностью посевов. Несмотря на высокое количество сорных растений в посевах гороха, их сырая масса составляла 7–15% от вегетативной массы культурных растений (табл. 2) и оказывала влияние на величину урожая лишь на начальных фазах развития культуры, что подтверждается заметной отрицательной корреляционной связью ( $r = -0,65$  для количества сорняков и  $r = -0,68$  для воздушно-сухой массы сорняков).

Таблица 1

Влагообеспеченность и водопотребление гороха

Вариант опыта	Запас доступной влаги в почве, мм		Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Сухое вещество гороха, т/га	Коэффициент водопотребления
	начало вегетации	конец вегетации			
Вспашка	105,3	41,5	2810,0	3,96	710
Комбинированная	105,7	18,0	3049,0	2,99	1019
Поверхностная	121,0	38,7	2995,0	2,95	1014
Прямой посев	131,6	33,7	3151,0	2,78	1135
НСР <sub>05</sub>	1,2	1,6	-	0,06	-

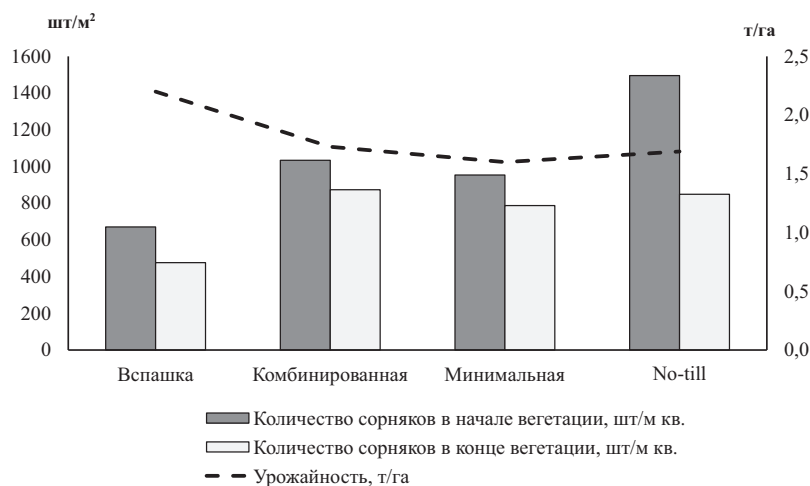


Рис. 1. Влияние приемов обработки почвы на засоренность и урожайность гороха

Таблица 2

Масса сорняков в посевах гороха и сои в зависимости от приемов основной обработки почвы

Вариант опыта	Горох		Соя	
	сырая масса сорняков, г/м <sup>2</sup>	сухая масса сорняков, кг/га	сырая масса сорняков, г/м <sup>2</sup>	сухая масса сорняков, кг/га
<b>Начало вегетации</b>				
Вспашка	67,2	124,1	141,4	251,0
Комбинированная	89,4	177,2	238,6	361,0
Поверхностная	76,3	154,1	300,6	483,0
Прямой посев	68,7	142,3	182,2	324,0
НСР <sub>05</sub>	1,4	3,1	1,6	1,0
<b>Перед уборкой урожая</b>				
Вспашка	101,4	189,1	62,3	249,0
Комбинированная	144,0	290,2	166,9	724,0
Поверхностная	138,5	302,2	151,0	667,0
Прямой посев	48,8	118,1	31,3	140,0
НСР <sub>05</sub>	1,6	8,2	4,0	2,2



Следует отметить, что на долю изменений урожайности, вызванных этими показателями, приходится 42,6-46,2%. Остальная часть обусловлена влиянием других факторов, к основным из которых можно отнести изменения агрофизических свойств чернозема типичного, его биологической активности и соответственно режима питания растений, вызванные прямым и косвенным воздействием изучаемых приемов основной обработки почвы.

Определение запасов продуктивной влаги на посевах сои показало, что приемы минимизации основной обработки почвы и особенно прямой посев способствовали больше накоплению влаги в почве (табл. 3). Так, в период сева сои наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы наблюдались в варианте с применением прямого посева (121,7 мм), что выше на 10,1% по сравнению с поверхностной обработкой, на 8,0% выше, чем с комбинированной обработкой и на 19,1% выше, чем по вспашке. В конце вегетации расход продуктивной влаги определялся водопотреблением сформировавшейся биомассы агрофитоценоза сои и составил от первоначальных ее запасов по вспашке 62,5%, комбинированной обработке — 51,2%, поверхностной обработке — 42,0%, прямом посева — 57,3%.

Коэффициент водопотребления сои был наименьшим при прямом посева, что свидетельствует о более стабильном водном режиме и эффективном использовании влаги на формирование 1 т сухой биомассы сои. По вспашке и при использовании комбинированной и поверхностной обработок коэффициент водопотребления увеличивался, что характеризует эти приемы основной обработки почвы как менее

эффективные в потреблении влаги для формирования урожая сои.

Учет засоренности посевов сои в фазе первого тройчатого листа показал, что минимальная общая засоренность отмечалась в варианте с прямым посевом (рис. 2). Так, по сравнению с вспашкой общее количество малолетних и многолетних сорняков при прямом посева было ниже на 29,7%. Применение комбинированной и поверхностной обработок почвы относительно вспашки привело к увеличению общей засоренности посевов на 74,3 и 54,5% соответственно по обработкам. Что касается малолетних сорняков, то при прямом посева отмечалось минимальное их количество. При использовании поверхностной обработки их численность увеличилась в 2,2 раза, комбинированной обработки — в 2,5 раза, вспашки — в 1,4 раза. Из малолетних сорных растений в посевах сои преобладали: просо куриное (*Echinochloa crus-galli*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), редька дикая (*Raphanus raphanistrum*), марь белая (*Chenopodium album*), гречишка вьюнковая (*Polygonum convolvulus*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*), паслен черный (*Solanum nigrum*).

В то же время применение технологии прямого посева и минимизации приемов основной обработки почвы способствовало увеличению количества многолетних сорных растений, таких как бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*). Так, по сравнению с вспашкой засоренность многолетними видами сорняков была выше при комбинированной обработке в 1,5 раза, поверхностной обработке — в 1,3 раза, прямом посева — в 2,0 раза.

После обработки посевов сои гербицидами число малолетних сорных растений к уборке снизилось в 4,1-4,6 раза, многолетних — в 1,7-8,0 раз по всем изучаемым приемам основной обработки почвы. При этом общая засоренность при минимизации приемов основной обработки почвы была на 57,5-77,6% выше, чем на вспашке. Наименьшая величина этого показателя была отмечена в варианте с прямым посевом, в котором она была ниже вспашки на 37,3%.

Учитывая, что количество сорных растений не всегда отражает их вредность было рассмотрено влияние способов основной обработки почвы на изменение воздушно-сухой массы сорняков в посевах сои (табл. 2). В начале вегетации сои в вариантах с применением приемов минимизации основной обработки почвы и прямого посева вес воздушно-сухой массы сорняков был выше по сравнению с вспашкой в 1,3-1,9 раза. К уборке урожая в вариантах с комбинированной и поверхностной обработками масса сорняков выросла в 2,0 и 1,4 раза, на фоне вспашки оставалась примерно на одном уровне, а в варианте с прямым посевом она снизилась в 2,3 раза от исходного уровня.

Изучаемые приемы основной обработки почвы оказали существенное влияние на изменение урожайности сои ( $F_{\phi} > F_{05}$ ). В варианте с прямым посевом сои была получена достоверная прибавка урожая в 0,19 т/га по сравнению с вспашкой. При возделывании сои на комбинированной обработке урожайность сои в сравнении с вспашкой снизилась на 0,20 т/га, на поверхностной — на 0,29 т/га. Наибольшая урожайность сои была получена в варианте с прямым посевом. Это подтверждается большим содержанием продуктивной влаги в метровом слое почвы в период сева сои ( $r = 0,40$  — умеренная корреляционная связь между запасами продуктивной влаги и урожайностью) и более низкой засоренностью посевов ( $r = -0,71$  — высокая связь, для воздушно-сухой массы сорняков в фазе первого тройчатого листа и  $r = -0,95$  — весьма высокая связь, для воздушно-сухой массы сорняков в фазе полной спелости).

Следует отметить, что анализ данных выявил высокую отрицательную корреляционную связь между общим количеством сорняков и урожайностью сои ( $r = -0,94$  в фазе первого тройчатого листа и  $r = -0,95$  в фазе полной спелости), что свидетельствует о влиянии на урожайность этого показателя ( $D = 87,9\%$ ) не только в критический для развития этой культуры период (3-4 недели после появления всходов), но и в предуборочный период ( $D = 89,4\%$ ).

### Выводы

Приемы основной обработки почвы во второй ротации зернового севооборота оказывают существенное влияние в регулировании условий вегетации зернобобовых культур, в частности водного режима почвы и фитосанитарного состояния посевов.

Применение прямого посева при возделывании гороха позволило получить в период сева наиболее высокий запас продуктивной влаги. Однако отсутствие механической обработки почвы при прямом посева не обеспечило должной защиты от сорняков в критический для роста и развития культуры период, что привело к снижению урожая и непродуктивному расходу влаги. Наиболее благоприятные условия вегетации гороха были установлены на вспашке. Этот прием основной обработки способствовал

Влагообеспеченность и водопотребление сои

Вариант опыта	Запас доступной влаги в почве, мм		Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Сухое вещество сои, т/га	Коэффициент водопотребления
	начало вегетации	конец вегетации			
Вспашка	102,2	38,3	2691	3,34	807
Комбинированная	112,7	55,0	2629	2,76	951
Поверхностная	110,5	64,1	2516	2,58	975
Прямой посев	121,7	52,0	2749	3,49	787
НСР <sub>05</sub>	1,2	1,9	-	0,03	-

Таблица 3

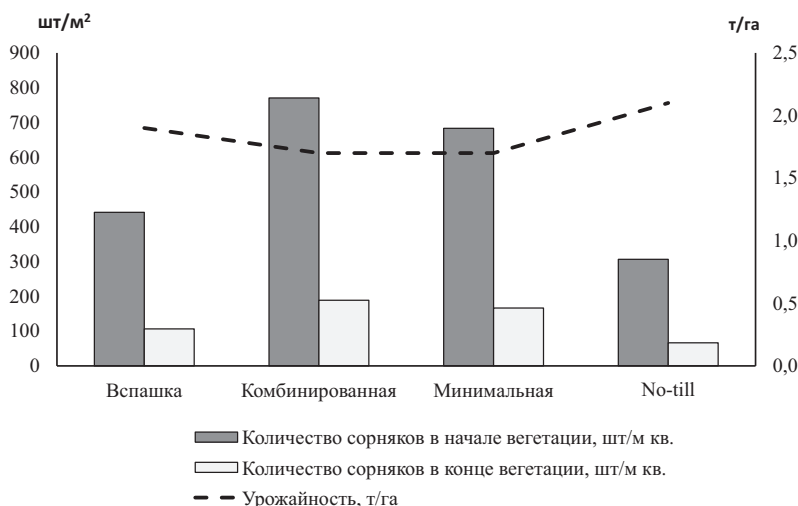


Рис. 2. Влияние приемов обработки почвы на засоренность и урожайность сои





снижению засоренности посевов, что в конечном итоге позволило получить наибольшую урожайность гороха.

Минимизация приемов основной обработки почвы при возделывании сои выявила преимущество технологии прямого посева. Прямой посев способствовал созданию более оптимальных условий для вегетации сои. Созданная при прямом посеве стерня и мульча из растительных остатков позволила создать лучший водный режим почвы и снизить непродуцированный расход влаги. При этом отмечалось замедление роста и развития сорной растительности и снижение общего количества сорняков в критический период развития культуры. В результате прямой посев способствовал получению наибольшей урожайности сои по сравнению с вспашкой и приемами минимизации основной обработки почвы.

#### Литература

1. Гребенников А.М., Фрид А.С., Белобров В.П., Исаев В.А., Гармашов В.М., Чевердин Ю.И., Беспалов В.А. Влияние разных способов обработки почв на урожайность гороха // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 2. С. 16-20. doi: 10.30850/vrsn/2018/2/16-20
2. Шарушов Р., Дроздов А., Наумов А., Гаранин М. Влияние различных приемов основной обработки почвы на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая семян гороха и сои // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 2. С. 47-50.

3. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Азот в агроэкосистеме на черноземных почвах. М.: РАН, 2018. 180 с.

4. Шарушов Р., Дроздов А., Наумов А., Гаранин М. Влияние различных по интенсивности приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия, симбиотическую деятельность и формирование урожая семян гороха и сои // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 4. С. 45-47.

5. Боронтов О.К., Никульников И.М., Кураков В.И., Сумин А.Н. Водно-физические свойства и элементы водного режима чернозема выщелоченного при различных способах основной обработки и внесения удобрений в севообороте // Почвоведение. 2005. № 1. С. 113-121.

6. Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А. Влияние способов обработки почвы, внесения минеральных удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность гороха // Защита и карантин растений. 2017. № 1. С. 14-17.

7. Новиков В.М. Формирование продуктивной влаги и водопотребление зернобобовыми и крупяными культурами под действием способов обработки почвы и удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 1. С. 84-91.

8. Усенко В.И., Усенко С.В. Водный режим выщелоченного чернозема в зависимости от предшественника и приема основной обработки // Земледелие. 2018. № 2. С. 14-18. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10203

9. Юшкевич Л.В., Голованов Д.А. Водопроницаемость черноземных почв южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2017. № 5. С. 30-32.

10. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Тимофеев В.Н. Соотношение видов сорных растений под влиянием севооборота и систем основной обработки почвы в условиях Северного Зуралья // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 5. С. 35-40. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10509

11. Derpcsh, R., Franzluebbers, A.J., Duiker, S.W., Reicosky, D.C., Koeller, K., Friedrich, T., Sturny, W.G., Sa, J.C. M., Weiss, K. (2014). Why do we need to standardize no-tillage research? *Soil and Tillage Research*, no. 137, pp. 16-22. doi: 10/1016/j.still.2013.10.002

12. Юдин С.А., Белобров В.П., Дридриг В.К., Гребенников А.М., Айдиев А.Я., Ильин Б.С., Ермолаев Н.Р. К вопросу о методике проведения многолетних опытов по изучению влияния технологии прямого посева на свойства почв // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 98. С. 132-152. doi: 10.19047/0136-1694-2019-98-132-152

13. Хасанова Г.Р., Сафин Х.М., Ямалов С.М. Оценка уровня засоренности агрофитоценозов при системе нулевой обработки почв (No-Till) // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 11. С. 26-30.

14. Weaver, M.A., Boyette, C.D., Hoagland, R.E. (2016). Management of kudzu by the bioherbicide, *Myrothecium verrucaria*, herbicides and integrated control programmes. *Biocontrol Sci. Technol.*, vol. 26, no. 1, pp. 136-140. doi: 10.1080/09583157.2015.1072762

15. Дридриг В.К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву (методические рекомендации). Ставрополь: Сервисшкола, 2020. 69 с.

16. Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И. и др. Практикум по земледелию. М.: КолосС, 2004. 424 с.

#### 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)

**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)

**Дубовик Елена Валентиновна**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, [dubovikdm@yandex.ru](mailto:dubovikdm@yandex.ru)

**Шумаков Александр Васильевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8620-7816>, [kniapp@mail.ru](mailto:kniapp@mail.ru)

## INFLUENCE OF MINIMIZED PRIMARY TILLAGE ON MOISTURE AVAILABILITY AND WEED INFESTATION OF LEGUMINOUS CROPS

D.V. Dubovik, A.N. Morozov, E.V. Dubovik, A.V. Shumakov

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

The influence of different methods of primary tillage (moldboard plowing 20-22 cm deep; combined tillage (disking + chisel) 20-22 cm deep; surface tillage (disking) up to 8 cm deep; direct seeding (No-till)) on moisture availability and weed infestation of pea and soybean crops under the conditions of Kursk region was studied. As the result of the research, it was found that during the sowing period maximum reserve of productive moisture was formed during direct sowing (131.6 mm in peas and 121.7 mm in soybeans). The stubble and mulch created from plant residues by direct sowing allowed one to create a better water regime of the soil and reduce unproductive moisture consumption. The lack of mechanical tillage during direct sowing of peas led to an increase in the number of weeds (2.2 times) in the critical period for the growth and development of the crop, which led to unproductive moisture consumption and, as a result, a decrease in grain yield. The most favorable conditions for growing peas were formed in case of plowing. That method of primary tillage contributed to reduced weed infestation of crops, optimized agrophysical properties of the soil, which ultimately allowed one to obtain the highest yield of peas (2.2 t/ha). When cultivating soybeans, direct sowing contributed to the creation of more optimal conditions for its vegetation. At the same time, there was a slowdown in the growth and development of weed vegetation and a decrease in the total number of weeds during the critical period of the crop development. As a result, direct sowing contributed to the highest yield of soybeans (2.1 t/ha) compared to plowing and other methods of primary tillage studied.

**Keywords:** primary tillage, weed infestation, water regime, peas, soybeans.

#### References

1. Grebennikov, A.M., Frid, A.S., Belobrov, V.P., Isaev, V.A., Garmashov, V.M., Cheverdin, Yu.I., Беспалов, В.А. (2018). Vliyaniye raznykh sposobov obrabotki pochv na urozhainost' gorokha [The influence of different methods of soil treatment on the yield of peas]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], no. 2, pp. 16-20. doi: 10.30850/vrsn/2018/2/16-20
2. Sharushov, R., Drozdov, A., Naumov, A., Garanin, M. (2017). Vliyaniye razlichnykh priemov osnovnoi obrabotki pochvy na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i formirovaniye urozhaya semyan gorokha i soi [The influence of different methods of primary tillage on photosynthetic activity and

the formation of the yield of pea and soybean seeds]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 47-50.

3. Zavalin, A.A., Sokolov, O.A., Shmyreva, N.Ya. (2018). *Azot v agroekosisteme na chernozemnykh pochvakh* [Nitrogen in the agroecosystem on chernozem soils]. Moscow, RAS. 180 p.

4. Sharushov, R., Drozdov, A., Naumov, A., Garanin, M. (2017). Vliyaniye razlichnykh po intensivnosti priemov osnovnoi obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli plodorodiya, simbioticheskuyu deyatel'nost' i formirovaniye urozhaya semyan gorokha i soi [The influence of different intensity methods of primary tillage on agrophysical

indicators of fertility, symbiotic activity and the formation of the yield of pea and soybean seeds]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4, pp. 45-47.

5. Borontov, O.K., Nikul'nikov, I.M., Kurakov, V.I., Sumin, A.N. (2005). Vodno-fizicheskie svoystva i ehlementy vodnogo rezhima chernozema vyshchelochennogo pri razlichnykh sposobakh osnovnoi obrabotki i vnesheniya udobrenii v sevooborote [Water-physical properties and elements of the water regime of leached chernozem under different methods of primary tillage and fertilization in crop rotations]. *Pochvovedeniye* [Soil science], no. 1, pp. 113-121.





6. Garmashov, V.M., Kornilov, I.M., Nuzhnaya, N.A. (2017). Vliyaniye sposobov obrabotki pochvy, vneseniya mineral'nykh udobrenii i gerbitsidov na zasorennost' posevov i urozhainost' gorokha [Influence of tillage methods, application of mineral fertilizers and herbicides on crop infestation and pea yield]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 1, pp. 14-17.

7. Novikov, V.M. (2014). Formirovaniye produktivnoi vlagi i vodopotrebleniye zernobobovymi i krupyanyimi kul'turami pod deystviem sposobov obrabotki pochvy i udobrenii [Formation of productive moisture and water consumption by legumes and cereals under the influence of tillage methods and fertilizers]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and grain crops], no. 1, pp. 84-91.

8. Usenko, V.I., Usenko, S.V. (2018). Vodnyi rezhim vyshchelochennogo chernozema v zavisimosti ot predshestvennika i priema osnovnoi obrabotki [Water regime of leached chernozem, depending on the preceding crop and the primary tillage technique]. *Zemledelie*, no. 2, pp. 14-18. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10203

9. Yushkevich, L.V., Golovanov, D.A. (2017). Vodopronitsaemost' chernozemnykh pochv yuzhnoi lesostepi Zapadnoi

Sibiri [Water permeability of chernozem soils of the southern forest-steppe of West Siberia]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 30-32.

10. Perfil'ev, N.V., V'yushina, O.A., Timofeev, V.N. (2018). Sootnosheniye vidov sornykh rastenii pod vliyaniem sevoborota i sistem osnovnoi obrabotki pochvy v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Ratio of weed plant species under the influence of crop rotations and primary tillage systems under the conditions of the North Trans-Urals]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 5, pp. 35-40. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10509

11. Derpcsh, R., Franzluebbers, A.J., Duiker, S.W., Reicosky, D.C., Koeller, K., Friedrich, T., Sturny, W.G., Sa, J.C. M., Weiss, K. (2014). Why do we need to standardize no-tillage research? *Soil and Tillage Research*, no. 137, pp. 16-22. doi: 10/1016/j.still.2013.10.002

12. Yudin, S.A., Belobrov, V.P., Dridiger, V.K., Grebennikov, A.M., Aidiev, A.Ya., Il'in, B.S., Ermolaev, N.R. (2019). K voprosu o metodike provedeniya mnogoletnikh opytov po izucheniyu vliyaniya tekhnologii pryamogo poseva na svoystva pochv [To the problem of the methods of conducting long-term experiments to study the effect of the direct seeding technology on soil properties]. *Byulleten' Pochvennogo instituta*

*im. V.V. Dokuchaeva* [Dokuchaev soil bulletin], no. 98, pp. 132-152. doi: 10.19047/0136-1694-2019-98-132-152

13. Khasanova, G.R., Safin, Kh.M., Yamalov, S.M. (2017). Otsenka urovnya zasorennosti agrofytotsenozov pri sisteme nulevoi obrabotki pochv (No-Till) [Assessment of the level of weed infestation of agrophytocoenoses in the system of zero tillage (No-Till)]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 11, pp. 26-30.

14. Weaver, M.A., Boyette, C.D., Hoagland, R.E. (2016). Management of kudzu by the bioherbicide, *Myrothecium verrucaria*, herbicides and integrated control programmes. *Biocontrol Sci. Technol.*, vol. 26, no. 1, pp. 136-140. doi: 10.1080/09583157.2015.1072762

15. Dridiger, V.K. (2020). *Osobennosti provedeniya nauchnykh issledovaniy po minimizatsii obrabotki pochvy i pryamomu posevu (metodicheskie rekomendatsii)* [Features of conducting scientific research on minimized tillage and direct sowing (methodological recommendations)]. Stavropol, Servisshkola Publ., 69 p.

16. Vasil'ev, I.P., Tulikov, A.M., Bazdyrev, G.I. i dr. (2004). *Praktikum po zemledel'iyu* [Laboratory manual for agronomy]. Moscow, KolosS Publ., 424 p.

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)  
**Aleksandr 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)  
**Elena V. Dubovik**, doctor of biological sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, [dubovikdm@yandex.ru](mailto:dubovikdm@yandex.ru)  
**Alexander V. Shumakov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8620-7816>, [kniapp@mail.ru](mailto:kniapp@mail.ru)

[dubovikdm@yandex.ru](mailto:dubovikdm@yandex.ru)

Издательство «Электронная наука» выпускает научные журналы на русском и английском языках.

Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



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

- Стратегический научный партнер журнала «Государственный университет по землеустройству».
- **INTEGRAL** 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)

Наши партнеры:



## ПРИМЕНЕНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В ЗВЕНЕ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Г.Ю. Рабинович, Е.А. Подолян, Т.С. Зинковская, О.Н. Анциферова

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Тверская область, Россия

В работе приводятся данные трехлетнего полевого опыта по изучению влияния осадка сточных вод (ОСВ) на плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы в звене полевого севооборота. ОСВ вносили вместе с органическими субстратами (опилками, торфом, соломой) в разном соотношении — 1:1, 1:2, 1:3. Совместное внесение ОСВ с органическими субстратами (опилками, торфом, соломой) оказало значительное влияние на показатели плодородия почвы. К концу третьего года наибольшая концентрация органического вещества наблюдалась в вариантах, где ОСВ применяли совместно с опилками или торфом в соотношении 1:1, где концентрация на 0,22-0,23% была выше, чем на контроле. В ходе проведения эксперимента отмечена тесная взаимосвязь между содержанием водопрочных агрегатов почвы и концентрацией углерода гуминовых кислот. Внесение ОСВ в составе смеси с органическими субстратами в соотношении 1:1 (30 т/га ОСВ и 30 т/га органического субстрат) не оказалось лимитирующим, так как не приводило к избыточному накоплению тяжелых металлов в растениеводческой продукции. Прибавка урожая зеленой массы вико-овсяной смеси (год прямого действия) при внесении ОСВ с органическими наполнителями составила 38-80%, озимой ржи (первый год последствия) — 24-56%, ярового ячменя (второй год последствия) — 56-98%. Выявлено четкое снижение удобрительного действия дополнительного органического субстрата (опилок, торфа, соломы) к ОСВ по мере расширения их соотношения. Среди изучаемых вариантов опыта наибольший уровень рентабельности (128%) был получен при использовании ОСВ с опилками или торфом в соотношении 1:1.

**Ключевые слова:** органические удобрения, осадок сточных вод, торф, опилки, солома, плодородие дерново-подзолистой почвы.

### Введение

Почвы Нечерноземной зоны Российской Федерации ввиду своего происхождения обладают невысоким уровнем плодородия и требуют постоянного пополнения элементами питания для сельскохозяйственных растений. Данная потребность существенно усилилась с конца XX века в связи с падением культуры земледелия и ростом цен на минеральные удобрения. Поэтому сейчас органическим удобрениям отводится особая роль в повышении плодородия почв Нечерноземья. В разработке приемов по регулированию плодородия большое значение имеют местные материалы, отходы производств и т.д. [11]. Освоение технологий получения нетрадиционных видов удобрений позволяет также обеспечивать ресурсосбережение при их использовании в земледелии.

Осадок сточных вод (ОСВ) по своим агрохимическим показателям и эффективности относится к органическим удобрениям и не уступает таким традиционным разновидностям, как навоз [2, 7, 8, 18]. Значимую роль ОСВ в качестве удобрения приобретает во время экономических кризисов. Являясь побочным продуктом в процессе очистки канализационных вод, ОСВ не требует дополнительных затрат на свое производство. Но его применение сильно ограничено вследствие избыточных концентраций токсичных элементов, содержания патогенной микрофлоры, яиц гельминтов. Поэтому, чтобы снизить негативное влияние на окружающую среду, многие авторы рекомендуют вносить ОСВ в виде компостов [14, 18]. Однако данный метод требует значительных материальных затрат и временных ресурсов. В связи с этим учеными и практиками осуществляется поиск подходящей технологии использования ОСВ, полученного непосредственно на очистных сооружениях, то есть в свежем виде [4, 6, 8, 12, 15].

### Цель исследований

Цель данной работы — изучить влияние свежего осадка сточных вод г. Твери, вносимого в почву совместно с органическими субстратами (торфом, опилками, соломой), так называемых смесей на основе ОСВ, на плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы и продуктивность звена полевого севооборота.

### Методы проведения исследований

Исследования проводились в 2015-2017 гг. Почва экспериментального участка дерново-подзолистая супесчаная. Исходная агрохимическая характеристика пахотного горизонта почвы:  $pH_{KCl}$  — 5,7, обеспеченность подвижным фосфором — 241 мг/кг, обменным калием — 124 мг/кг почвы. Перегнойный горизонт на период закладки опыта содержал 1,3% гумуса.

Опыт заложен по мелкоделяночной схеме, в 4-кратной повторности. Опытные культуры по годам: 2015 г. — вико-овсяная смесь, 2016 г. — озимая рожь, 2017 г. — яровой ячмень. Учетная площадь — 4 м<sup>2</sup>. Схема опыта включала следующие варианты: 1) контроль — без удобрений. 2) ОСВ:опилки 1:1. 3) ОСВ:опилки 1:2. 4) ОСВ:опилки 1:3. 5) ОСВ:торф 1:1. 6) ОСВ:торф

1:2. 7) ОСВ:торф 1:3. 8) ОСВ:солома 1:1. 9) ОСВ:солома 1:2. 10) ОСВ:солома 1:3. 11) Компост на основе ОСВ.

Смеси на основе осадка сточных вод с очистных сооружений г.Твери и органических наполнителей (еловые опилки, низинный торф, ржаная солома) вносили в почву один раз в начале эксперимента в мае 2015 г. в дозе 60 т/га из расчета на сухое вещество. Для сравнительной характеристики в опыт также был включен вариант с компостом на основе ОСВ, заготовливаемом на станции очистных сооружений г. Твери. Химический состав применяемых субстратов представлен в таблице 1. ОСВ существенно отличался от прочих наполнителей смесей по зольности,  $P_2O_5$  и рН.

Содержание токсичных элементов в ОСВ соответствовало нормам ГОСТ Р 54651-2011. В почвенных образцах определяли общее содержание органического вещества, его групповой и фракционный состав (по схеме И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой); в растительных образцах определение содержания химических соединений, тяжелых металлов проводили в соответствии с методическими указаниями ЦИНАО.

Таблица 1

Химический состав компонентов смесей

Показатель	ОСВ	Опилки	Торф	Солома	Компост
Влажность, %	67	69	61	12	52
Зольность, %	33,0	9,8	10,2	29,0	10,7
pH	7,5	4,8	5,1	-	6,1
$N_{общ.}, \%$	3,43	4,80	5,10	0,43	2,10
$P_2O_5_{общ.}, \%$	1,70	0,46	0,35	0,80	0,33
$K_2O_{общ.}, \%$	0,29	0,03	0,15	0,80	0,15
$C_{орг.}, \%$	33,6	45,0	44,9	46,6	44,3
C/N	9,8	9,4	8,8	108,4	21,1



Урожай учитывали поделочно с перерасчетом на 1 га. Математическая и статистическая обработка опытных данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel и пакета программ для анализа полевых экспериментов «Ландшафт». Приведенные уравнения регрессии рассчитывались при 5% уровне значимости.

**Результаты и обсуждение**

Удобрительные смеси на основе ОСВ способствовали приросту органического вещества во всех вариантах. В год прямого действия наибольшее количество органического вещества (1,50%, прибавка к контролю 0,23%) отмечали при внесении смеси ОСВ с торфом в соотношении 1:1 (рис. 1). Сопоставимое увеличение оказало внесение в почву ОСВ с опилками и ОСВ с соломой, прибавка к контролю достигла 0,21 и 0,19% соответственно. Схожая тенденция наблюдалась и во второй год исследований. Наибольшее содержание органических соединений, как и в год прямого действия, было выявлено в варианте с использованием ОСВ с торфом в соотношении 1:1 (прибавка к контролю 0,24%), а также ОСВ с опилками в том же соотношении (прибавка к контролю 0,22%). В остальных вариантах обнаружили лишь тенденцию некоторого повышения содержания органического вещества.

В целом, в течение трех лет проведения опыта наблюдалось убывание органических соединений во всех вариантах. Данная закономерность, вероятно, связана с постепенной минерализацией в почве ОСВ и прочих напол-

нителей. К концу третьего года наибольшая концентрация органического вещества отмечалась в вариантах опыта, где ОСВ применяли совместно с опилками или торфом в соотношении 1:1. Его содержание в этих видах смесей было на 0,22-0,23% выше, чем в контрольном варианте. Влияние на данный показатель готового компоста, получаемого на станции очистных сооружений, было несколько ниже, составив 1,42%, что в среднем на 0,04% уступало варианту ОСВ:торф 1:1.

Перед закладкой опыта в почве наблюдался фульватно-гуматный тип гумуса (отношение гуминовых кислот (ГК) к фульвокислотам (ФК) составило 0,87). В результате математической обработки полученных результатов выявлено, что влияние ОСВ на концентрацию ФК в почве незначительное, в то время как содержание гуминовых кислот меняется существенно в зависимости от варианта опыта.

Содержание углерода ГК в год прямого действия наиболее заметно возрастало при внесении ОСВ с опилками при соотношении 1:1 и при таком же соотношении ОСВ с торфом (рис. 2). Прибавка относительно контроля составила 5,2 и 4,7% соответственно. В меньшей степени изменения коснулись варианта, где вносили компост (прибавка к контролю едва достигла 1,3-2,0%). В первый год последействия удобрений в ряде вариантов было выявлено незначительное увеличение содержания как гуминовых, так и фульвокислот. Происходящие изменения в содержании органического вещества привели к установлению нового соотношения ГК:ФК, близкого к гуматно-фульватному, на всех

удобренных вариантах, и к концу первого года последействия оно составило 0,90-1,00, а на контроле — 0,86.

Во второй год последействия произошло снижение содержания углерода ГК на 0,2-1,4% относительно контроля, что привело к сужению соотношения ГК к ФК. Подобный результат может быть связан с тем, что опилки, торф и солома являются аэрирующими, влагопоглощающими материалами, поддерживающими условия, необходимые для успешной минерализации органических веществ [16].

Полученные в ходе эксперимента данные позволили выявить зависимость между концентрацией гуминовых кислот в почве и количеством водопрочных агрегатов в ней. По мнению ученых [3, 5, 20], развитие почвенной структуры регулируется качественным составом органического вещества почвы. Исследования Н.Л. Кураченко показали [17], что водопрочность структуры почв обусловлена в большей степени подвижными компонентами гумуса. З.С. Артемьева [3] на основании своих исследований делает предположение, что процессы стабилизации почвенной массы и гумификации взаимосвязаны.

Значение коэффициента корреляции (r), которое отражает отношение связи между агрегатным составом и содержанием углерода ГК, в пахотном горизонте дерново-подзолистой супесчаной почвы опытного участка в год прямого действия удобрений было 0,73. Связь агрегатного состава почвы с фракцией 1 ГК достигала величины 0,64. Полученные результаты свидетельствовали о существенной связи данных показателей. В первый год последействия наблюдалось усиление корреляционной зависимости между количеством водопрочных агрегатов и фракцией 1 ГК (r=0,70), взаимосвязь с углеродом ГК осталась на том же уровне, что и в год прямого действия (r=0,73). Однако во второй год последействия отмечали, с одной стороны, усиление взаимосвязи количества водопрочных агрегатов и концентрации углерода ГК (r=0,83) и, с другой стороны, ослабление корреляции с фракцией 1 ГК (r=0,62).

В связи с вероятностью повышения содержания в почве тяжелых металлов и металлоидов (ТМ) при внесении ОСВ как удобрения, необходимо проводить регулярный контроль качества продукции, получаемой с его использованием, на соответствие СанПиН [19]. Результаты анализа растительных образцов подтвердили, что внесение ОСВ в объеме, не превышающем 30 т/га (в составе смеси с органическими субстратами в соотношении 1:1), не приводит к избыточному накоплению ТМ. Отмечена прямая зависимость между количеством внесенного осадка и содержанием ТМ в полученной продукции. Снижение доли осадка в смеси ОСВ (до 15 т/га) к опилкам (45 т/га) — 1:3 приводило к уменьшению концентрации ТМ в зерне ярового ячменя относительно соотношения ОСВ (30 т/га) к опилкам (30 т/га) — 1:1. Так, содержание мышьяка уменьшилось на 0,06 мг/кг, свинца — на 0,06, кадмия — на 0,02, кобальта — на 0,37 мг/кг. Схожая тенденция наблюдалась и при применении смесей ОСВ с торфом и ОСВ с соломой. Компост в связи с длительным приготовлением, способствующим обеззараживанию, содержал меньшее количество токсичных элементов по сравнению со свежим ОСВ, что отразилось на показателях концентрации тяжелых металлов в продукции. В первый и второй годы

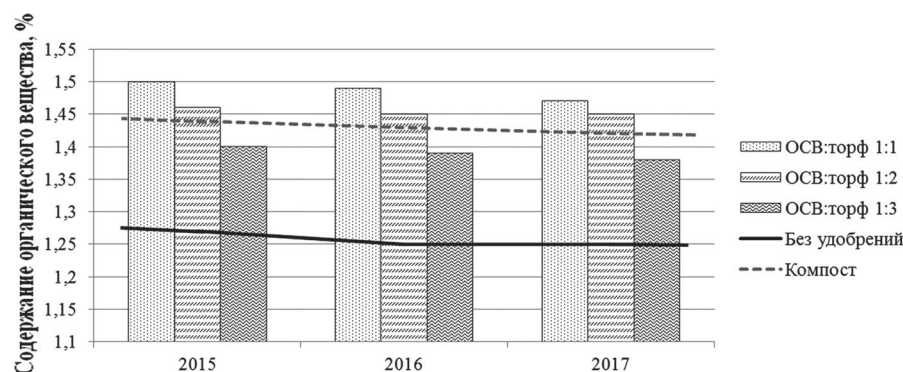


Рис. 1. Динамика органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве в вариантах опыта, % на сухую массу

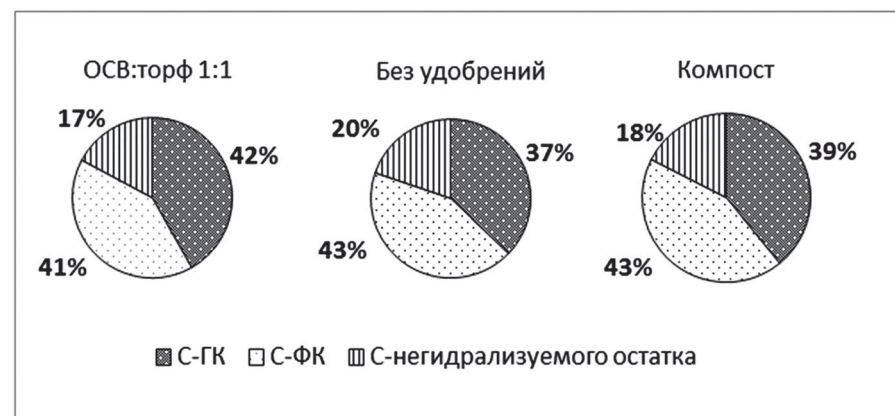


Рис. 2. Состав органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0-20 см по вариантам опыта в год прямого действия, % к общему С





последствия отмечено некоторое повышение концентрации тяжелых металлов в урожае. Тем не менее их содержание не превышало ПДК.

В описываемом звене севооборота наибольшая стоимость продукции получена при внесении ОСВ совместно с опилками и ОСВ с торфом в соотношении 1:1, превышающая вариант опыта без удобрений на 19180 и 18970 руб./га соответственно. Рентабельность в данных вариантах была больше рентабельности внесения готового компоста на 36%. Повышение этого показателя отмечено и другими авторами, изучавшими экономическую эффективность применения ОСВ [6, 15]. Такое отличие вариантов со смесями на основе свежего ОСВ обусловлено, прежде всего, ростом чистого дохода и одновременным снижением себестоимости. Темпы роста выручки опережают темпы снижения затрат. В случае, когда доза дополнительного органического субстрата превышала массу ОСВ (ОСВ:органический наполнитель 1:2 или 1:3), отмечали спад показателя рентабельности вне зависимости от разновидности наполнителя (опилки, торф или солома). Это, по-видимому, связано с уменьшением содержания элементов питания в составе смесей, некоторым изменением их pH, что и могло повлечь снижение продуктивности культур.

Тем не менее все варианты удобрительных смесей оказали положительное влияние на формирование урожайности культур по сравнению с контрольным вариантом опыта (табл. 2).

Урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси (год прямого действия) возросла в целом по отношению к контрольному варианту на 38-80%, зерна озимой ржи (первый год последействия) — на 24-56%, зерна ярового ячменя (второй год последействия) — на 56-98%. Наибольший эффект наблюдался при внесении ОСВ с торфом и ОСВ с опилками. Выявлено четкое снижение урожайности по мере расширения соотношения дополнительного органического субстрата (опилки, торфа, соломы) к ОСВ. Так, если на фоне ОСВ:торф 1:1 было получено 495 ц/га зеленой массы в год прямого действия, то при соотношении 1:3 — только 445 ц/га, что на 11% меньше. Та же тенденция отмечена при включении других видов органических наполнителей. В последствии данная закономерность распределения между вариантами была сходна с той, что была в год прямого действия.

Максимальная урожайность получена при внесении осадка сточных вод и всех видов дополнительных органических субстратов, взятых в соотношении 1:1.

### Выводы

Совместное внесение осадка сточных вод с органическими субстратами (опилками, торфом, соломой) оказало значительное влияние на плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы. Выявлено четкое снижение удобрительного действия вносимых смесей по мере расширения соотношения дополнительного органического субстрата (опилок, торфа, соломы) к ОСВ.

Наибольшее количество органического вещества в почве опытного участка было обнаружено при внесении смеси ОСВ с торфом и опилками в соотношении 1:1. Прибавка к контролю в среднем за три года составила 0,22%.

Удобрительные смеси положительно повлияли на состав органического вещества. На всех удобренных вариантах опыта наблюдалось повышение соотношения ГК:ФК. К концу первого года последействия оно составило 0,90-1,00, на контроле — 0,86. Произошло это преимущественно за счет увеличения в составе органического вещества количества гуминовых кислот. Выявлена высокая корреляционная зависимость между содержанием ГК и количеством воднопрочных агрегатов почвы опытного участка ( $r=0,76$  в среднем за три года).

Прибавка урожая зеленой массы вико-овсяной смеси (год прямого действия) составила 38-80%, озимой ржи (первый год последействия) — 24-56%, ярового ячменя (второй год последействия) — 56-98%. Как по годам исследования, так и в среднем за три года большую продуктивность обеспечивало использование ОСВ и органических компонентов в соотношении 1:1. При этом наибольшая прибавка продуктивности отмечена при внесении смесей с торфом либо опилками, составив величину, близкую к 27 ц корм.ед./га. Прибавка урожайности от применения компоста, приготовленного на станции очистных сооружений, составила по отношению к контролю 15,8 ц корм.ед./га.

Полученные результаты анализа растительных образцов подтвердили, что внесение ОСВ в составе смеси с органическими субстратами в соотношении 1:1 (30 т/га ОСВ и 30 т/га органиче-

ского субстрата) не приводит к избыточному накоплению тяжелых металлов.

Среди изучаемых вариантов опыта наибольший уровень рентабельности выявлен при использовании ОСВ совместно с опилками и торфом в соотношении 1:1 (128%). Рентабельность в данных вариантах превысила рентабельность внесения готового компоста на 36%.

### Литература

1. Агрохимия на службе земледелия / под ред. С.И. Поповой. Пермь, 1981. 283 с.
2. Анциферова Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГК, 2003. 23 с.
3. Артемьева З.С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы. М.: ГЕОС, 2010. 240 с.
4. Байбеков Р.Ф., Мерзлая Г.Е., Власова О.А., Налиухин А.Н. Изучение удобрений на основе осадков сточных вод // Агрохимический вестник. 2013. № 6. С. 28-30.
5. Безуглова О.С. Гуминовые удобрения и стимуляторы роста: учебно-методическое пособие. Ростов-на-Дону, 2009. 53 с.
6. Васбиева М.Т. Влияние длительного применения осадков сточных вод в качестве удобрения на продуктивность зерноотрапного севооборота и качество сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2016. № 1. С. 44-51.
7. Васбиева М.Т., Косолапова А.И. Изменение показателей плодородия дерново-подзолистой почвы и содержания в ней тяжелых металлов в результате длительного применения осадков сточных вод // Почвоведение. 2015. № 5. С. 580-586.
8. Васнев И.И., Сюняев Н.К., Бадарч Б. Агроэкологическая оценка характерных для Калужской области старопашотных легких дерново-подзолистых почв после неоднократного применения свежих и обезвоженных осадков сточных вод // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 12-16.
9. ГОСТ Р 54651-2011 Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия.
10. Давыдов А.С., Воробьева Р.П. Почвенная утилизация осадков сточных вод — экологически безопасный способ повышения плодородия и охраны земель // Природообустройство. 2008. № 5. С. 38-42.
11. Денисов Е.П., Бурлака И.В., Сураев Д.В., Скачков Н.В. Эффективность почвенной реутилизации осадков городских сточных вод // Экология и промышленность России. 2007. № 2. С. 12-14.
12. Жигарева Ю.В. Оценка эффективности применения осадков сточных вод при возделывании картофеля // Вестник Адыгейского государственного университета. 2018. № 1 (212). С. 117-122.
13. Касатиков В.А. Влияние мелиоративных приемов на миграцию тяжелых металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве // Мелиорация. 2018. № 4 (86). С. 72-77.
14. Касатиков В.А., Анисимова Т.Ю., Шабардина Н.П. К вопросу о мелиоративном влиянии систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства слабокультуренной дерново-подзолистой почвы // Мелиорация. 2018. № 3 (85). С. 78-84.
15. Климова Н.В., Починава Т.В. Осадки сточных вод как нетрадиционные органические удобрения // Аграрная наука. 2009. № 1. С. 13-16.
16. Кривоногов П.С., Кривоногова А.С., Гриценко В.Л., Донник И.М. Способ биотехнологической переработки помета в птицеводстве. Патент России 2016107982. 2017. Бюл. № 8. 7 с.
17. Кураченко Н.Л. Лабильные гумусовые вещества в формировании почвенных агрегатов. Красноярск, 2001. 82 с.
18. Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. Трансформация токсичных осадков сточных вод в экологически безопасные удобрения // Химическая безопасность. 2018. Т. 2. № 1. С. 180-190.
19. СанПиН 42-123-4089-86 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах, 1986. 91 с.
20. Donatello, S., Cheeseman, C.R. (2013). Recycling and recovery routes for incinerated sewage sludge ash. *Waste Management*, no. 33 (11), pp. 2328-2340.

Таблица 2

Влияние удобрений на основе ОСВ на урожайность культур в звене севооборота

Варианты опыта	Урожайность культур, ц/га			Продуктивность звена севооборота, ц корм.ед./га	Прибавка	
	вико-овсяная смесь	озимая рожь	ячмень		ц/га	%
Контроль	275	34,8	11,7	40,7	-	-
Компост	360	45,8	21,1	56,5	15,8	38,8
ОСВ:опилки 1:1	480	53,4	22,1	68,1	27,4	67,3
ОСВ:опилки 1:2	473	49,3	19,5	64,2	23,5	57,7
ОСВ:опилки 1:3	445	43,8	18,3	59,0	18,3	45,0
ОСВ:торф 1:1	495	50,0	23,2	67,8	27,1	66,6
ОСВ:торф 1:2	462	47,2	19,8	62,6	21,9	53,8
ОСВ:торф 1:3	445	42,3	19,0	58,6	17,9	44,0
ОСВ:солома 1:1	442	52,2	22,8	65,6	24,9	61,2
ОСВ:солома 1:2	420	49,8	20,5	61,8	21,1	51,8
ОСВ:солома 1:3	380	43,1	19,0	55,2	14,5	35,6
НСР <sub>05</sub>	21,3	2,3	1,0	3,5	-	-



Об авторах:

**Рабинович Галина Юрьевна**, доктор биологических наук, профессор, директор филиала,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>, 2016vniimz-noo@list.ru

**Подольян Елена Александровна**, младший научный сотрудник отдела биотехнологий,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2754-0053>, 2016vniimz-noo@list.ru

**Зинковская Татьяна Степановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологий,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3546-9637>, 2016vniimz-noo@list.ru

**Анциферова Ольга Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологий,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5494-710X>, 2016vniimz-noo@list.ru

## THE USE OF SEWAGE SLUDGE IN THE LINK OF FIELD CROP ROTATION ON SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

**G.Yu. Rabinovich, E.A. Podolyan, T.S. Zinkovskaya, O.N. Antsiferova**

Federal Research Center "V.V. Dokuchaev Soil Science Institute",  
Tver region, Russia

The paper presents data from a three-year field experience to study the effect of sewage sludge (WWS) on the fertility of sod-podzolic sandy loam soil in the field crop rotation link. WWS was introduced together with organic substrates (peat, sawdust, straw) in different ratios — 1:1, 1:2, 1:3. The combined introduction of sewage sludge with organic substrates (sawdust, peat, straw) had a significant impact on soil fertility indicators. By the end of the third year, the highest concentration of organic matter was observed in variants where WWS was used together with sawdust or peat in a 1:1 ratio, where the concentration was 0.22-0.23% higher than in the control. In the course of the experiment, a close relationship was noted between the content of water-resistant soil aggregates and the carbon concentration of humic acids. The introduction of WWS in a mixture with organic substrates in a 1:1 ratio (30 t/ha WWS and 30 t/ha organic substrate) was not limiting, because did not lead to excessive accumulation of heavy metals in crop production. The increase in the yield of green mass of the vetch-oat mixture (year of direct action) with the introduction of WWS with organic fillers was 38-80%, winter rye (first year of aftereffect) — 24%-56%, spring barley (second year of aftereffect) — 56-98%. A clear decrease in the fertilizing effect of an additional organic substrate (sawdust, peat, straw) to WWS was revealed as their ratio expanded. Among the studied variants of the experiment, the highest level of profitability (128%) was obtained when using WWS with sawdust or peat in a 1:1 ratio.

**Keywords:** organic fertilizers, sewage sludge, peat, sawdust, straw, fertility of sod-podzolic soil.

### References

- Popova, S.I. (ed.) (1981). *Agrokimiya na sluzhbe zemledeliya* [Agrochemistry at the service of agriculture]. Perm, 283 p.
- Antsiferova, E.Yu. (2003). *Ehkologo-agrokhimicheskaya otsenka osadkov stochnykh vod, ispol'zuemykh v kachestve udobreniya* [Ecological and agrochemical assessment of sewage sludge used as fertilizer]. Cand. biological sci. diss. Abstr. Moscow, MGK, 23 p.
- Artemeva, Z.S. (2010). *Organicheskoe veshchestvo i granulometricheskaya sistema pochvy* [Organic matter and granulometric system of soil]. Moscow, GEOS, 240 p.
- Baibekov, R.F., Merzlaya, G.E., Vlasova, O.A., Naliukhin, A.N. (2013). *Izucheniye udobrenii na osnove osadkov stochnykh vod* [Study of fertilizers based on sewage sludge]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 6, pp. 28-30.
- Bezuglova, O.S. (2009). *Guminovye udobreniya i stimulyatory rosta: uchebno-metodicheskoe posobie* [Humic fertilizers and growth stimulants: educational and methodical manual]. Rostov-on-Don, 53 p.
- Vasbieva, M.T. (2016). *Vliyeniye dlitel'nogo primeneniya osadkov stochnykh vod v kachestve udobreniya na produktivnost' zemotrayvanogo sevooborota i kachestvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Influence of long-term use of sewage sludge as fertilizer on the productivity of grain-grass crop rotation and the quality of crops]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 1, pp. 44-51.
- Vasbieva, M.T., Kosolapova, A.I. (2015). *Izmeneniye pokazatelei plodorodiya dernovo-podzolisto-pochvy i soderzhaniya v nei tyazhelykh metallov v rezul'tate dlitel'nogo primeneniya osadkov stochnykh vod* [Change in fertility indicators of soddy podzolic soil and the content of heavy metals in it as a result of long-term use of sewage sludge]. *Pochvovedeniye* [Soil science], no 5, pp. 580-586.
- Vasenev, I.I., Syunyaev, N.K., Badarch, B. (2012). *Agro-ehkologicheskaya otsenka kharakternykh dlya Kaluzhskoi oblasti staropakhotnykh legkikh dernovo-podzolistykh pochv posle neodnokratnogo primeneniya svezhikh i bezvozhenykh osadkov stochnykh vod* [Agroecological assessment of old-arable light sod-podzolic soils typical for the Kaluga region after repeated use of fresh and dehydrated sewage sludge]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 10, pp. 12-16.
- GOST R 54651-2011 *Udobreniya organicheskoe na osnove osadkov stochnykh vod. Tekhnicheskie usloviya* [Organic fertilizers based on sewage sludge. Technical conditions].
- Davydov, A.S., Vorobeva, R.P. (2008). *Pochvennaya utilizatsiya osadkov stochnykh vod — ehkologicheski bezopasnyi sposob povysheniya plodorodiya i okhrany zemel'* [Soil disposal of sewage sludge is an environmentally friendly way to increase fertility and protect land]. *Prirodoobustroystvo*, no 5, pp. 38-42.
- Denisov, E.P., Burlaka, I.V., Suravev, D.V., Skachkov, N.V. (2007). *Ehffektivnost' pochvennoi reutilizatsii osadkov gorodskikh stochnykh vod* [Efficiency of soil recycling of urban wastewater sludge]. *Ehkologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], no. 2, pp. 12-14.
- Zhigareva, Yu.V. (2018). *Otsenka ehffektivnosti primeneniya osadkov stochnykh vod pri vozdeleyanii kartofelya* [Evaluation of the effectiveness of the use of sewage sludge in the cultivation of potatoes]. *Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Adyge state university], no. 1 (212), pp. 117-122.
- Kasatkov, V.A. (2018). *Vliyeniye meliorativnykh priemov na migratsiyu tyazhelykh metallov v dernovo-podzolisto-puchevnoy pochve* [Influence of reclamation techniques on the migration of heavy metals in sod-podzolic sandy loam soil. Land reclamation]. *Melioratsiya* [Land reclamation], no. 4 (86), pp. 72-77.
- Kasatkov, V.A., Anisimova, T.Yu., Shabardina, N.P. (2018). *K voprosu o meliorativnom vliyaniy sistematicheskogo primeneniya osadka gorodskikh stochnykh vod na agroehkologicheskoye svoystvo slabookul'turnoy dernovo-podzolisto-pochvy* [To the question of the reclamation effect of the systematic use of urban wastewater sludge on the agroecological properties of poorly cultivated soddy-podzolic soil]. *Melioratsiya* [Land reclamation], no. 3 (85), pp. 78-84.
- Klimova, N.V., Pochinova, T.V. (2009). *Osadki stochnykh vod kak netraditsionnye organicheskie udobreniya* [Sewage sludge as unconventional organic fertilizers]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 1, pp. 13-16.
- Krivotogov, P.S., Krivotogova, A.S., Gritsenko, V. L., Donnik, I.M. (2017). *Sposob biotekhnologichnoi pererabotki pometa v ptitsevodstve* [Method for biotechnological processing of manure in poultry farming]. Patent Rossii 2016107982 [Russian Patent 2016107982], byul. no. 8, 7 p.
- Kurachenko, N.L. (2001). *Labil'nye gumusovye veshchestva v formirovaniy pochvennykh agregatov* [Labile humic substances in the formation of soil aggregates]. Krasnoyarsk, 82 p.
- Merzlaya, G.E., Afanas'ev, R.A. (2018). *Transformatsiya toksichnykh osadkov stochnykh vod v ehkologicheski bezopasnye udobreniya* [Transformation of toxic waste into ecologically safe fertilizers]. *Khimicheskaya bezopasnost'* [Chemical safety science], vol. 2, no. 1, pp. 180-190.
- SanPIN 42-123-4089-86 (1986). *Predel'no dopustimye kontsentratsii tyazhelykh metallov i mysh'yaka v proizvodstvennom syr'e i pishchevykh produktakh* [Maximum permissible concentration of heavy metals and arsenic in food raw materials and food product], 91 p.
- Donatello, S., Cheeseman, C.R. (2013). *Recycling and recovery routes for incinerated sewage sludge ash*. *Waste Management*, no. 33 (11), pp. 2328-2340.

About the authors:

**Galina Yu. Rabinovich**, doctor of biological sciences, professor, branch director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>, 2016vniimz-noo@list.ru

**Elena A. Podolyan**, junior researcher of the department of biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2754-0053>, 2016vniimz-noo@list.ru

**Tatiana S. Zinkovskaya**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3546-9637>, 2016vniimz-noo@list.ru

**Olga N. Antsiferova**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5494-710X>, 2016vniimz-noo@list.ru





## ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И АКТИВНОСТЬ НИТРАТРЕДУКТАЗЫ КАК ПОКАЗАТЕЛИ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ

И.Р. Манукян

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал ФГБУН Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Республика Северная Осетия-Алания, Пригородный р-он, с. Михайловское, Россия

В статье представлены результаты многолетних исследований физиологических процессов окислительного стресса, протекающих в растениях пшеницы под влиянием фитопатогенов, минеральных удобрений и фунгицидов. Критериями повреждающего действия окислительного стресса (ОС) являются активность фермента нитратредуктазы (НРА) и концентрация ТБК-активных продуктов. В норме сохраняется подвижное равновесие между процессами перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной системой защиты клетки (АО). Однако в стрессовых условиях содержание активных форм кислорода (АФК) в клетках быстро увеличивается и развивается окислительный стресс. Устойчивость растений ко многим факторам окружающей среды определяется способностью растения сохранять согласованный ход физиологических процессов, не вызывая их существенного нарушения в условиях стресса. Взаимосвязь между процессами ПОЛ и активностью нитратредуктазы наблюдалась на всех сортах пшеницы. Было установлено, что сорта по-разному реагировали на дозы удобрений. Между процессами ПОЛ и НРА была установлена высокая отрицательная корреляционная зависимость ( $r = -0,83$ ). Многие пестициды помимо своего основного целевого воздействия оказывают на растения дополнительные эффекты. Изучались фунгициды из класса триазолов (Байлетон, Тилт, Фундазол). Все они проявили антиоксидантные свойства. Наиболее сильный антиоксидантный эффект отмечен у фунгицида Тилт (пропиконазол). Полученные нами результаты относительно тесной взаимосвязи между процессами ПОЛ и НРА позволяют использовать фунгициды из класса триазолов для повышения устойчивости растений к различным стрессовым факторам, активации антиоксидантной системы в растительных клетках, повышения продуктивности. Они, как химические иммунизаторы, способны одновременно сдерживать развитие болезней и воздействовать на физиолого-биохимические механизмы, усиливающие сопротивляемость растительных организмов к фитопатогенам и другим стрессовым факторам.

**Ключевые слова:** пшеница, удобрения, фунгицид, нитратредуктаза, антиоксиданты, перекисное окисление липидов.

### Введение

Производство экологически чистой продукции и обеспечение населения безопасными продуктами питания — одна из важнейших задач в сфере выращивания высококачественного зерна пшеницы. Современные технологии производства зерна немислимы без применения различных минеральных и органических удобрений, пестицидов, стимуляторов роста и других химических веществ. Сочетание средств химизации и условий окружающей среды могут оказаться причиной развития в растениях окислительного стресса (ОС) [1]. Повреждения ОС могут быть вызваны воздействием высоких или низких температур, дефицитом или избытком влаги, старением, почвенным засолением, патогенными организмами, тяжелыми металлами, различными ксенобиотиками, развитием иммунных реакций сверхчувствительности и др.

Развитие окислительного стресса приводит к образованию и накоплению в растительных тканях и клетках продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активных форм кислорода (АФК) [2]. В норме сохраняется подвижное равновесие между процессами перекисного окисления липидов и антиоксидантной системой защиты клетки (АО). Однако в стрессовых условиях содержание АФК в клетках быстро увеличивается и развивается окислительный стресс [3]. Наиболее подвержены действию АФК жирные кислоты мембран клеток. Наиболее реакционноспособный из них — малоновый диальдегид (МДА). МДА является одним из основных маркеров окислительного стресса [4].

Ключевым ферментом метаболизма нитратов в растениях является нитратредуктаза. Интерес к активности нитратредуктазы (НРА) объясняется тем, что она является лимитирующим ферментом включения нитратного азота в метаболизм растения. Кроме нитратов, индукторами синтеза нитратредуктазы могут быть цитокинины и органические нитросоединения, то есть в растениях возможна индукция синтеза этого фермента под воздействием химических регуляторов [5].

О взаимосвязи окислительного стресса и активности фермента нитратредуктазы в растении пшеницы очень мало сведений в литературе. Есть информация, что нитратредуктаза может участвовать в образовании оксида азота, который является компонентом сигнальной системы при развитии окислительного стресса в растительной клетке [6].

### Цель исследований

Цель проведенного исследования заключалась в изучении влияния сортовых особенностей пшеницы, минеральных удобрений и фунгицидов на уровень активности окислительного стресса и антиоксидантной системы растений, а также сопряженности процессов окислительного стресса с активностью главного фермента азотного обмена.

Результаты исследований помогут повысить эффективность использования удобрений и фунгицидов, оптимизировать азотное питание растений, повысить качество зерна, объективно оценивать сортовые особенности пшеницы.

### Методика исследований

В статье представлены многолетние данные исследований за 2011-2019 гг. Опыт проводился в СКНИИГПСХ ВНЦ РАН. Объектом исследования служили сорта озимой мягкой пшеницы Безостая 1, Спартанка и яровой пшеницы Тулунская 12 (*Triticum aestivum* L.). Исследования проводили на 8-10-суточных проростках и на флаговых листьях растений пшеницы после обработки фунгицидами в фазе колошения. Применяли фунгициды Тилт 25% к.э. (пропиконазол) 0,5 л/га, Байлетон 25% с.п. (триадимефон) 0,5 л/га, Фоликур 25% к.э. (тебуконазол) 0,5 л/га. Опыт с минеральными удобрениями (аммиачная селитра) включал варианты по действующему веществу:

- контроль (без удобрений);
- $N_{35}P_{60}K_{40}$  с осени +  $N_{35}$  в фазе кущения;
- $N_{35}P_{60}K_{40}$  с осени +  $N_{35}$  в фазе кущения +  $N_{35}$  в фазе трубкования [7].

Интенсивность ПОЛ определяли по цветной реакции малонового диальдегида (МДА) с тиобарбитуровой кислотой (ТБК). Концентрацию МДА рассчитывали в микромолях на 1 г сырой массы по молярной экстинкции ( $\epsilon = 1,56 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ):  $C = D / \epsilon \times L \times m$ , где  $C$  — концентрация МДА;  $D$  — оптическая плотность;  $\epsilon$  — коэффициент молярной экстинкции;  $L$  — длина оптического пути (1 см);  $m$  — масса навески.

Активность фермента нитратредуктазы (НРА) определяли колориметрическим методом при длине волны 540 нм по количеству нитритов, образовавшихся из нитратов под действием фермента. Через 30 минут развив-





шуюся окраску колориметрировали на фотокolorиметре с зеленым светофильтром.  $HRA \text{ мкМ NO}_2 \text{ грамм}^{-1} \text{ час}^{-1} = 5 \times a / v \times H \times T$ , где  $a$  — содержание нитрата в пробирке, мкМ;  $v$  — объем аликвоты, мл;  $H$  — навеска ткани, г;  $T$  — время инкубации, час [8].

Результаты обрабатывали статистически (на графиках представлены средние арифметические значения и их стандартные отклонения).

**Результаты исследований**

Большой интерес представляет изучение влияния основных элементов интенсивной технологии выращивания озимой пшеницы на физиологические процессы, лежащие в основе продуктивности, иммунных реакций растения и стрессоустойчивости. В таблицах 1 и 2 приведены данные по изучению влияния минеральных удобрений в комплексе с фунгицидами на уровень окислительного стресса в тканях по показателям ТБК-активных продуктов (МДА) и НРА в листьях пшеницы. Было установлено, что сорта по-разному реагировали на дозы удобрений.

Сорт Безостая 1 реагировал на повышение минерального питания снижением содержания МДА в среднем на 15% и повышением активности фермента нитратредуктазы в среднем на 11%, повышению НРА способствовали также сами нитраты (табл. 1). Отмеченные изменения положительно отражались на продуктивности растений.

У сорта Спартанка, наоборот, с повышением доз минеральных удобрений было отмечено накопление ТБК-активных продуктов (МДА) в тканях растений, при этом НРА снижалась, несмотря на присутствие в почве нитратов (табл. 2).

Здесь следует отметить, что сорт Спартанка более восприимчив к заболеваниям, чем сорт Безостая 1. Интенсивность поражения листовыми пятнистостями (бурой ржавчиной, мучнистой росой и септориозом) в фазе колошения на сорте Спартанка было в 2 раза сильнее. Развитию заболеваний способствовал также высокий фон минеральных удобрений. Спартанка, как более восприимчивый сорт, сильнее поражался болезнями на высоком азотном фоне. При заражении фитопатогенными грибами происходит взаимодействие растения-хозяина и паразита. Поражение фитопатогенами вызывает сложные изменения в энергетическом и пластическом обмене растения. В большей степени эти изменения относятся к окислительным процессам, накоплению активных форм кислорода, перекисному окислению липидов и накоплению ТБК-активных продуктов (МДА). В связи с этим на восприимчивом сорте Спартанка с повышением доз минеральных удобрений, прежде всего азотных, наблюдалось повышение концентрации ТБК-активных продуктов — на 25% по сравнению с контролем, развитие окислительного стресса и, как следствие, снижение активности фермента нитратредуктазы — на 10% по сравнению с контролем (табл. 2).

В технологии выращивания зерновых колосовых культур очень большое значение имеет защита от возбудителей заболеваний. На посевах зерновых развивается целый комплекс патогенов, степень вредоносности которых зависит от сорта пшеницы, климатических условий, агротехники и других факторов.

Сегодня для защиты от болезней на пшенице применяется широкий ассортимент фунгицидов и биостимуляторов. Среди них хорошо себя зарекомендовали препараты из класса триазолов. Их отличительной особенностью является не только защитное и лечебное действие, но и ряд сопутствующих положительных эффектов воздействия на физиологию растения. Среди этих эффектов наиболее известным и изученным является ретардантное действие. Ретардантное действие триазолов и их производных обусловлено подавлением биосинтеза гормона роста — гиббереллина, что проявляется в укорочении длины побегов и стеблей [9]. Известны также такие эффекты, как увеличение сроков жизнедеятельности и содержания хлорофилла в вегетативных частях растения [10]; повышение устойчивости растения к различным стрессам [11]; повышение содержания белка в зерне; влияние на различные физиологические процессы в растениях [12].

В проведенном нами опыте фунгицид Байлетон (триадимефон) проявил лечебное и антиоксидантное действие. Под действием препарата

снижалось не только развитие болезней, но и содержание МДА в листьях, при этом со снижением процессов ПОЛ активность нитратредуктазы повышалась (табл. 1, 2).

Антиоксидантный эффект препаратов триазольной группы был нами изучен и на других фунгицидах из этого класса: Тилт 25% к.э. (пропиконазол) 0,5 л/га, Фоликур 25% к.э. (тебуконазол) 0,5 л/га [13]. На рисунке 1 показано влияние обработок фунгицидами на процессы ПОЛ и НРА на сорте яровой пшеницы Тулунская 12.

Все фунгициды проявляли антиоксидантные свойства, то есть снижали окислительный стресс в тканях листьев растений пшеницы, при этом происходило повышение активности фермента нитратредуктазы [14, 15].

Такая же зависимость между процессами ПОЛ и активностью нитратредуктазы наблюдалась на сорте озимой пшеницы Безостая 1 (рис. 2). Из всех фунгицидов наиболее сильный антиоксидантный эффект проявил Тилт (пропиконазол). Между процессами ПОЛ и НРА была установлена высокая отрицательная корреляционная связь ( $r = -83$ ).

Таблица 1

Влияние доз минеральных удобрений и обработки Байлетоном на активность процессов ПОЛ и НРА в растениях озимой пшеницы сорта Безостая 1, % от контроля

Вариант	Без обработки			Байлетон 0,5 л/г, на 7 день после обработки		
	ПОЛ	НРА	Масса 1000 зерен, г	ПОЛ	НРА	Масса 1000 зерен, г
Контроль	-	-	-	78	126	117
$N_{65}P_{60}K_{40}$	82	110	118	65	145	124
$N_{125}P_{60}K_{40}$	88	112	118	70	160	130

Таблица 2

Влияние доз минеральных удобрений и обработки Байлетоном на активность процессов ПОЛ и НРА в растениях озимой пшеницы сорта Спартанка, % от контроля

Вариант	Без обработки			Байлетон 0,5 л/г, на 7 день после обработки		
	ПОЛ	НРА	Масса 1000 зерен, г	ПОЛ	НРА	Масса 1000 зерен, г
Контроль	-	-	-	86	105	117
$N_{65}P_{60}K_{40}$	125	90	90	108	110	120
$N_{125}P_{60}K_{40}$	125	90	90	110	110	120

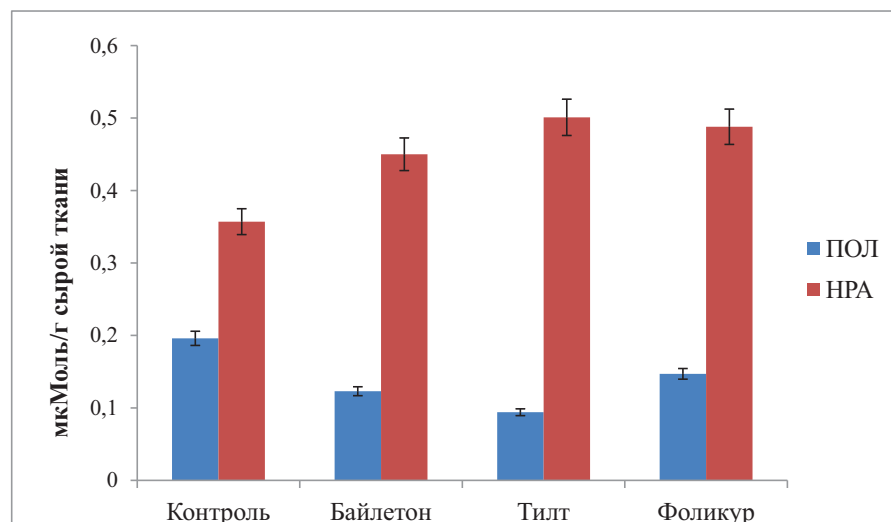


Рис. 1. Интенсивность процессов ПОЛ и НРА после обработки фунгицидами на сорте Тулунская 12



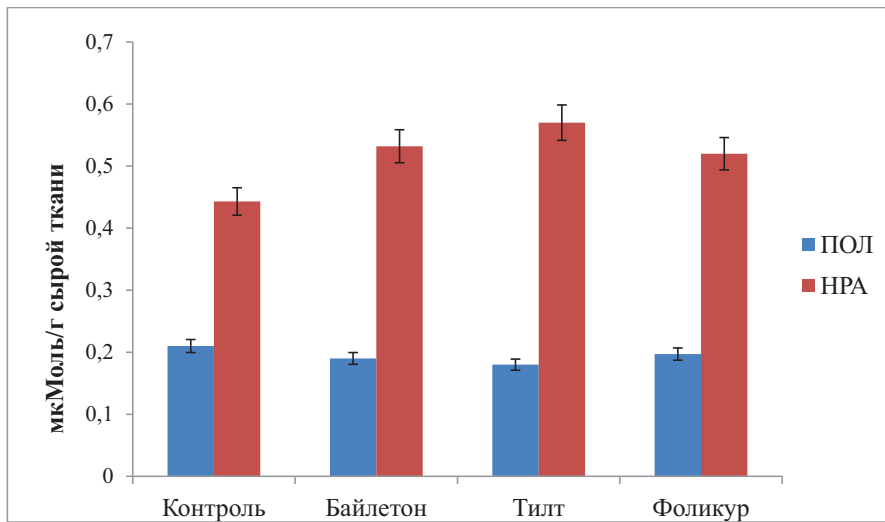


Рис. 2. Интенсивность процессов ПОЛ и НРА после обработки фунгицидами на сорте Безостая 1

Подобная сопряженность двух процессов — окислительного стресса и активности фермента указана в исследованиях теплового стресса у озимой пшеницы [16]. В опыте тепловой стресс сопровождался активацией процессов ПОЛ и снижением активности фермента нитратредуктазы.

Таким образом, активность нитратредуктазы можно использовать не только как показатель оптимизации азотного питания растений, но и как показатель степени устойчивости растений к стрессовым условиям [17].

Фермент нитратредуктаза тесным образом связан с процессом фотосинтеза и окислительно-восстановительным потенциалом внутри клетки. Его активность зависит от количества восстановленных пиридиннуклеотидов НАДФН в растительной клетке [18].

Эффект от обработок фунгицидами наблюдался и по внешним признакам растений в полевых опытах: листья и колос сохраняли зеленый цвет на 7-10 дней дольше, то есть продлевалась фотосинтезирующая активность растения.

Имеются сведения, что некоторые триазолы снижают ПОЛ, активируют антиоксидантные ферментативные и неферментативные системы, повышают устойчивость растений к окислительному стрессу, водному дефициту и засухе [19].

### Заключение

Значительный интерес с практической точки зрения представляет возможность контроля, искусственной индукции и модификации детоксицирующих систем, что могло бы обеспечить устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, индуцировать иммунный ответ, осуществлять коррекцию старения и течение других важных физиологических процессов. Как показывают исследования, фунгициды играют роль антиоксидантов, в некоторых случаях обладают способностью задерживать старение, препятствовать развитию заболеваний, повышать продуктивность.

Полученные нами результаты относительно тесной взаимосвязи между процессами ПОЛ и НРА позволяют использовать фунгициды из класса триазолов для повышения устойчивости растений к различным стрессовым факторам,

активации антиоксидантной системы в растительных клетках, повышения продуктивности. Они, как химические иммунизаторы, способны одновременно сдерживать развитие болезней и воздействовать на физиолого-биохимические механизмы, усиливающие сопротивляемость растительных организмов к фитопатогенам [20].

Установленная в процессе исследования высокая корреляционная связь между окислительным стрессом и азотным питанием позволяет регулировать процессы адаптации к стрессам, формирования продуктивности, открывает новые возможности к созданию экологически безопасных защитных препаратов комплексного действия.

Можно предположить, что производные триазола участвуют также в повышении устойчивости растений к стрессам различной природы, в том числе к неблагоприятным низким или высоким температурам, благодаря своей способности регулировать повреждения в растительных клетках.

Многие вопросы и детали регулирования окислительного стресса, его протекания и давления остаются невыясненными и ждут своего решения. Но уже имеющиеся факты о роли окислительных процессов растительной клетки являются стимулом к дальнейшим исследованиям в этой области.

### Литература

- Mittler, R. (2020). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, vol. 7, issue 9, no. 1, pp. 405-410.
- Зерляк М.Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки // Итоги науки и техники. ВИНИТИ. Серия Физиология растений. 1989. Т. 6. С. 168.
- Posmyk, M.M., Bailly, C., Szafránska, K., Jana, M., Corbinau, F. (2005). Antioxidant Enzymes and Isoflavonoids in Chilled Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Journal Plant Physiology*, vol. 162, pp. 403-412.
- Бакаева Н.П., Коржавина Н.Ю. Биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы на фоне применения минеральных и органических удобрений // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2019. № 1 (54). С. 13-19.
- Галочкина А.А., Бакаева Н.П. Активность нитратредуктазы, содержание азота и белка в листьях яровой

пшеницы // Современные проблемы агропромышленного комплекса: сборник статей 72 Международной научно-практической конференции. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019, С. 16-19.

6. Бояршинова А.И., Асафова Е.В. Стрессовые реакции листьев пшеницы на обезвоживание: участие эндогенного NO и эффект нитропрussaда натрия // Физиология растений. 2011. Т. 58. № 6. С. 1-7. doi: 10.2478/s11756-007-0027-29

7. Манукян И.Р. Влияние элементов интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы в предгорной зоне Северной Осетии на развитие болезней, физиологическое состояние и продуктивность растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 1992. 28 с.

8. Пеккер Е.Г. Методика оценки обеспеченности злаковых культур азотом на основании результатов определения нитратредуктазной активности // Сборник научных трудов СИБНИИХИМ «Азотный обмен и продуктивность зерновых культур в условиях химизации земледелия Западной Сибири». Новосибирск, 1984. 26 с.

9. Ergin, S., Ozgur, M. (2012). Effect of uniconazole and gibberellic acid on height control of pansy. *4th International Conference on Agriculture and Animal Science IPCBEE*, vol. 47, issue 8, pp. 36-40.

10. Дитченко Т.И., Юрин В.М., Голубович В.П., Кудряшов А.П. Молекулярные механизмы мембранотропного действия производных 1,2,4-триазола // Ученые записки. 2002. № 1 (4). С. 11-18.

11. Юрин В.М., Дитченко Т.И. Механизмы модификации ион-транспортных свойств плазматической мембраны растительной клетки под действием фунгицида пропиконазола // Агрохимия. 2009. № 9. С. 43-53.

12. Побежимова Т.П., Корсукова А.В., Дорофеев Н.В., Грабельных О.И. Физиологические эффекты действия на растения фунгицидов триазольной группы // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9. № 3. С. 461-476. doi: 10.21285/2227-2925-2019-9-3-461-476

13. Bora, K.K., Ganesh, R., Mathur, S.R. (2007). Paclobutrazol delayed dark-induced senescence of mung bean leaves. *Biologia, Bratislava, Section Botany*, vol. 62, no. 2, pp. 185-188.

14. Манукян И.Р., Башмакова Л.Г., Ревина О.Н. Активность фермента нитратредуктазы как метод определения адаптивности яровой пшеницы к пестицидам // Взаимодействие научно-образовательных, промышленных, предпринимательских и административных структур. Правовые и экономические аспекты: сборник статей научно-практической конференции. Ч. II. Новокузнецк, 1999. С. 13-15.

15. Özmen, A.D., Özdemir, R.F., Türkan, I. (2003). Effect of paclobutrazol on response of two barley cultivars to salt stress. *Biologia Plantarum*, vol. 46, no. 2, pp. 263-268.

16. Клименко С.Б., Пешкова А.А., Дорофеев Н.В. Активность нитратредуктазы у озимой пшеницы при тепловом шоке // Журнал стресс-физиологии и биохимии. 2006. Т. 2 № 1. С. 50-55.

17. Патент 2132609 С1 Российская Федерация, МПК А01Н1/04 Способ оценки селекционного материала озимой пшеницы на адаптивность / Манукян И.Р., Логина Л.Н., Бекузарова С.А., Доев А.Т. Заявители и патентообладатели. № 98104790/13; заявлено 03.03.1998; опубликовано 10.07.1999.

18. Набеева Р.А., Федяев В.В., Фархутдинов Р.Г., Ярмахметова И.А., Хайруллина Р.Р., Ямалеева А.А., Ибрагимов А.Г. Влияние некоторых фунгицидных препаратов на окислительно-восстановительный обмен растений пшеницы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 12-18. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=22332>

19. Korsukova, A.V., Gornostai, T.G., Grabelnykh, O.I., Dorofeev, N.V., Pobezhimova, T.P., Sokolova, N.A., Dudareva, L.V., Voinikov, V.K. (2016). Tebuconazole regulates fatty acid composition of etiolated winter wheat seedlings. *Journal Stress Physiology and Biochemistry*, vol. 12, no. 2, pp. 72-79.

20. Корсукова А.В., Горностаи Т.Г., Грабельных О.И., Дорофеев Н.В., Побежимова Т.П., Дударева Л.В., Войников В.К. Жирнокислотный состав проростков озимых и яровых злаков после обработки семян тебуконазол-содержащим препаратом Бункер // Агрохимия. 2018. № 11. С. 70-76. doi: 10.1134/S0002188118110078

Об авторе:

Манукян Ирина Рафиковна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1620-4302>, miririna.61@mail.ru



## LIPID PEROXIDATION AND NITRATE REDUCTASE ACTIVITY AS INDICATORS OF WHEAT STRESS RESISTANCE

I.R. Manukyan

North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture — the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoye, Prigorodny district, Republic of North Ossetia-Alania, Russia

The article presents the results of long-term studies of physiological processes and oxidative stress occurring in wheat plants under the influence of phytopathogens, mineral fertilizers and fungicides. The criteria for the damaging effect of oxidative stress are the activity of the enzyme nitrate reductase (NRA) and the concentration of TBK-active products. Normally, a mobile balance is maintained between the processes of lipid peroxidation (POL) and the antioxidant system of cell protection. However, under stressful conditions, the ROS content in cells increases rapidly and oxidative stress develops. The resistance of plants to many environmental factors is determined by the ability of the plant to maintain a consistent course of physiological processes, without causing their significant disruption under stress. The relationship between POL processes and nitrate reductase activity was observed in all wheat varieties. It was found that the varieties reacted differently to the doses of fertilizers. A high negative correlation ( $r = -83$ ) was established between the POL and NRA processes. Many pesticides have additional effects on plants in addition to their main target effect. Fungicides from the triazole class (Byleton, Tilt, Fundazole) were studied. All of them showed antioxidant properties. The strongest antioxidant effect was observed in the fungicide Tilt (propiconazole). The results obtained by us, regarding the close relationship between the processes of POL and NRA, allow us to use fungicides from the triazole class to increase the resistance of plants to various stress factors, activate the antioxidant system in plant cells, and increase productivity. They, as chemical immunizers, are able to simultaneously restrain the development of diseases and affect the physiological and biochemical mechanisms that increase the resistance of plant organisms to phytopathogens and other stress factors.

**Keywords:** wheat, fertilizers, fungicide, nitrate reductase, antioxidants, lipid peroxidation.

### References

- Mittler, R. (2020). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, vol. 7, issue 9, no. 1, pp. 405-410.
- Merzlyak, M.N. (1989). Aktivirovannyi kislorod i oksislitel'nye protsessy v membranakh rastitel'noi kletki [Activated oxygen and oxidative processes in plant cell membranes]. *Itogi nauki i tekhniki. VINITI. Seriya Fiziologiya rastenii* [Results of science and technology. VINITI. Plant physiology], vol. 6, 168 p.
- Posmyk, M.M., Bailly, C., Szafrańska, K., Jana, M., Corbineau, F. (2005). Antioxidant Enzymes and Isoflavonoids in Chilled Soybean (Glycine max (L.) Merr.). *Journal Plant Physiology*, vol. 162, pp. 403-412.
- Bakaeva, N.P., Korzhavina, N.Yu. (2019). Biokhimiicheskie pokazateli kachestva zerna ozimoi pshenitsy na fone primeneniya mineral'nykh i organicheskikh udobrenii [Biochemical indicators of quality of winter wheat grains against the background of mineral and organic fertilizers application]. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii imeni V.R. Filippova* [Bulletin Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov], no. 1 (54), pp.13-19.
- Galochkina, A.A., Bakaeva, N.P. (2019). Aktivnost' nitratoreduktazy, sodержanie azota i belka v list'yakh yarovoi pshenitsy [Activity of nitrate reductase, nitrogen and protein content in spring wheat leaves]. *Sovremennye problemy agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statei 72 Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Modern problems of the agro-industrial complex: collected papers 72 of the International scientific-practical conference]. Kinel, PC Samara SAU, pp. 16-19.
- Boyarshinova, A.I., Asafova, E.V. (2011). Stressovye reaktsii list'ev pshenitsy na obezvozhivanie: uchastie ehndogennogo NO i ehffekt nitroprussida natriya [Stress reactions of wheat leaves to dehydration: the involvement of endogenous NO and the effect of sodium nitroprusside]. *Fiziologiya rastenii* [Plant physiology], vol. 58, no. 6, pp. 1-7. doi: 10.2478/s11756-007-0027-9
- Manukyan, I.R. (1992). Vliyaniye ehlementov intensivnoi tekhnologii vozdel'yvaniya ozimoi pshenitsy v predgornoi zone Severnoi Osetii na razvitiye boleznei, fiziologicheskoe sostoyaniye i produktivnost' rastenii [Influence of elements of intensive technology of winter wheat cultivation in the foothill zone of North Ossetia on the development of diseases, physiological state and productivity of plants]. *Cand. biological sci. diss. Abstr. Saint-Petersburg*, 28 p.
- Pekker, E.G. (1984). Metodika otsenki obespechenosti zlakovykh kul'tur azotom na osnovanii rezul'tatov opredeleniya nitratoreduktaznoi aktivnosti [Methodology for assessing the nitrogen supply of cereals based on the results of determining the nitrate reductase activity]. *Sbornik nauchnykh trudov SIBNIKHIM «Azotnyi obmen i produktivnost' zernovykh kul'tur v usloviyakh khimizatsii zemledeliya Zapadnoi Sibiri»* [Collection of scientific papers of SIBNIKHIM "Nitrogen exchange and productivity of grain crops in the conditions of chemicalization of agriculture in Western Siberia"]. Novosibirsk, 26 p.
- Ergin, S., Ozgur, M. (2012). Effect of uniconazole and gibberellic acid on height control of pangs. *4th International Conference on Agriculture and Animal Science IPCBEE*, vol. 47, issue 8, pp. 36-40.
- Ditchev, T.I., Yurin, V.M., Golubovich, V.P., Kudryashov, A.P. (2002). Molekulyarnye mekhanizmy membranotropnogo deistviya proizvodnykh 1,2,4-triazola [Molecular mechanisms of the membranotropic action of 1,2,4-triazole derivatives]. *Uchenye zapiski* [Scientific notes], no. 1 (4), pp. 11-18.
- Yurin, V.M., Ditchev, T.I. (2009). Mekhanizmy modifikatsii ion-transportnykh svoistv plazmaticheskoi membrany rastitel'noi kletki pod deistviem fungitsida propikonazola [Mechanisms of modification of ion-transport properties of the plant cell plasma membrane under the action of propiconazole fungicide]. *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], no. 9, pp. 43-53.
- Pobezhimova, T.P., Korsukova, A.V., Dorofeev, N.V., Grabel'nykh, O.I. (2019). Fiziologicheskie ehffekty deistviya na rasteniya fungitsidov triazol'noi gruppy [Physiological effects of triazole fungicides in plants]. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya* [Proceedings of universities. Applied chemistry and biotechnology], vol. 9, no. 3, pp. 461-476. doi: 10.21285/2227-2925-2019-9-3-461-476
- Bora, K.K., Ganesh, R., Mathur, S.R. (2007). Paclobutrazol delayed dark-induced senescence of mung bean leaves. *Biologia, Bratislava, Section Botany*, vol. 62, no. 2, pp. 185-188.
- Manukyan, I.R., Bashmakova, L.G., Revina, O.N. (1999). Aktivnost' fermenta nitratoreduktazy kak metod opredeleniya adaptivnosti yarovoi pshenitsy k pestsitsidam [Activity of the enzyme nitrate reductase as a method for determining the adaptability of spring wheat to pesticides]. *Vzaimodeistvie nauchno-obrazovatel'nykh, promyshlennykh, predprinimatel'skikh i administrativnykh struktur. Pravovye i ehkonomicheskie aspekty: sbornik statei nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Interaction of scientific and educational, industrial, business and administrative structures. Legal and economic aspects: collection of scientific-practical conference]. Part II. Novokuznetsk, pp. 13-15.
- Özmen, A.D., Özdemi, R.F., Türkan, I. (2003). Effect of paclobutrazol on response of two barley cultivars to salt stress. *Biologia Plantarum*, vol. 46, no. 2, pp. 263-268.
- Klimenko, S.B., Peshkova, A.A., Dorofeev, N.V. (2006). Aktivnost' nitratoreduktazy u ozimoi pshenitsy pri teplovom shoke [Nitrate reductase activity during heat shock in winter wheat]. *Zhurnal stress-fiziologii i biokhimii* [Journal of stress physiology and biochemistry], vol. 2, no. 1, pp. 50-55.
- Patent 2132609 C1 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A01N1/04 Sposob otsenki selektsionnogo materiala ozimoi pshenitsy na adaptivnost' [Method of evaluation of winter wheat breeding material for adaptability]. Manukyan I.R., Loginova L.N., Becuzarova S.A., Doeva A.T. Zayaviteli i patentoobladateli. No. 98104790/13; declared 03.03.1998; published on 10.07.1999.
- Nabeeva, R.A., Fedyayev, V.V., Farkhutdinov, R.G., Yarmukhametova, I.A., Khairullina, R.R., Yamaleeva, A.A., Ibragimov, A.G. (2015). Vliyaniye nekotorykh fungitsidnykh preparatov na oksislitel'no-vosstanovitel'nyi obmen rastenii pshenitsy [The effect of some fungicidal preparations on the redox metabolism of wheat plants]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], no. 5, pp. 12-18. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=22332>
- Korsukova, A.V., Gornostai, T.G., Grabel'nykh, O.I., Dorofeev, N.V., Pobezhimova, T.P., Sokolova, N.A., Dudareva, L.V., Voinikov, V.K. (2016). Tebuconazole regulates fatty acid composition of etiolated winter wheat seedlings. *Journal Stress Physiology and Biochemistry*, vol. 12, no. 2, pp. 72-79.
- Korsukova, A.V., Gornostai, T.G., Grabel'nykh, O.I., Dorofeev, N.V., Pobezhimova, T.P., Dudareva, L.V., Voinikov, V.K. (2018). Zhirnokislotnyi sostav prorostkov ozimyykh i yarovykh zlakov posle obrabotki semyan tebukonazol-soderzhashchim preparatom Bunker [Fatty acid composition of winter and spring cereals seedlings after seed treatment with tebuconazole-containing preparation Bunker]. *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], no. 11, pp. 70-76. doi: 10.1134/S0002188118110078

About the author:

Irina R. Manukyan, candidate of biological sciences, associate professor, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1620-4302>, miririna.61@mail.ru

miririna.61@mail.ru







## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КРАМБЕ АБИССИНСКОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.Я. Прахова, В.А. Прахов

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

Целью исследований было изучение влияния норм высева и сроков посева крамбе абиссинской на урожайность и качество семян в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Экспериментальную работу проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Объектом исследований являлась крамбе сорта Полет. Изучали 3 срока посева — ранний, средний, поздний и 5 норм высева — от 1,5 до 3,5 млн всхожих семян/га. Полевая всхожесть крамбе была низкой и варьировала в пределах 61,6–76,7%. Наибольшей полевой всхожесть была при первом сроке посева с нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га (77,0%). На данном варианте отмечена самая высокая сохранность растений к уборке — 76,0%. Урожайность семян крамбе варьировала от 2,14 до 2,93 т/га в зависимости от нормы высева и сроков посева. Наиболее оптимальной является норма высева 2,5 млн всхожих семян, при которой была получена наибольшая урожайность семян — 2,93 т/га с масличностью 36,2%. Наибольшее содержание жира (34,1–36,2%) отмечено на варианте при первом сроке посева. При втором и третьем сроках отмечено снижение процента масла до 30,9–35,5 и 33,4–35,4% соответственно. Дисперсионный анализ показал, что на урожайность крамбе наибольшее влияние оказали нормы высева, процент их влияния составил 47,8%. Влияние сроков посева было в пределах 39,0%. Доля влияния взаимодействия факторов достигала 31,2%. Масса 1000 семян варьировала в среднем от 8,63 г до 9,07 г. Число плодиков на одном растении варьировало в пределах от 789 до 1088 шт. в зависимости от норм высева. Продуктивность одного растения менялась от 7,83 до 9,11 г. Изучаемые агроприемы оказали существенное влияние на формирование урожайности крамбе абиссинской в условиях Среднего Поволжья.

**Ключевые слова:** крамбе абиссинская, нормы высева, сроки посева, полевая всхожесть, урожайность, масличность, структура урожая.

### Введение

Истощение мировых запасов углеводородных ресурсов и растущий спрос на возобновляемые виды топлива подчеркивают преимущества биотоплива и сподвигают ученых многих стран к изучению альтернативных источников энергии, традиционных ископаемому, в том числе и выращиванию сельскохозяйственных энергетических культур [1, 2]. В этом направлении особое внимание ученых и аграриев привлекает крамбе абиссинская (*Crambe abyssinica* H.), как масличная, высокоурожайная и энергетическая культура с возможностью ее применения в качестве источника для биотоплива [3, 4, 5].

В семенах крамбе содержится 41,0–45,0% жирного масла с уникальным жирнокислотным составом, который представлен до 75,0% мононенасыщенными и до 15,0% полиненасыщенными кислотами [6, 7].

Благодаря содержанию линолевой (7,83–8,82%) и линоленовой (5,31–6,23%) кислот, масло крамбе обладает чрезвычайной стойкостью к окислению и высоким температурам [8]. Содержание эруковой кислоты в маслосеменах крамбе достигает очень высокого значения — до 60%, благодаря чему масло крамбе используют в основном в технической промышленности, и, в частности, как перспективный источник производства биодизельного топлива [5, 9, 10].

Многочисленные испытания показали большое хозяйственное и агрономическое значение крамбе абиссинской, в которой удачно сочетается высокая потенциальная урожайность семян (до 3,0 т/га) и способность выживать в различных условиях окружающей среды [6, 11, 12].

Безусловным преимуществом культуры является ее неприхотливость к плодородию почвы, засухоустойчивость, короткий вегетационный период [11, 13]. Благодаря своей высокой пластичности и экологической адаптивности крамбе можно выращивать в регионах с различными агроклиматическими факторами, например, с уровнем осадков от 350 до 1200 мм в год и среднегодовой температурой воздуха от 5–7°C до 15°C, на почвах с pH от 5 до 7,8 [8, 14].

Кроме этого, крамбе отличается устойчивостью к вредителям и болезням. Это позволяет при выращивании крамбе абиссинской минимизировать использование пестицидов, вследствие чего сокращается расход средств при ее выращивании, повышается рентабельность производства, восстанавливается естественное биологическое равновесие, создается экологически чистая продукция [6, 7, 8].

Несмотря на это, крамбе пока не имеет широкого распространения. Одна из причин — недостаточная изученность особенностей технологии ее выращивания. В литературе встречаются различные рекомендации по возделыванию крамбе. Например, одни авторы рекомендуют высевать крамбе с нормой высева 8 кг/га, при которой получена наибольшая урожайность семян [4]. Другие считают, что наиболее оптимальной нормой является 25 кг/га [11]. По мнению Т. Zoz с соавторами [15], в условиях оптимальной влагообеспеченности крамбе следует высевать рядовым способом с междурядьями 20 см с нормой высева 30 кг/га. В условиях Крыма ученые рекомендуют высевать крамбе рядовым способом с нормой 2,0 млн всхожих семян/га, что соответствует весовой норме 18–20 кг/га [8].

В связи с этим разработка оптимальных параметров основных приемов зональной сортовой агротехники крамбе с целью получения стабильного урожая качественных маслосемян является актуальной темой исследований.

Цель проводимых нами исследований заключалась в изучении влияния норм высева и сроков посева крамбе абиссинской на урожайность и качество семян в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

### Методика исследований

Экспериментальную работу проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». В качестве объекта исследований использовали сорт крамбе Полет. Закладку полевого опыта, наблюдения и оценку урожайности проводили согласно методическим указаниям по возделыванию масличных культур [16]. Опыт двухфакторный. Схема опыта: фак-

тор А — сроки посева: 1 срок — ранний (I декада мая); 2 срок — средний (II декада мая); 3 срок — поздний (III декада мая); фактор В — норма высева: от 1,5 до 3,5 млн всхожих семян/га с шагом 0,5 млн. Посев проводили рядовым способом, площадь делянки — 10 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная.

Почвы опытного участка — чернозем щелоченный среднемощный среднегумусный. Содержание гумуса в пахотном слое — 6,8%, pH<sub>ср</sub> — 5,4%.

Климатические условия за годы исследований были не вполне благоприятными, но с годами улучшались по нарастающей. Вегетационный период крамбе в 2018 г. протекал в острозасушливых условиях с ГТК 0,42. Условия вегетации в 2019 г. характеризовались как засушливые, ГТК составил 0,65. В 2020 г. развитие крамбе происходило на фоне умеренного увлажнения (ГТК 0,82).

### Результаты исследований

За годы исследований метеорологические условия вегетации в значительной степени оказали влияние на рост и развитие крамбе, что в основном и определяло ее урожайность, которая, в свою очередь, проявляется или через уровень полевой всхожести или выживаемости растений к уборке.

В среднем за годы изучения полевая всхожесть семян крамбе была низкой и варьировала в пределах 61,6–76,7%, что связано с острой почвенно-воздушной засухой в фазе посева-всходов, особенно во второй и третий срок посева (табл. 1).

Полевая всхожесть была наиболее высокой (77,0%) при первом сроке посева с нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га, так как период посев-всходы характеризовался достаточным увлажнением поверхностного слоя почвы. Выживаемость растений крамбе составила в среднем 64,3–74,3%, причем наибольшего значения данный показатель достигал в варианте с нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га во все сроки посева (71,5–76,0%). Наиболее низкие показатели полевой всхожести и сохранности растений отмечены на варианте с нормой высева 3,5 млн всхожих семян/га, которые составили 61,6 и 64,3% соответственно.



Таблица 1

Полевая всхожесть и сохранность растений крэмбе к уборке (2018-2020 гг.)

Нормы высева, млн всхожих семян/га	Сроки посева							
	Полевая всхожесть, %				Сохранность к уборке, %			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
1,5	67,0	66,5	66,8	66,8	67,4	68,1	68,6	68,0
2,0	70,0	69,0	68,8	69,3	66,8	69,1	69,6	68,5
2,5	77,0	76,6	76,5	76,7	71,5	75,4	76,0	74,3
3,0	66,8	65,7	65,8	66,1	68,2	69,0	67,7	68,3
3,5	62,0	61,5	61,3	61,6	62,0	65,2	65,6	64,3
V, %	5,18	4,81	5,69	5,08	3,07	1,86	1,88	2,56
HCP <sub>05</sub>				0,49				0,98
Точность опыта, %				0,36				0,38

Урожайность семян крэмбе варьировала от 2,14 до 2,93 т/га в зависимости от нормы высева и сроков посева (табл. 2).

Высокая продуктивность крэмбе абиссинской была получена при посеве в первый срок (1 декада мая) и варьировала от 2,42 до 2,93 т/га, при этом наиболее высокая урожайность получена на варианте с нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га (2,93 т/га). Следует отметить, что такая тенденция наблюдалась при всех трех сроках посева, где при норме высева 2,5 млн был получен наибольший урожай маслосемян крэмбе — до 2,64-2,84 т/га.

Наибольшая изменчивость продуктивности отмечена при втором сроке посева, где урожайность колебалась от 2,14 до 2,84 т/га, коэффициент варьирования составил 10,21%. Минимальная разница в количестве урожая, в зависимости от норм высева, наблюдалась при первом сроке посева. Значение данного показателя здесь составило 2,42-2,93 т/га, вариабельность составляла всего 4,59%.

Наибольшей масличностью отличались семена первого срока посева, содержание жира в которых варьировало от 34,1 до 36,2%. При втором и третьем сроке посева отмечено снижение маслосодержания до 30,9-35,5% и 33,4-35,4% соответственно (табл. 3).

На вариантах с нормами высева самый высокий процент жира в семенах отмечен при норме высева 2,5 млн всхожих семян/га и составил 35,3-36,2%, который существенно превышал все остальные варианты. Наиболее низкого качества семена были получены на варианте с нормами высева 1,5 и 3,5 млн всхожих семян/га. Процент масличности здесь составил всего 33,9-34,5 и 30,9-34,2% соответственно.

Дисперсионный анализ показал, что в среднем за годы изучения на урожайность крэмбе наибольшее влияние оказали нормы высева, процент их влияния составил 47,8%. Влияние сроков посева было в пределах 39,0%. Доля влияния взаимодействия норм высева со сроками посева в среднем за 3 года достигало 31,2%. Доля влияния случайных факторов — 18,4% (рис.).

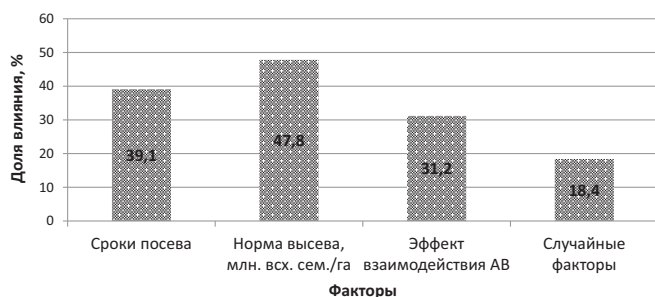


Рис. Результаты дисперсионного анализа урожайности крэмбе (2018-2020 гг.)

Различная вариация отдельных показателей структуры урожая крэмбе под влиянием агроприемов и экологических параметров среды свидетельствует о неодинаковой степени их связанности как между собой, так и с семенной продуктивностью. Структурный анализ снопового материала показал, что в основном на формирование урожайности крэмбе оказали влияние масса 1000 семян, число плодиков на растении и масса семян с одного растения, причем последние характеризовались наибольшей изменчивостью (V=26,9-28,8%) (табл. 4).

Число плодиков на одном растении варьировало в пределах от 789 до 1088 шт. в зависимости от норм высева. Наибольшее их количество отмечено на варианте с нормой 2,0 млн всхожих семян/га. Анализ продуктивности одного растения показал, что значение этого признака существенно менялось по вариантам опыта и было в пределах от 7,83 до 9,11 г. Причем наиболее высокая масса семян с 1 растения отмечена на варианте с нормой 2,5 млн.

По массе 1000 семян отмечались несущественные различия по вариантам. Данный признак является наиболее стабильным и в меньшей степени зависит от приемов агротехники, коэффициент вариации его составил 5,5%. Масса 1000 семян варьировала в среднем от 8,63 г на варианте с нормой высева 3,5 млн до 9,07 г на варианте с нормой 2,5 млн всхожих семян/га.

**Заключение**

Таким образом, изучаемые агроприемы оказали существенное влияние на формирование урожайности крэмбе абиссинской. Наиболее оптимальными являются норма высева 2,5 млн всхожих семян/га и ранний (1 декада мая) срок посева, при которых была получена наибольшая урожайность семян — 2,93 т/га с масличностью 36,2%. На данных вариантах отмечены преимущественно высокие показатели полевой всхожести и сохранности растений к уборке — 76,7 и 74,3% соответственно.

Дисперсионный анализ показал, что в среднем за годы изучения на урожайность крэмбе

Таблица 2

Урожайность крэмбе в зависимости сроков посева и норм высева (2018-2020 гг.)

Нормы высева, млн всхожих семян/га	Сроки посева		
	1	2	3
	Урожайность, т/га		
1,5	2,65	2,42	2,25
2,0	2,72	2,55	2,37
2,5	2,93	2,84	2,64
3,0	2,53	2,51	2,52
3,5	2,42	2,14	2,33
HCP <sub>05</sub>	0,22	0,67	0,23
Точность опыта, %	0,27	0,85	0,30
V, %	4,59	10,21	8,82

Таблица 3

Масличность семян крэмбе в зависимости от норм высева и сроков посева (2018-2020 гг.)

Нормы высева, млн всхожих семян/га	Сроки посева		
	1	2	3
	Содержание жира, %		
1,5	34,1	33,9	34,5
2,0	35,7	32,5	34,3
2,5	36,2	35,5	35,3
3,0	35,1	32,3	33,4
3,5	34,2	30,9	35,4
HCP <sub>05</sub>	0,9	0,8	0,8

наибольшее влияние оказали нормы высева, процент их влияния составил 47,8%. Влияние сроков посева составило всего 39,1%.

**Литература**

1. Stolarski, M.J., Krzyżaniak, M., Kwiatkowski, J., Tworowski, J., Szczukowski, S. (2018). Energy and economic efficiency of Camelina and Crambe biomass production on a large-scale farm in north-eastern Poland. *Energy*, vol. 150, pp. 770-480. doi: 10.1016/j.energy.2018.03.021
2. Титова Е., Бондарчук Н., Романова Е. Экономические аспекты культивирования некоторых растений, используемых в качестве сырья для биотоплива // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2017. № 1. С. 54-61.
3. Гущина В.А. Изменение продуктивности крэмбе абиссинской при различных способах использования препарата альбит // *Труды конференции «Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур»*. Ижевск, 2020. С. 100-105.
4. Viana, O.H., Santos, R.F., de Oliveira, R.C., Secco, D., de Souza, S.N.M., Tokura, L.K., da Silva, T.R. B., Gurgacz, F. (2015). Crambe (Crambe abyssinica H.) development and productivity under different sowing densities. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 9, no. 8, pp. 690-695.
5. Уханов А.П., Володько О.С., Беченин А.П., Ерзамеев М.П. Показатели физико-химических, теплотворных, трибологических свойств масла крэмбе абиссинской и дизельного смесового топлива // *Нива Поволжья*. 2018. № 2. С. 141-148.

Таблица 4

Структура крэмбе в среднем за три срока посева (в среднем за 2018-2020 гг.)

Показатели	Нормы высева, млн всхожих семян/га					V, %
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	
Высота растения, см	73,0	75,5	76,0	80,0	73,5	5,8
Число плодиков на 1 растении, шт.	856	1088	998	889	789	26,9
Масса семян с 1 растения, г	7,83	8,33	9,11	8,89	8,14	28,8
Масса 1000 семян, г	8,99	9,06	9,07	9,02	8,63	5,5





6. Prakhova, T.Ya., Smirnov, A.A., Gushchina, V.A., Kukharev O.N. (2018). Agrobiological Basis For Formation Of Crambe Abyssinica Agrocoenosis In Condition Of Middle Volga. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, no. 9 (5), pp. 2168-2172.

7. Кшиникаткина А.Н., Крылова Д.С. Комплексные удобрения в технологии возделывания крамбе абиссинской (*Crambe abyssinica* Hochst.) // Нива Поволжья. 2015. № 4 (37). С. 73-78.

8. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Ефименко С.Г. Возделывание крамбе абиссинской (*Crambe abyssinica* Hochst.) в условиях Степного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 2 (18). С. 103-110. doi: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109

9. Zorn, K., Oroz-Guinea, I., Bornscheuer, U.T. (2019). Strategies for enriching erucic acid from Crambe abyssinica oil by

improved *Candida antarctica* lipase variants. *Process Biochemistry*, vol. 79, pp.65-76. doi: 10.1016/j.procbio.2018.12.022

10. Samarappuli, D., Zanetti, F., Berzuini, S., Berti, M. (2020). Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.): A Non-Food Oilseed Crop with Great Potential: A Review. *Agronomy*, no. 10 (9), pp. 1380-1398. doi: 10.3390/agronomy10091380

11. Прахов В.А., Данилов М.В. Продуктивность семян крамбе абиссинской в зависимости от густоты посева // Труды конференции «Роль вузовской науки в решении проблем АПК». Пенза, 2018. С. 117-121.

12. Kurt, O., Ozyilmaz, T., Gore, M. (2018). Determination of yield and yield components of some Crambe genotypes in the world collection. *Scientific Papers Series A-Agronomy*, vol. 61, no. 1, pp. 304-309.

13. Sypereck, M.A., Mizubuti, I.Y., Pereira, E.S., Ribeiro, E.L.D., Peixoto, T.E.L., Pimentel, P.G., Franco, A.L.C.,

Massaro, F.L., Brito, R.M., Parra, A.R.P. (2016). Feeding behavior in lambs fed diets containing Crambe cake. *Seminaria-Ciencias Agrarias*, vol. 34, no. 4, pp. 2633-2640. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2633

14. Kulig, B., Szafranski, W., Kołodziej, J. (2004). Effect of weather conditions during vegetation period on yielding and canopy architecture of Crambe Abissinica. *Acta Agrophysica*, no. 3 (1), pp. 107-115.

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. *Ciências Agrarias, Londrina*, vol. 39, no. 1, pp. 393-402.

16. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.

Об авторах:

**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)

**Прахов Владимир Александрович**, инженер-исследователь лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5469-5114>, [t.prakhova.pnz@fncl.ru](mailto:t.prakhova.pnz@fncl.ru)

## INFLUENCE OF ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY ON THE PRODUCTIVITY OF CRAMBE ABYSSINICA IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

T.Ya. Prakhova, V.A. Prakhov

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

The aim of the research was to study the effect of seeding rates and sowing dates for Crambe abyssinica on the yield and quality of seeds in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. The experimental work was carried out in 2018-2020 on the experimental field of the “Penza Research Institute of Agriculture”. The object of research was the Crambe variety Polet. Studied three sowing dates early, medium, late and 5 seeding rates from 1.5 to 3.5 million germinating seeds/ha. Field germination of Crambe was low and varied within 61.6-76.7%. The highest field germination was at the first sowing period with a seeding rate of 2.5 million germinating seeds per hectare (77.0%). In this variant, the highest plant safety for harvesting was noted — 76.0%. The yield of Crambe seeds varied from 2.14 to 2.93 t/ha, depending on the seeding rate and sowing time. The most optimal is the seeding rate of 2.5 million viable seeds, at which the highest seed yield was obtained 2.93 t/ha with an oil content of 36.2% and 33.4-35.4%, respectively, was noted. Analysis of variance showed that the seeding rate had the greatest influence on the yield of Crambe, the percentage of their influence was 47.8. The influence of sowing dates was within 39.0%. The share of the influence of the interaction of factors reached 31.2%. The weight of 1000 seeds varied on average from 8.63 to 9.07 g. The number of fruitlets per plant varied from 789 to 1088, depending on the seeding rate. The productivity of one plant varied from 7.83 to 9.11 g. The studied agricultural practices had a significant impact on the formation of the yield of Crambe abyssinica in the conditions of the Middle Volga region.

**Keywords:** *Crambe abyssinica*, seeding rates, sowing dates, field germination, yield, oil content, crop structure.

### References

1. Stolarski, M.J., Krzyżaniak, M., Kwiatkowski, J., Tworowski, J., Szczukowski, S. (2018). Energy and economic efficiency of Camelina and Crambe biomass production on a large-scale farm in north-eastern Poland. *Energy*, vol. 150, pp. 770-480. doi: 10.1016/j.energy.2018.03.021

2. Titova, E., Bondarchuk, N., Romanova, E. (2017). Ekonomicheskie aspekty kul'tivirovaniya nekotorykh rasteniy, ispol'zuyemykh v kachestve syr'ya dlya biotopliva [Economic aspects of the cultivation of some plants used as raw materials for biofuel]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 54-61.

3. Gushchina, V.A. (2020). Izmenenie produktivnosti krambe abissinskoi pri razlichnykh sposobakh ispol'zovaniya preparata al'bit [Changes in the productivity of Abyssinian crambe with different methods of using the drug albit]. *Trudy konferentsii «Rol' agronomicheskoi nauki v optimizatsii tekhnologii vozdeliyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur»* [Proceedings of the conference “The role of agronomic science in the optimization of technologies for the cultivation of agricultural crops”]. Izhevsk, pp. 100-105.

4. Viana, O.H., Santos, R.F., de Oliveira, R.C., Secco, D., de Souza, S.N. M., Tokura, L.K., da Silva, T.R. B., Gurgacz, F. (2015). Crambe (*Crambe abyssinica* H.) development and productivity under different sowing densities. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 9, no. 8, pp. 690-695.

5. Ukhanov, A.P., Volod'ko, O.S., Bychenin, A.P., Erzamaev, M.P. (2018). Pokazateli fiziko-khimicheskikh, teplotovnykh, tribologicheskikh svoystv masla krambe abissinskoi

i dizel'nogo smesovogo topliva [Indicators of physicochemical, calorific value, tribological properties of krambe Abyssinian oil and diesel mixed fuel]. *Niva Povolzh'ya*, no. 2, pp. 141-148.

6. Prakhova, T.Ya., Smirnov, A.A., Gushchina, V.A., Kukharev O.N. (2018). Agrobiological Basis For Formation Of Crambe Abyssinica Agrocoenosis In Condition Of Middle Volga. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, no. 9 (5), pp. 2168-2172.

7. Kshnikatkina, A.N., Krylova, D.S. (2015). Kompleksnye udobreniya v tekhnologii vozdeliyvaniya krambe abissinskoi (*Crambe abyssinica* Hochst.) [Complex fertilizers in the technology of cultivation of Abyssinian crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.)]. *Niva Povolzh'ya*, no. 4 (37), pp. 73-78.

8. Turina, E.L., Prakhova, T.Ya., Efimenko, S.G. (2019). Vozdeliyvanie krambe abissinskoi (*Crambe abyssinica* Hochst.) v usloviyakh Stepnogo Kryma [Cultivation of Abyssinian crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) in the Steppe Crimea]. *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki* [Tauride bulletin of agrarian science], no. 2 (18), pp. 103-110. doi: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109

9. Zorn, K., Oroz-Guinea, I., Bornscheuer, U.T. (2019). Strategies for enriching erucic acid from Crambe abyssinica oil by improved *Candida antarctica* lipase variants. *Process Biochemistry*, vol. 79, pp.65-76. doi: 10.1016/j.procbio.2018.12.022

10. Samarappuli, D., Zanetti, F., Berzuini, S., Berti, M. (2020). Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.): A Non-Food Oilseed Crop with Great Potential: A Review. *Agronomy*, no. 10 (9), pp. 1380-1398. doi: 10.3390/agronomy10091380

11. Prakhov, V.A., Danilov, M.V. (2018). Produktivnost' semyan krambe abissinskoi v zavisimosti ot gustoty poseva [Productivity of Abyssinian crambe seeds depending on the density of sowing]. *Trudy konferentsii «Rol' vuzovskoi nauki v reshenii problem APK»* [Proceedings of the conference “The role of university science in solving the problems of agro-industrial complex”]. Penza, pp. 117-121.

12. Kurt, O., Ozyilmaz, T., Gore, M. (2018). Determination of yield and yield components of some Crambe genotypes in the world collection. *Scientific Papers Series A-Agronomy*, vol. 61, no. 1, pp. 304-309.

13. Sypereck, M.A., Mizubuti, I.Y., Pereira, E.S., Ribeiro, E.L.D., Peixoto, T.E.L., Pimentel, P.G., Franco, A.L.C., Massaro, F.L., Brito, R.M., Parra, A.R.P. (2016). Feeding behavior in lambs fed diets containing Crambe cake. *Seminaria-Ciencias Agrarias*, vol. 34, no. 4, pp. 2633-2640. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2633

14. Kulig, B., Szafranski, W., Kołodziej, J. (2004). Effect of weather conditions during vegetation period on yielding and canopy architecture of Crambe Abissinica. *Acta Agrophysica*, no. 3 (1), pp. 107-115.

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. *Ciências Agrarias, Londrina*, vol. 39, no. 1, pp. 393-402.

16. ВНИИМК (2007). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, 113 p.

About the authors:

**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)

**Vladimir A. Prakhov**, research engineer of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5469-5114>, [t.prakhova.pnz@fncl.ru](mailto:t.prakhova.pnz@fncl.ru)

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





## ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Н.Р. Таишев<sup>1</sup>, Т.Я. Прахова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» —

Обособленное подразделение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», р.п. Лунино, Пензенская область, Россия

Целью исследований является оценка продуктивности горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в зависимости от норм высева в условиях Среднего Поволжья. Объектом исследований была горчица белая сорта Люция. Исследования проводили в 2018-2020 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Изучали 7 норм высева горчицы от 1,0 до 4,0 млн всхожих семян/га с интервалом в 0,5 млн. Погодные условия периода исследований отличались по гидротермальным условиям. Vegetационный период горчицы в 2018 г. протекал в засушливых условиях с ГТК 0,42. Условия вегетации 2019 г. характеризовались как недостаточно увлажненные, гидротермический коэффициент составил 0,81. В 2020 г. условия вегетации культуры характеризовались как засушливые, ГТК составил 0,72. Максимального значения полевая всхожесть горчицы (86,9%) достигала при норме высева 4,0 млн всхожих семян/га. Наибольшая сохранность растений отмечена на варианте с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га и составила 91,5 и 90,7% соответственно. Варианты с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га отличались наиболее крупными семенами, масса 1000 семян которых составила 6,70 и 6,71 г. Продуктивность одного растения колебалась от 5,84 до 7,27 г, число стручков варьировало в пределах 145-191 шт. на растении. Максимальное содержание олеиновой кислоты и минимальное эруковой кислоты отмечено на варианте с нормой высева 2,0 млн и составило 29,43 и 29,81% соответственно. Содержание линолевой кислоты варьировало по вариантам в пределах 10,05-10,78%. Оптимальной нормой высева горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья является 2,0 млн всхожих семян/га, что способствует получению высокого урожая семян (1,61 т/га) с высоким содержанием жира (27,10%).

**Ключевые слова:** горчица белая, нормы высева, полевая всхожесть, урожайность, масличность, структура урожая, жирнокислотный состав.

### Введение

За последние годы, как на мировом, так и на отечественном рынках, был отмечен высокий уровень спроса на масличные культуры. В связи с этим в земледелии происходит интенсивное наращивание их производства и расширение ассортимента, как основного сырья для получения растительного масла и других продуктов их переработки, которые используются в различных сферах промышленности [1, 2].

Горчица белая (*Sinapis alba* L.) является одной из важнейших масличных культур семейства капустных (Brassicaceae). Потенциальная продуктивность ее достигает 2,0 т/га при масличности семян 25-35% [3, 4]. Масло горчицы, в зависимости от жирнокислотного состава, используется во многих отраслях промышленности. Его используют непосредственно для пищевых целей, а также в консервной, кондитерской, хлебопекарной отраслях [5, 6].

В последнее время появились сорта горчицы белой с высоким содержанием эруковой кислоты — до 20-30% [7, 8], что, согласно многим исследователям, позволяет использовать горчичное масло в технической промышленности, в частности для производства биотоплива [9, 10].

С агрономической точки зрения ценность горчицы заключается в ее фитомелиоративных и фитосанитарных свойствах. Она оказывает положительное влияние на почву, обогащая ее органическим веществом и улучшая качественные характеристики пашни, уменьшает развитие корневых гнилей у злаковых культур, снижает засоренность посевов, вследствие чего она является хорошим предшественником для зерновых и других сельскохозяйственных культур [3, 5, 11].

Кроме того, горчицу используют также как сидеральную культуру [12], в пожнивных, поукосных и бинарных посевах, например в техно-

логии совместного посева озимой пшеницы с горчицей [13], в качестве зеленого удобрения [2] и как естественный мелиоратор почвы [3].

По своим биологическим свойствам горчица характеризуется как засухоустойчивая культура, способная адаптироваться к различным условиям произрастания и давать стабильный и достаточно высокий урожай семян [3, 8, 14, 15]. Однако ее продуктивность во многом зависит и от элементов технологии возделывания.

Научных исследований по горчице белой, в частности в области исследования элементов технологии ее возделывания (сроки посева, нормы высева, удобрения), довольно немного [8, 14, 15, 16]. По мнению некоторых авторов, принято считать, что горчица менее требовательна к сроку посева [16]. Однако при раннем сроке посева, пока верхний слой почвы влажный, складываются более благоприятные условия для лучшего развития растений и формирования высокого урожая [3, 17].

По мнению С.С. Жирных [16], горчица весьма сильно реагирует на норму высева, наиболее высокая продуктивность ее формируется при посеве с нормой 3,0-4,0 млн всхожих семян/га. В работе Е.Н. Ростовской [14] указывается, что максимальный урожай горчицы формирует при норме высева 2 млн шт./га. По другим источникам, оптимальной нормой высева горчицы является 15 кг/га при рядовом способе посева и 8 кг/га при широкорядном посеве [3].

Исходя из этого, вопрос разработки научно обоснованных элементов технологий возделывания горчицы, адаптированных к определенным условиям произрастания, является актуальным.

Целью проводимых нами исследований была оценка продуктивности горчицы белой в зависимости от норм высева в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

### Методика исследований

Объектом исследований являлась горчица белая сорта Люция. Исследования проводили в 2018-2020 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» (Пензенская область).

По климатическим условиям регион характеризуется умеренно-континентальным климатом. Среднегодовое количество осадков сильно варьирует — от 350 до 750 мм. Сумма эффективных температур в среднем составляет 2450°C. Почва опытного участка представлена черноземами выщелоченными среднемощными с содержанием гумуса 6,3-6,7%.

Закладка опыта, все наблюдения, учеты и оценка продуктивности горчицы проводили в соответствии с методическими указаниями по проведению опытов с масличными культурами [18].

Изучали 7 норм высева горчицы от 1,0 до 4,0 млн всхожих семян/га с интервалом в 0,5 млн. Посев проводили в ранние сроки (1 декада мая) рядовым способом.

### Результаты исследований

Погодные условия периода исследований отличались сильным варьированием (табл. 1), что позволило оценить потенциал продуктивности и реакцию горчицы на различные условия.

Vegetационный период горчицы в 2018 г. протекал в засушливых условиях с ГТК 0,42, при умеренно высоких среднесуточных температурах — 18,9°C и суммой эффективных температур от 1995°C. Всего за данный отрезок времени выпало 84,6 мм осадков.

Период посев-всходы протекал в совершенно сухих условиях (ГТК 0,0), среднесуточная температура воздуха составила 13,8°C при нулевом количестве осадков. Далее по фазам развития культуры условия практически не менялись.

Фенологическая фаза от всходов до цветения составила 42-44 дня (в зависимости от нормы высева) и протекала в сильно засушливых условиях, всего за данный период выпало 21,8 мм осадков, ГТК составил 0,3. Период от цветения до полной спелости также характеризовался как засушливый с ГТК 0,5.

Условия вегетации 2019 г. характеризовались как недостаточно увлажненные, гидротермический коэффициент составил 0,81. Средне-

суточная температура достигала 18,1°C, сумма эффективных температур была низкой и составила всего 1612,3°C. Здесь фазы развития посевов и всходы-цветение протекали в сильно засушливых условиях, ГТК составил 0,11 и 0,37 соответственно. Период от цветения до спелости характеризовался как умеренно увлажненный, всего здесь выпало 103,2 мм осадков при сумме эффективных температур 1015,0°C, ГТК составил 1,02.

Таблица 1

Метеорологические условия за период вегетации горчицы (2018-2020 гг.)

Годы	Гидротермические условия			
	Σ температур ≥ 10°C	Среднесуточные температуры, °C	Σ осадков, мм	ГТК
2018	1995,0	18,9	84,6	0,42
2019	1612,3	18,1	131,1	0,81
2020	1374,0	17,0	99,3	0,72
Средне-много-летние данные	1810,0	19,6	192,1	1,10

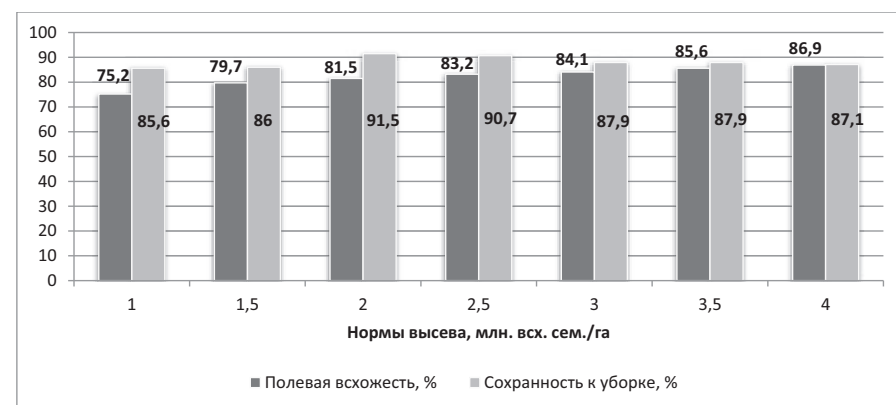


Рис. Густота стояния растений горчицы белой, в зависимости от норм высева (2018-2020 гг.)

Таблица 2

Продуктивность горчицы в зависимости от нормы высева (2018-2020 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га	Урожайность, т/га	Масличность, %	Выход масла, т/га
1,0	1,43	26,14	0,32
1,5	1,55	26,53	0,37
2,0	1,61	27,10	0,39
2,5	1,57	27,32	0,38
3,0	1,50	26,79	0,33
3,5	1,42	26,26	0,31
4,0	1,35	26,45	0,30
НСР <sub>05</sub>	0,08	0,95	NS

Таблица 3

Показатели структуры урожая горчицы в зависимости от норм высева (2018-2020 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га	Масса 1000 семян, г	Число стручков, шт.	Число семян в стручке, шт.	Масса семян с 1 растения, г
1,0	6,43	159	5	6,20
1,5	6,54	171	5	6,76
2,0	6,71	191	6	7,27
2,5	6,70	187	6	7,15
3,0	6,33	167	6	6,46
3,5	6,36	163	6	5,98
4,0	6,29	145	5	5,84
V, %	4,8	24,3	3,2	19,5

В 2020 г. условия вегетации культуры характеризовались как засушливые, ГТК составил 0,72 при среднемноголетней норме 1,10. Период от посева до полного появления всходов протекал в условиях избыточного увлажнения (ГТК 1,73) и при среднесуточной температуре 14,5°C. Фенофаза от всходов до цветения характеризовалась как умеренно увлажненная (ГТК 1,24). Фаза цветения-спелость протекала, наоборот, в сильно засушливых условиях при достаточно высокой среднесуточной температуре — 19,9°C и ГТК 0,51.

Оптимальная плотность посева, регулирующая количество питательных веществ и влаги, поступающих в растение, является одним из главных факторов формирования продуктивности культуры, которая реализуется через показатели полевой всхожести и сохранности растений к уборке.

Полевая всхожесть горчицы составила в среднем 75,2-86,9%. При увеличении нормы высева всхожесть культуры увеличивалась и максимум ее (86,9%) достигался при норме высева 4,0 млн всхожих семян/га (рис.).

При этом сохранность растений к уборке была наибольшей в вариантах с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га и составила 91,3 и 90,7% соответственно. Сохранность растений горчицы к уборке увеличивалась до определенного предела и далее с повышением нормы высева выживаемость растений снижалась. Наибольшая сохранность растений отмечена на варианте с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га и составила 91,5 и 90,7% соответственно.

Существенное влияние нормы высева оказали и на урожайность горчицы белой. В среднем за 2018-2020 гг. урожайность ее варьировала в пределах от 1,59 до 1,70 т/га в зависимости от изучаемых вариантов (табл. 2).

Наибольшая урожайность семян горчицы была получена в варианте с нормой высева 2,0 млн всхожих семян/га и составила 1,61 т/га. Увеличение и снижение нормы высева на 0,5 млн всхожих семян, до 1,5 и 2,5 млн шт., привело к незначительному снижению урожайности семян — на 0,06 и 0,04 т/га соответственно. Дальнейшее увеличение нормы до 4,0 млн шт./га оказало существенное влияние на сбор маслосемян с 1 га. Самая низкая урожайность отмечена на варианте с нормой 4,0 млн всхожих семян/га, которая составила всего 1,35 т/га.

Наибольшее содержание масла в семенах отмечено на вариантах с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га и составило 27,10 и 27,32% соответственно. На остальных вариантах, как с более низкой нормой высева, так с более высокой, масличность снижалась и была практически на одном уровне и составила 26,14-26,79%.

Один из основных критериев, по которому определяется целесообразность возделывания масличной культуры — показатель выхода масла, который зависит как от величины урожая семян, так и от содержания жира в семенах. Увеличение нормы высева с 1,0 до 2,0 млн способствовало росту показателя сбора масла с 0,32 до 0,39 т/га, который был наивысшим показателем в опыте. На варианте с нормой 2,5 млн выход масла снижился, но не существенно — до 0,38 т/га. Дальнейшее увеличение количества высеваемых семян до 4,0 млн приводит к снижению выхода масла с единицы площади — с 0,38 до 0,30 т/га.



Таблица 4

Содержание основных жирных кислот в маслосеменах горчицы в зависимости от норм высева

Название кислоты	Норма высева, млн всхожих семян/га						
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Пальмитиновая	2,50	2,46	2,51	2,50	2,48	2,48	2,47
Стеариновая	1,05	1,01	1,06	0,99	0,99	0,99	1,01
Олеиновая	28,60	27,63	29,43	28,07	26,74	27,36	28,45
Линолевая	10,38	10,15	10,05	10,61	10,78	10,29	10,33
Линоленовая	12,27	12,31	12,52	13,02	12,71	12,79	12,80
Эйкозеновая	10,82	10,14	10,53	10,00	9,69	10,04	9,98
Эруковая	30,39	31,97	29,81	30,63	32,13	31,81	30,88

Варианты с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га отличались наиболее выровненными и крупными семенами, масса 1000 семян которых составила 6,70 и 6,71 г (табл. 3).

Продуктивность одного растения колебалась от 5,84 до 7,27 г, число стручков варьировало в пределах 145-191 шт. на растении. Наибольшие значения данных признаков отмечены на варианте с нормами 2,0 и 2,5 млн и составили 7,15-7,27 г и 187-191 шт. При этом их значения существенно менялись по вариантам опыта, варибельность которых составила 19,5 и 24,3% соответственно. Число семян в стручке было наиболее стабильным признаком ( $V = 3,2\%$ ), данный показатель существенно не менялся в зависимости от изучаемых вариантов и составил 5-6 шт. в одном стручке.

Основным качественным показателем масла является его жирнокислотный состав, который во многом и определяет цель использования культуры. Максимальное содержание пальмитиновой и олеиновой кислот отмечено на варианте с нормой высева 2,0 млн и составило 2,51 и 29,43% соответственно. При этом на данном варианте отмечено самое низкое количество эруковой кислоты — 29,81% (табл. 4).

Содержание линолевой кислоты практически не зависело от норм высева и варьировало по вариантам в пределах 10,05-10,78%. Концентрация линоленовой кислоты составляла 12,31-13,02%, причем наибольшее ее количество отмечено на варианте с нормой высева 2,5 млн. Концентрация эруковой кислоты колебалась от

29,81% на варианте с нормой 2,0 млн до 32,13% на варианте с нормой высева 3,0 млн всхожих семян/га.

### Заключение

Таким образом, исследования показали, что оптимальной нормой высева горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья является 2,0 млн всхожих семян/га, что способствует получению высокой сохранности растений к уборке (91,5%) и урожая семян (1,61 т/га) с высоким содержанием жира (27,10%). При этом семена здесь отличались выравненностью и крупностью, масса 1000 семян составила 6,71 г.

Выращивание горчицы белой позволит расширить ассортимент и количество производимых маслосемян с возможностью многопланового использования в различных отраслях и секторах промышленности.

### Литература

1. Vinogradov, D.V., Konkina, V.S., Kostin, Y.V. (2018). Developing the regional system of oil crops production management. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, no. 10 (7S), pp. 289-302. doi: 10.4314/jfas.v10i7s.27
2. Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A., Brazhnikov, V.N., Brazhnikova O.F. (2019). Oil seed crops — biodiversity, value and productivity. *Volga Region Farmland*, no. 3 (3), pp. 18-23. doi: 10.26177/VRF.2019.3.3.004
3. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Возделывание горчицы белой (*Sinapis Alba L.*) в условиях ЦЧР: монография. Орел, 2018. 384 с.
4. Mostofa, U.H., Nazrul, I., Monjurul, K., Noor, H.M. (2016). Performance of Rapeseed and Mustard (*Brassica sp.*) Varieties. *Agricultural Research & Technology*, vol. 1 (5), pp. 001-006.

5. Воловик В.Т. Горчица белая — значение, использование // Адаптивное кормопроизводство. 2020. № 2. С. 41-67. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-41-67

6. Aboufadel, M., EL-Badry, N., Ammar, M. (2011). Nutritional and Chemical Evaluation for Two Different Varieties of Mustard Seeds. *World Applied Sciences Journal*, no. 15, pp. 1225-1233.

7. Yadav, R.P., Kumari, B. (2015). Ultrasonic Studies on Mustard Oil: A Critical Review. *International Journal of Science and Research*, vol. 4, no. 8, pp. 517-531.

8. Рожков А., Чигрин О., Воронай Ю., Ольховский Д. White mustard yield and sowing qualities depending on treatment of seeds with physiologically active agents // Plant Breeding and Seed Production. 2018. С. 208-217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381

9. Уханов А.П., Голубев В.А. Перспективы использования биотоплива из горчицы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 1. С. 88-92.

10. Ciubota-Rosie, C., Macoveanu, M., Fernàndez, C.M., Ramos, M.J., Pérez, A., Moreno, A. (2013). *Sinapis alba* seed as a prospective biodiesel source. *Biomass Bioenergy*, no. 53, pp. 83-90.

11. Прахова Т.Я., Прахов В.А. Оценка сортов горчицы сарептской в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 85. С. 203-208.

12. Turynskiy, A.V., Smurov, S.I., Grigorov, O.V., Kulkov, S.S. (2017). Conditions for soybean productivity formation depending on the elements of organic farming systems. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, vol. 31, no. 10, pp. 57-61.

13. Буянкин В.И., Андриевская Л.П. Потенциал смешанных посевов полевых культур в условиях Нижнего Поволжья // Научно-агрономический журнал. 2016. № 2 (99). С. 47-48.

14. Ростова Е.Н. Формирование продуктивности горчицы белой в зависимости от нормы высева и дозы азотных удобрений в условиях степного Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020. № 21 (184). С. 74-83.

15. Панасюга А.П., Саскевич П.А., Кажарский В.Р. Влияние морфорегуляторов на продуктивность горчицы белой // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 33-37.

16. Жирных С.С. Продуктивность горчицы белой и сарептской в зависимости от срока посева и нормы высева // Известия Тимирязевской государственной академии. 2020. № 4. С. 145-154. doi: 10.26897/0021-342X-2020-4-145-154

17. Прахова Т.Я., Прахов В.А. Масличные культуры семейства Brassicaceae в условиях лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 220 с.

18. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.

Об авторах:

**Таишев Нурмарат Равилевич**, аспирант, nurmarat\_9@mail.ru

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

## PRODUCTIVITY OF WHITE MUSTARD DEPENDING ON THE SEEDING RATE IN FOREST STEPPE CONDITIONS MIDDLE VOLGA REGION

**N.R. Taishev<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

The aim of the research is to assess the productivity of white mustard (*Sinapis alba* L.) depending on the seeding rate in the Middle Volga region. The object of research was the white mustard variety Lucius. The studies were carried out in 2018-2020 in the fields of the Penza Research Institute of Agriculture. Seven seeding rates of mustard were studied from 1.0 to 4.0 million viable seeds per hectare at intervals of 0.5 million. The weather conditions during the study period differed in hydrothermal conditions. The growing season of mustard in 2018 proceeded in arid conditions with a GTC of 0.42. The growing conditions of 2019 were characterized as insufficiently humidified, the hydrothermal coefficient was 0.81. In 2020, the growing conditions of the crop were characterized as arid, the GTC was 0.72. The field germination of mustard (86.9%) reached its maximum value at a seeding rate of 4.0 million viable seeds per hectare. The highest plant safety was observed in the variant with a seeding rate of 2.0 and 2.5 million germinating seeds per hectare and amounted to 91.5 and 90.7%, respectively. Variants with a seeding rate of 2.0 and 2.5 million germinating seeds per hectare differed in the







largest seeds, the weight of 1000 seeds of which was 6.70 and 6.71 g. The productivity of one plant varied from 5.84 to 7.27 g, the number of pods varied from 145-191 pieces per plant. The maximum content of oleic acid and the minimum erucic acid were noted in the variant with a seeding rate of 2.0 million and amounted to 29.43 and 29.81%, respectively. The content of linoleic acid varied according to variants in the range of 10.05-10.78%. The optimal seeding rate for white mustard in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region is 2.0 million germinating seeds per hectare, which contributes to obtaining a high seed yield (1.61 t/ha) with a high fat content (27.10%).

**Keywords:** white mustard, seeding rates, field germination, yield, oil content, crop structure, fatty acid composition.

## References

1. Vinogradov, D.V., Konkina, V.S., Kostin, Y.V. (2018). Developing the regional system of oil crops production management. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, no. 10 (75), pp. 289-302. doi: 10.4314/jfas.v10i7s.27
2. Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A., Brazhnikov, V.N., Brazhnikova O.F. (2019). Oil seed crops — biodiversity, value and productivity. *Volga Region Farmland*, no. 3 (3), pp. 18-23. doi: 10.26177/VRF.2019.3.3.004
3. Velkova, N.I., Naumkin, V.P. (2018). *Vozdelyvanie gorchitsy beloi (Sinapis Alba L.) v usloviyakh TSCHR: monografiya* [Cultivation of white mustard (Sinapis Alba L.) in the Central Black Earth region: monograph]. Orel, 384 p.
4. Mostofa, U.H., EL-Badry, N., Ammar, M. (2011). Performance of Rapeseed and Mustard (Brassica sp.) Varieties. *Agricultural Research & Technology*, vol. 1 (5), pp. 001-006.
5. Volovik, V.T. (2020). Gorchitsa belaya — zhanenie, ispol'zovanie [White mustard — meaning, use]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* [Adaptive feed production], no. 2, pp. 41-67. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-41-67
6. Aboufadel, M., EL-Badry, N., Ammar, M. (2011). Nutritional and Chemical Evaluation for Two Different Varieties of Mustard Seeds. *World Applied Sciences Journal*, no. 15, pp. 1225-1233.
7. Yadav, R.P., Kumari, B. (2015). Ultrasonic Studies on Mustard Oil: A Critical Review. *International Journal of Science and Research*, vol. 4, no. 8, pp. 517-531.
8. Rozhkov, A., Chigrin, O., Voropai, Yu., Ol'khovskii, D. (2018). White mustard yield and sowing qualities depend-

ing on treatment of seeds with physiologically active agents. *Plant Breeding and Seed Production*, pp. 208-217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381

9. Ukhanov, A.P., Golubev, V.A. (2011). Perspektivy ispol'zovaniya biotopliva iz gorchitsy [Prospects for the use of biofuel from mustard]. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy], no. 1, pp. 88-92.

10. Ciubota-Rosie, C., Macoveanu, M., Fernandez, C.M., Ramos, M.J., Pérez, A., Moreno, A. (2013). Sinapis alba seed as a prospective biodiesel source. *Biomass Bioenergy*, no. 53, pp. 83-90.

11. Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2020). Otsenka sortov gorchitsy sareptskei v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Evaluation of Sarepta mustard varieties in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Transactions of Kuban state agrarian university], no. 85, pp. 203-208.

12. Turyanskiy, A.V., Smurov, S.I., Grigorov, O.V., Kulkov, S.S. (2017). Conditions for soybean productivity formation depending on the elements of organic farming systems. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, vol. 31, no. 10, pp. 57-61.

13. Buyankin, V.I., Andrievskaya, L.P. (2016). Potentsial smeshannykh posevov polevykh kul'tur v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Potential of mixed sowing of field crops in the conditions of the Lower Volga region]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific-agronomic journal], no. 2 (99), pp. 47-48.

14. Rostova, E.N. (2020). Formirovanie produktivnosti gorchitsy beloi v zavisimosti ot normy vyseva i dozy azotnykh udobrenii v usloviyakh stepnogo Kryma [Formation of productivity of white mustard depending on the seeding rate and the dose of nitrogen fertilizers in the steppe Crimea]. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavriy* [Transactions of Taurida agricultural science], no. 21 (184), pp. 74-83.

15. Panasyuga, A.P., Saskevich, P.A., Kazharskii, V.R. (2017). Vliyaniye morfologicheskikh regulatorov na produktivnost' gorchitsy beloi [Influence of morphoregulators on the productivity of white mustard]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian state agricultural academy], no. 1, pp. 33-37.

16. Zhirnykh, S.S. (2020). Produktivnost' gorchitsy beloi i sareptskei v zavisimosti ot sroka poseva i normy vyseva [Productivity of mustard white and Sarepta depending on the seeding time and seeding rate]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev agricultural academy], no. 4, pp. 145-154. doi: 10.26897/0021-342X-2020-4-145-154

17. Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2018). *Maslichnye kul'tury semeistva Brassicaceae v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya* [Oilseeds of the Brassicaceae family in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region: monograph]. Penza, RIO PSAU, 220 p.

18. VNIIMK (2007). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, 113 p.

## About the authors:

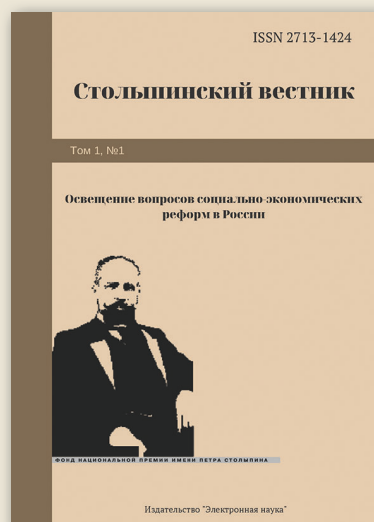
**Nurmarat R. Taishev**, graduate student, nurmarat\_9@mail.ru

**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

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

**Издательство «Электронная наука»** выпускает научные журналы на русском и английском языках. Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



## Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник»

- Издаётся при поддержке **Государственного университета по землеустройству** и **Фонда национальной премии имени П.А.Столыпина**.
- Журнал освещает опыт и актуальные вопросы социально-экономических реформ в России.
- Цитируется в РИНЦ и КиберЛенинка.

**Контакты:** <https://stolypin-vestnik.ru/vestnik/>,  
[stolypin\\_vestnik@mail.ru](mailto:stolypin_vestnik@mail.ru)



## ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК ИЗ МЕСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА НЕТЕЛЕЙ

Н.А. Николаева

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», г. Якутск, Россия

В создавшихся современных рыночных и социально-экономических условиях поиск путей и вовлечение в производство новых балансирующих кормовых добавок из местного сырья являются актуальными и имеют научно-практическое значение [9]. Целью работы являлось — изучение эффективности скармливания рецептов кормовых добавок нетелям и установить его влияние на воспроизводительные способности. Для выполнения поставленных задач в животноводческом комплексе ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия) была проведена научно-исследовательская работа на нетелях симментальской породы. Новизна работы заключалась в получении новых знаний по испытанию норм и способов вскармливания, рецептуры кормовых добавок из местных ресурсов для обеспечения дефицита белково-витаминно-минерального комплекса. Нетели I-опытной группы с хозяйственным рационом получали рецепт № 1 из местного сырья, %: пшеницы «Туймаада» — 32, овса «Виленский» — 28, пивной дробины — 33, цеолита-хонгурина — 2, пробиотического препарата «Хонгуринобакт» — 2, минерального премикса «Дар Велеса» — 1, лизина — 1, соли поваренной — 1. Нетели II-опытной группы получали рецепт № 2, %: пшеницы «Туймаада» — 28, овса «Виленский» — 30, пивной дробины — 35, цеолита-хонгурина — 2, пробиотического препарата «Хонгуринобакт» — 2, минерального премикса «Дар Велеса» — 1, лизина — 1, соли поваренной — 1. Полученные результаты воспроизводительной способности исследуемых животных свидетельствовали о том, что нетели I-опытной группы, получавшие в рационе рецепт кормовых добавок № 1 по большинству показателей превосходили своих сверстниц. Продолжительность сервис-периода у нетелей этой опытной группы короче на 3,5 и 0,8 дней, продолжительность сухостойного периода — на 1,5 и 0,9 дней в сравнении с контрольной и II-опытной группами. Межотельный период у нетелей составил в среднем от 371,0 до 377,2 дней, коэффициент воспроизводительной способности (КВС) варьировался от 0,96 до 0,98 при норме от 1 и более.

**Ключевые слова:** нетели, рецепты кормовых добавок, сервис-период, межотельный период, коэффициент воспроизводительной способности.

### Введение

Высокий генетический потенциал молочной продуктивности крупного рогатого скота может проявиться наиболее полно только в определенных условиях кормления. Систематический недостаток или избыток тех или иных элементов питания приводит к нарушению обмена веществ в их организме и вследствие этого — к снижению молочной продуктивности, ухудшению воспроизводительной функции и преждевременной выбраковке животных. Одним из резервов повышения молочной продуктивности коров является правильное составление рационов с учетом оптимального сочетания имеющихся кормов и введения новых нетрадиционных кормовых средств. При этом возрастает роль в обеспечении животных биологически активными веществами — витаминами, аминокислотами, микроэлементами и т.д. По данным А.Ф. Абрамова (2000), в кормовых травах Центральной Якутии наблюдается дефицит фосфора, йода, кобальта, а также меди [1]. Как известно, их дефицит приводит к нарушению у животных обмена веществ, возникновению различных заболеваний, снижению их продуктивности и повышению себестоимости продукции.

Кроме того, все более популярной становится оптимизация рациона и применение совершенно новых технологий: это и влажные кормосмеси, премиксы и специальные витаминные добавки. Однако широкомасштабное использование их невозможно из-за дороговизны, во-вторых, эти добавки и премиксы изготавливаются по единому рецепту для всех регионов, без учета химического состава кормов, уровня обеспеченности животных основными элементами

питания за счет рациона, их доступности животному организму и т.д. До настоящего времени ученые озабочены поиском более дешевых, легкоусвояемых кормовых компонентов, имеющих региональное значение. Практика показала, что для повышения продуктивности животных и снижения их себестоимости во время длительного, зимне-стойлового периода, важное значение имеет введение в рационы подкормок местного сырья и компонентов микроэлементов для восполнения питательной ценности кормов, улучшения обменных процессов в организме животных [8].

В связи с этим возникла острая необходимость разработки новых высокоэффективных балансирующих кормовых добавок для животных с учетом обеспеченности необходимыми элементами питания, отличающихся доступностью и дешевизной. Безусловно, несбалансированное кормление, низкопитательные по основному биологическому компоненту рационы, наличие в кормах вредных и токсических веществ в значительной степени угнетают их воспроизводительную способность.

Особенно следует отметить, что кормление коров в сухостойный период влияет на качество приплода и удои в последующую лактацию. Основная задача правильного кормления стельных сухостойных коров заключается в том, чтобы обеспечить условия для сохранения здоровья коровы, нормального развития плода, создания определенного запаса питательных веществ на первое время после отела. При этом, важное значение для развития плода имеет полноценное кормление матери в первую и последнюю четверти стельности. Недостаточное

и несбалансированное кормление коров ведет к нарушениям обмена веществ в их организме, что отражается на развитии и росте теленка в утробный период [4].

При скудном кормлении в период запуска снижаются удои в последующую лактацию и на 50% снижается оплодотворяемость коров из-за нарушения половых циклов. Взаимосвязь уровня молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров изучалась разными исследователями, результаты получены противоречивые [6]. Так, Ф.Ф. Лягин [7] считает, что ранний возраст первой случки и отела оказывает отрицательное влияние на последующую молочную продуктивность. Короткий интервал между отелами приводит к снижению молочной продуктивности как за текущую лактацию, так и за последующие. Чем выше продуктивность, тем продолжительнее сервис- и межотельный периоды и при осеменении их в первую и вторую охоты они часто остаются неоплодотворенными [3,13]. По мнению В.А. Павлова [10], высокая молочная продуктивность, напротив, не оказывает отрицательного влияния на воспроизводительную функцию коров.

Шкрабак В.С., Масалов В.Н., Федорчук А.И. [14,15], считают, что на процесс воспроизводства крупного рогатого скота оказывает влияние ряд факторов, среди которых основополагающими являются уровень кормления животных маточного стада, технология их содержания.

Следует отметить, что молочная продуктивность и воспроизводительная функция у коров взаимосвязаны и являются основным фактором, определяющим рентабельность ведения молочного скотоводства. Воспроизводство зависит

также от: особенностей каждого вида животных — плодовитостью, сроками наступления половой зрелости; продолжительности хозяйственного использования животных; возраста реализации молодняка; соблюдения технологии выращивания ремонтного молодняка; выбраковки маточного поголовья; обеспеченности животных доброкачественными кормами; структуры стада; кормления; условий содержания (в т.ч. комфорт).

Уровень продуктивности также является существенным фактором, влияющим на воспроизводительную функцию животных. Плохое воспроизводство — нет молока. [12,16]. Более высокая продуктивность требует большего поступления в организм полноценных кормов с высокой питательностью. При несбалансированности рационов страдает, в первую очередь, воспроизводительная функция [2].

### Методика исследований

Исследования проводились в условиях хозяйства «Хоробут» Мегино-Кангаласского улуса в 2019 году. Были сформированы 3 группы

Таблица 1

#### Потребление кормов и питательных веществ нетелями в стойловый период

Корма	
Сено разнотравное, кг	7,5
Силос овсяной, кг	8,0
Комбикорм, кг	1,5
Соль поваренная, г	50,0
В рационе содержится:	
ЭКЕ	8,1
Обменной энергии, МДж	81,1
Сухого вещества, кг	8,6
Переваримого протеина, г	631,2
Сырой клетчатки, г	1750,0
Сырого жира, г	324,5
Сахара, г	331,0
Кальция, г	60,1
Фосфора, г	36,2
Магния, г	17,7
Калия, г	62,1
Серы, г	17,8
Железа, мг	491,7
Меди, мг	56,5
Цинка, мг	226,3
Кобальта, мг	4,7
Марганца, мг	373,7
Йода, мг	3,9
Каротина, мг	192,5
Вит. Д, тыс. МЕ	6,4
Вит. Е, мг	329,3
Структура рациона, % по питательности:	
Сено разнотравное	51,5
Силос овсяной	24,2
Комбикорм	24,3
Итого:	100
Концентрация ЭКЕ в 1 кг СВ	0,94
Переваримого протеина на 1 ЭКЕ, г	80,0
Сахаро-протеиновое отношение	0,53:1

нетелей по 10 голов в каждой по принципу аналогов по породе, возрасту и при средней живой массе соответственно. В течение всего научно-хозяйственного опыта в стойловый период подопытные животные всех групп получали сбалансированный рацион, согласно методическим указаниям по кормлению молочных коров в условиях Якутии, составленным Ф.Д. Петровым, Н.М. Черноградской и В.В. Панкратовым (1992) [11].

Анализ полноценности кормления животных. Взятие и подготовка проб к анализу были проведены согласно методическому руководству А.Ф. Абрамова в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ФГБУН «Якутский НИИСХ им. М.Г. Сафронова» ФИЦ ЯНЦ СО РАН.

Воспроизводительную способность нетелей судили по возрасту, живой массе при первом осеменении, сервис-периоду, продолжительности стельности, сухостойному и межотельному периодам, протеканию родов. Коэффициент воспроизводительной способности рассчитывался по формуле:  $KBC = 365/МОП$ , где МОП — межотельный период, дней; 365 — количество дней в году.

Математическую обработку полученных данных осуществили с использованием прикладной программы Microsoft Excel, а также статистической обработки по методу Стьюдента.

### Результаты исследований

В опыте подтвердилось благоприятное влияние скармливания кормовых добавок из местного сырья для обеспечения дефицита белково-витаминно-минерального комплекса на воспроизводительные качества нетелей.

Таблица 2

#### Рецепты кормовых добавок из местных ресурсов для нетелей

Компоненты	Ед. изм.	Состав рецепта	
		№ 1	№ 2
Пшеница «Туймаада»	%	32	28
Овес «Виленский»	%	28	30
Пивная дробина	%	33	35
Цеолизит-хонгури	%	2	2
Пробиотический препарат «Хонгуринобакт»	%	2	2
Минеральный премикс «Дар Велеса»	%	1	1
Лизин	%	1	1
Соль поваренная	%	1	1
Итого:	-	100	100

Зимний рацион нетелей включает 7,5 кг сена разнотравного, 8,0 кг силоса овсяного, и 1,5 кг комбикорма (табл. 1).

При проведении научно-хозяйственного опыта на нетелях для балансирования рационов по содержанию в них питательных и минеральных веществ в соответствии с детализированными нормами были приготовлены рецепты кормовых добавок из местных источников. С учетом состава наших кормов мы разработали следующие рецепты кормовых добавок из местного сырья для нетелей I-опытной группы (%): пшеница «Туймаада» — 32, овес «Виленский» — 28, пивная дробина — 33, цеолит-хонгури — 2, пробиотический препарат «Хонгуринобакт» — 2, минеральный премикс «Дар Велеса» — 1, лизин — 1, соль поваренная — 1, для нетелей II-опытной группы (%): пшеница «Туймаада» — 28, овес «Виленский» — 30, пивная дробина — 30, цеолит-хонгури — 2, пробиотический препарат «Хонгуринобакт» — 2, минеральный премикс «Дар Велеса» — 1, лизин — 1, соль поваренная — 1. Рецепты кормовых добавок из местных ресурсов для нетелей представлены в табл. 2.

В условиях Якутии доказано положительное влияние использования кормовых добавок из местных источников (ячмень «Тамми», овес «Покровский», пшеница «Туймаада», овес «Виленский», пивная дробина, цеолит-хонгури и препарат «Хонгуринобакт») в рационах нетелей симментальской породы на их воспроизводительные качества.

Воспроизводительная функция животных складывается из относительно независимых признаков — возраста наступления хозяйственной зрелости, регулярности половых циклов, оплодотворяемости коров от первого осеменения и т.д. Причем каждый из них формируется в результате реализации генотипа под влиянием конкретных условий окружающей среды. В настоящее время за рубежом применяется около 30 параметров оценки воспроизводительных качеств коров. В экономическом анализе эффективности воспроизводства учитывают длительность межотельного периода, сервис-периода, индекс осеменения, уровень оплодотворяемости (по отсутствию повторной охоты), процент выбраковки коров, процент дойных коров в стаде [5].

Очень важным моментом для правильной организации воспроизводства стада является экономически оправданная продолжительность межотельного периода. Межотельный период это период времени от одного отела до другого. Желательная продолжительность межотельного периода — 365-395 дней, она зависит от продолжительности стельности коровы и сервис-периода, а также от сухостойного периода.

Таблица 3

#### Воспроизводительные способности нетелей, (M±m)

Показатель	Группа		
	контрольная	I-опытная	II-опытная
Количество животных, голов	10	10	10
Живая масса нетелей при первом осеменении, кг	317,1±0,29	322,0±0,35	320,0±0,33
Сервис-период, дней	92,5±0,42	89,0±0,32	89,8±0,33
Продолжительность стельности, дней	284,7±0,41	287,8±0,47	281,1±0,41
Сухостойный период, дней	68,7±0,33	67,2±0,35	68,1±0,32
Межотельный период, дней	377,2±0,45	376,8±0,47	371,0±0,42
Коэффициент воспроизводительной способности	0,96±0,10	0,97±0,09	0,98±0,09
Выход телят, %	98±0,00	100±0,00	100±0,00





Показатели эффективности воспроизводства нетелей, изучаемые в ходе опыта: живая масса при первом осеменении, продолжительность сервис-периода, продолжительность стельности, продолжительность сухостойного периода, продолжительность межотельного периода, коэффициент воспроизводительной способности и выход телят (табл. 3).

Изучение показателей воспроизводительных способностей подопытных животных показало, что живая масса нетелей при первом осеменении в I-опытной группе и была выше контроля и II-опытной групп, соответственно на 4,9 и 2 кг. По срокам плодородия значительных различий между контрольной и опытными группами существенной разницы не наблюдалось.

Климатические условия Якутии, при которых продолжительное время из-за низких температур животные не имеют прогулок, затрудняют выявление их охоты. Поэтому сервис-период оказался весьма растянутым. Наиболее продолжительный сервис-период — в среднем 92,5 дня у нетелей контрольной группы, что на 3,5 дней и на 2,7 дней выше, чем у животных I и II-опытных групп соответственно. Так, удлинённый сервис-период произошел в результате низкой оплодотворяемости при первом осеменении. Продолжительность сухостойного периода была короче у нетелей I-опытной группы на 1,5 и 0,9 дней в сравнении с контрольной и II-опытной группами.

Продолжительность межотельного периода наименьшей оказалась у нетелей II-опытной группы и составил 371,0 дней.

Для более подробного анализа данных был рассчитан коэффициент воспроизводительной способности (КВС) нетелей, который варьировался от 0,96 до 0,98 при норме от 1 и более.

Выход телят за год в контрольной группе составил 90%, в опытных группах — 100%.

В наших исследованиях подопытные животные всех групп к моменту отела имели нормальную упитанность, хороший аппетит и здоровье. Явлений ненормального состояния животных — угнетения, вялости в движениях, отказа от корма, нарушения и расстройства пищеварения, связанного с использованием в рационах ре-

цептов кормовых добавок из местного сырья не наблюдалось.

В целом, использование в кормлении нетелей местных кормовых добавок позволило скорректировать дефицит белково-витаминно-минерального комплекса, что положительно отразилось на воспроизводительных способностях.

### Заключение

Результаты сравнительной оценки воспроизводительной способности исследуемых животных свидетельствуют о том, что нетели I-опытной группы, получавшие в рацион рецепт кормовых добавок № 1 по большинству показателей превосходили своих сверстниц. Продолжительность сервис-периода у нетелей этой опытной группы короче на 3,5 и 0,8 дней, продолжительность сухостойного периода короче на 1,5 и 0,9 дней в сравнении с контрольной и II-опытной группами. Межотельный период у нетелей составил в среднем от 371,0 до 377,2 дней, коэффициент воспроизводительной способности (КВС) варьировался от 0,96 до 0,98 при норме от 1 и более.

Из всего этого следует, что продуктивный эффект местных кормовых добавок из местных компонентов, обусловлен регулирующим влиянием на интенсивность процессов переваривания и использование питательных веществ кормов, что в свою очередь обеспечивает сохранению иммунитета и воспроизводительной способности животных.

### Литература

1. Абрамов А.Ф. Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии / под ред. И.Г. Буслаева. РАСХН. Сибирское отделение. Якутский НИИ СХ, Российская экологическая академия Якутское отделение. Новосибирск, 2000. 205 с.
2. Анненкова Н., Баранов И., Беляев Ю. Продолжительность хозяйственного использования коров в связи с некоторыми паратипическими факторами // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 6. С. 12-13.
3. Арзуманян Е.А., Фандеев Б.В., Бегучев А.П. Скотоводство. М.: Колос, 1978. С. 2463-246.
4. Буряков Н.П. Кормление стельных сухостойных и дойных коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2007. № 4. С. 37-39.

5. Вильвер Д.С. Влияние возраста первого осеменения телок на молочную продуктивность // Вестник Челябинского государственного университета. 2008. № 4. С. 159-160.

6. Ефимова Л.В. Влияние молочной продуктивности на воспроизводительные качества коров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010. № 4. С. 45-50.

7. Лягин Ф.Ф. Особенности воспроизводительных качеств высокопродуктивных коров // Зоотехния. 2003. № 3. С. 25-27.

8. Николаева Н.А. Использование кормовых добавок в рационах молочного скота в Якутии // Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии. Сборник научных докладов XXII международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию образования СО РАСХН и 70-летию ЯНЦ СО РАН. 2019. С. 198-199.

9. Николаева Н.А., Борисова П.П., Алексеева Н.М., Васильева Е.С., Панкратов В.В., Воронцов И.В. Способы повышения биологической полноценности рационов дойных коров с использованием энерго-протеино-минеральных кормовых добавок // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 3 (369). С. 55-58.

10. Павлов В.А. Физиология воспроизводства крупного рогатого скота. М.: Россельхозиздат, 1984. С. 162-177.

11. Петров Ф.Д., Черноградская Н.М., Панкратов В.В. Кормление молочных коров в условиях Якутии: рекомендации. Якутск, 1991. 18 с.

12. Решетникова Н.М., Н.А. Лазаренко Н.А., Мороз Т.А. и др. Руководство по воспроизводству стада молочного крупного рогатого скота. М., 2002. 95 с.

13. Сакса Е.И., Барсукова О.Е. Влияние уровня молочной продуктивности на плодовитость коров // Зоотехния. 2007. № 11. С. 23-26.

14. Федорчук А.И. Безопасность производственных процессов в животноводстве. Минск: Техноперспектива, 2007. 350 с.

15. Шкрабак В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. М.: Колос, 2003. 512 с.

16. Melendez H., Pinedo P. The association between reproductive performance and milk yield in Chilean Holstein cattle // Journal of dairy science. 2007. Vol. 90, № 1. Pp. 184-192.

17. Beauchemin, K.A. and L.M. Rode. Feed enzymes for ruminants. Feed Mix. 1997. Vol. 5. No. 3. p. 17.

18. Bergsten, C., P.R. Greenough, J.M. Gay, R.C. Dobson, and C.C. Gay. A controlled field trial of the effects of biotin supplementation on milk production and hoof lesions. J. Dairy Sci. 82 (Suppl. 1): 34. 1999.

Об авторе:

**Николаева Наталья Афанасьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и разведения крупного рогатого скота, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1168-2054>, [natanik\\_69@mail.ru](mailto:natanik_69@mail.ru)

## THE EFFECT OF FEED ADDITIVES FROM LOCAL SOURCES ON THE REPRODUCTIVE QUALITIES OF HEIFERS

**N.A. Nikolaeva**

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

In the current market and socio-economic conditions, the search for ways and involvement in the production of new balancing feed additives from local raw materials are relevant and have scientific and practical significance [9]. The aim of the work was to study the effectiveness of feeding recipes of feed additives to heifers and to establish its effect on reproductive abilities. To fulfill the tasks set in the livestock complex of LLC «Khorobut» of the Megino-Kangalassky ulus of the Republic of Sakha (Yakutia), research work was carried out on heifers of the Simmental breed. The novelty of the work was to gain new knowledge on testing the norms and methods of feeding the formula of feed additives from local resources to ensure the deficiency of the protein-vitamin-mineral complex. Heifers of the I-experimental group with a household diet received recipe No. 1 from local raw materials, %: wheat «Tuimaada» — 32, oats «Vilensky» — 28, beer pellets — 33, zeolite-hongurin — 2, probiotic drug «Hongurinobact» — 2, mineral premix «Dar Velea» — 1, lysine — 1, salt — 1. Heifers of the II-experimental group received recipe No. 2, %: wheat «Tuimaada» — 28, oats «Vilensky» — 30, beer pellets — 35, zeolite-hongurin — 2, probiotic drug «Khongurinobact» — 2, mineral premix «Dar Velea» — 1, lysine — 1, table salt — 1. The obtained results of the reproductive ability of the studied animals indicated that the heifers of the I-experimental group, who received the recipe of feed additives No. 1 in the diet, were superior to





their peers in most indicators. The duration of the service period in heifers of this experimental group is shorter by 3.5 and 0.8 days, the duration of the dry period is shorter by 1.5 and 0.9 days in comparison with the control and II-experimental groups. The interbody period in heifers was on average from 371.0 to 377.2 days, the coefficient of reproductive capacity (CFS) varied from 0.96 to 0.98 with a norm of 1 or more.

**Keywords:** *heifers, recipes for feed additives, service period, interbody period, coefficient of reproductive capacity.*

## References

1. Abramov A.F. (2000). Ecological and biochemical bases of feed production and rational use of pastures in Yakutia, pod red. I.G. Buslaeva. RASKHN. Sibirskoe otdelenie. Yakutskij NII SKH, Rossijskaya ehkologicheskaya akademiya Yakutskoe otdelenie. Novosibirsk, 205 p.

2. Annenkova N., Baranov I., Belyaev Yu. (2009). Duration of economic use of cows in connection with some paratypical factors. Dairy and meat cattle breeding, no. 6, pp. 12-13.

3. Arzumanyan E.A., Fandeev B.V., Beguchev A.P. (1978). Skotovodstvo, Moscow: Kolos, pp. 2463-246.

4. Buryakov N.P. (2007). Kormlenie stel'nykh sukhostoynnykh i doynnykh korov [Feeding of agricultural animals and feed production], no. 4, pp. 37-39.

5. Vilver D.S. (2008). Influence of the age of the first insemination of heifers on milk productivity. Bulletin of the Chelyabinsk State University, no. 4, pp. 159-160.

6. Efimova L.V. (2010). Influence of milk productivity on the reproductive qualities of cows. Siberian Bulletin of Agricultural Science, no. 4, pp. 45-50.

7. Lyagin F.F. (2003). Features of reproductive qualities of highly productive cows. Zootechniya, no. 3, pp. 25-27.

8. Nikolaeva N.A. (2019). The use of feed additives in the rations of dairy cattle in Yakutia. Agrarian science — agricultural production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus and Bulgaria. Collection of scientific reports of the XXII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 50th anniversary of the SB RASKHN and the 70th anniversary of the YANC SB RAS, pp. 198-199.

9. Nikolaeva N.A., Borisova P.P., Alekseeva N.M., Vasilieva E.S., Pankratov V.V., Voronov I.V. (2019). Ways to increase the biological usefulness of dairy cow diets using energy-protein-mineral feed additives. International Agricultural Journal, no 3 (369), pp. 55-58.

10. Pavlov V.A. (1984). Physiology of reproduction of cattle. Moscow: Rosselkhozdat, pp. 162-177.

11. Petrov F.D., Chernogradskaya N.M., Pankratov V.V. (1991). Feeding dairy cows in Yakutia: recommendations, Yakutsk, 18 p.

12. Reshetnikova N.M., Lazarenko N.A., Moroz T.A., etc. (2002). Manual on reproduction of a herd of dairy cattle, Moscow, 95 p.

13. Saksa E.I., Barsukova O.E. (2007). Influence of the level of milk productivity on the fertility of cows, no. 11, pp. 23-26.

14. Fedorchuk A.I. (2007). Safety of production processes in animal husbandry. Minsk: Technoperspektiva, 350 p.

15. Shkrabak V.S. (2003). Life safety in agricultural production. Moscow: Kolos, 512 p.

16. Melendez H., Pinedo P. (2007). The association between reproductive performance and milk yield in Chilean Holstein cattle. Journal of dairy science, vol. 90, no. 1, pp. 184-192.

17. Beauchemin, K.A. and L.M. Rode (1997). Feed enzymes for ruminants. Feed Mix, vol. 5, no. 3, 17 p.

18. Bergsten C., P.R. Greenough, J.M. Gay, R.C. Dobson and C.C. Gay (1999). A controlled field trial of the effects of biotin supplementation on milk production and hoof lesions. J. Dairy Sci. 82 (Suppl. 1): 34.

## About the author:

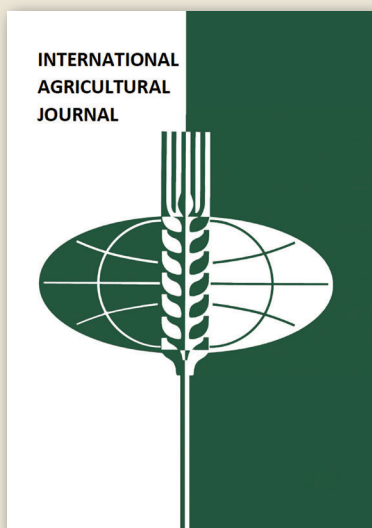
**Natalia A. Nikolaeva**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of selection and breeding of cattle, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1168-2054>, [natanik\\_69@mail.ru](mailto:natanik_69@mail.ru)

[natanik\\_69@mail.ru](mailto:natanik_69@mail.ru)

**Издательство «Электронная наука»** выпускает научные журналы на русском и английском языках.

Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



«*International agricultural journal*» научный, рецензируемый, электронный, включен в научные базы: ВАК, РИНЦ, КиберЛенинка, AGRIS, Google.

- Публикации статей **на английском и русском языках.**
- Двухмесячный научно-производственный журнал о достижениях мировой науки и практики в агропромышленном комплексе.

**Контакты:** <https://iacj.eu>, [iacj@iacj.eu](mailto:iacj@iacj.eu)

Наши партнеры:





## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОХИМИКАТА НА ОСНОВЕ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ЭКО-СП НА ПОСЕВАХ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, А.Я. Башкатов

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск, Россия

Представлены результаты исследований по эффективности использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур в условиях черноземных почв Курской области. Установлено, что обработка семян препаратом ЭКО-СП повышала энергию прорастания семян яровой пшеницы на 2%, ярового ячменя — на 4%, лабораторную всхожесть — на 1 и 2% соответственно, оказывала стимулирующее действие на рост проростков яровых зерновых культур. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку в дозе 1 л/га повышали количество продуктивных стеблей яровой пшеницы на 24 шт./м, количество зерен в колосе — на 1,1 шт., массу 1000 зерен — на 0,9 г, натуру зерна — на 18 г/л.; ярового ячменя — на 27 шт./м, 0,4 шт., 0,7 г и 20 г/л соответственно. Это способствовало повышению урожайности ярового ячменя на 6,5 ц/га или 13,8%, яровой пшеницы — на 6,9 ц/га или 16,6%, повышало содержание клейковины в зерне яровой пшеницы на 0,8%, увеличивало крупность зерна ярового ячменя, содержание в нем крахмала и экстрактивных веществ, способствовало некоторому повышению содержания белка (на 0,2%), однако это увеличение было в пределах требований, предъявляемых к пивоваренным ячменям (9-12%). Расчеты экономической эффективности показали, что использование препарата ЭКО-СП на посевах ярового ячменя было экономически выгодно, так как обеспечивало получение 30066,21 руб./га условно чистого дохода при себестоимости 1 ц зерна равной 436,96 руб. и уровне рентабельности 128,8%. Эффективность препарата ЭКО-СП на посевах яровой пшеницы была еще выше: величина условно чистого дохода составила 34626,21 руб./га, себестоимость 1 ц зерна — 436,96 руб., уровень рентабельности — 148,3%.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, яровой ячмень, агрохимикат на основе гумусовых веществ ЭКО-СП, урожайность, структура урожая, содержание клейковины, септориоз, экономическая эффективность.

### Введение

В структуре посевных площадей Курской области яровые зерновые культуры занимают ведущее место, являются основными и наиболее урожайными зерновыми культурами. В соответствии с системой земледелия площади посева яровых зерновых культур в области составляют 447-572 тыс. га, или 50,1-60,3% площади посева всего зернового клина. Продуктивность яровых зерновых культур подвержена значительным колебаниям по годам: урожайность яровой пшеницы в последнее десятилетие варьировала от 2,10 т/га в 2011 г. до 4,95 т/га в 2019 г., ярового ячменя — от 1,89 т/га в 2010 г. до 4,68 т/га в 2020 г. [1]. Такое варьирование связано с метеорологическими условиями года, агротехническими приемами возделывания культур, а также с сочетанием этих факторов [2, 3].

Получение высоких и стабильных урожаев яровых зерновых культур возможно лишь при широком внедрении в производство современных агротехнологий возделывания, в которых органически объединяется в единое целое принципы интенсификации, биологизации и ресурсосбережения [4, 5, 6].

Современные же интенсивные технологии базируются преимущественно на химико-технологических средствах интенсификации (минеральные удобрения, пестициды и т.п.). Однако затраты на традиционные минеральные удобрения, как средства интенсификации, не всегда оправдываются прибавкой урожая [7, 8]. К тому же количество применяемых удобрений не позволяет в полной мере компенсировать вынесенные из почвы элементы минерального питания, что приводит к снижению плодородия почвы [9].

В связи с этим возникает настоятельная необходимость поиска новых дополнительных ресурсов, использование которых позволит оптимизировать питание растений и получать ста-

бильные урожаи качественной продукции, обеспечивая при этом экологическую безопасность. В качестве таких ресурсов могут выступать послеуборочные остатки, сидераты, местные минеральные и органические, а также биологические удобрения [10, 11, 12].

Это открывает пути к разработкам и внедрению в производство новых направлений при возделывании сельскохозяйственных культур с использованием биологических препаратов, регуляторов роста растений и биоудобрений, позволяющих повышать иммунитет растений к наиболее опасным возбудителям болезней, применение которых становится все более экономически выгодным и экологически целесообразным [13, 14, 15].

В их числе удобрение на основе гумусовых веществ ЭКО-СП, получаемое из растительного сырья (низинного торфа), содержащее в своем составе гуминовые и фульвокислоты, растительные гормоны, аминокислоты и простые органические кислоты, микроэлементы в хелатной форме, полезную почвенную микрофлору. ЭКО-СП является индуктором иммунитета растений, обладает адаптогенными свойствами, способствует антистрессовой устойчивости растений к заболеваниям и неблагоприятным условиям среды, обладает высокой химической чистотой и растворимостью, повышает урожайность и качество продукции. Препарат предназначен для обработки семян и некорневой обработки растений и может применяться практически на всех этапах вегетационного периода (от обработки семян до дополнительных подкормок после перенесенного растениями стресса).

Целью настоящего исследования являлось определение эффективности использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП при возделывании яровой пшеницы и ярового ячменя в почвенно-климатических условиях Курской области.

### Материалы и методика

Изучение эффективности применения агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур проводилось в 2018-2020 гг. в опыте лаборатории технологий возделывания полевых культур и экологической оценки земель ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в севообороте со следующим чередованием культур: яровой ячмень — соя — яровая пшеница. Схема опыта включала в себя внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и обработку посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку.

Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 6,0-6,2%, подвижного фосфора (по Чирикову) — 10,1-14,5, обменного калия (по Масловой) — 16,8-19,0 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (рН 6,8-7,0).

Варианты в полевом опыте располагались систематически в один ярус. Повторность в опытах 3-кратная. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника с учетной площадью 200 м<sup>2</sup> (4x50).

Полевые работы на опытном участке проводились в лучшие агротехнические сроки с использованием районированных в области сортов: яровой пшеницы — Дарья и ярового ячменя Прометей. Для посева использовались семена, отвечающие требованиям 1-го класса посевного стандарта с поштучной нормой посева: яровой пшеницы — 5,5 млн, ярового ячменя — 5,0 млн всхожих зерен/га. Способ посева — рядовой (ширина междурядий 15 см) с последующим прикатыванием кольчато-шпоровыми катками. Глубина заделки семян — 4-5 см. Фон минерального питания — N30P30K30. Обработку посевов яровых зерновых культур агрохимикатом на основе гумусовых веществ ЭКО-СП



проводили ранцевым опрыскивателем в соответствии со схемой опыта.

Уборка урожая проводилась самоходным комбайном «Сампо-500» прямым комбайнированием. В образцах зерна яровых зерновых культур определяли содержание сырой клейковины (яровая пшеница), белка, крахмала на анализаторе зерна «Инфратек-1241», натуре зерна (ГОСТ-10840-76), массу 1000 зерен (ГОСТ-10842-76). Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод математического анализа по Б.А. Доспехову (1985).

### Результаты и обсуждение

Установлено, что применение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур оказывало положительное влияние на рост и развитие растений, урожайность и качество зерна. Так, результаты проращивания семян яровой пшеницы и ярового ячменя в лабораторных условиях свидетельствуют о том, что обработка семян агрохимикатом на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в дозе 1 л/т, по сравнению с контрольными вариантами, повышала энергию прорастания семян (на 3 день проращивания) яровой пшеницы на 2%, ярового ячменя — на 4%, лабораторную всхожесть (на 7-й день проращивания) — на 1 и 2% соответственно, а в дальнейшем оказывала стимулирующее действие на рост проростков яровых зерновых культур (рис. 1).

Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП оказывало положительное влияние на полевую всхожесть семян яровых зерновых культур. Подсчет густоты стояния яровой пшеницы и ярового ячменя по вариантам опыта показал, что при внесении препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га наблюдалась тенденция повышения полевой всхожести яровых зерновых культур на 1-2% в сравнении с контролем (табл. 1, рис. 2).

Однако внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в почву под предпосевную культивацию способствовало лучшему росту и развитию зерновых культур, образованию более мощной вегетативной массы и корневой системы в сравнении с контрольным вариантом.

Фитосанитарное состояние посевов яровых зерновых культур в годы проведения экспериментов характеризовалось умеренным инфекционным фоном. На посевах ярового ячменя наблюдалось поражение растений ринхоспориозом (*Rhynchosporium secalis*) и гельминтоспориозом (*Helminthosporium*), на посевах яровой пшеницы — септориозом (*Septorianodorum*). Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур оказывало сдерживающее влияние на распространение этих заболеваний. Так, внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку в дозе 1 л/га способствовали снижению поражаемости растений септориозом на 5,5%, биологическая эффективность препарата составила 21,7% (табл. 2).

Биологическая эффективность агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах ярового ячменя составила по ринхоспориозу 25,2%, по гельминтоспориозу — 17,3% (табл. 3).

Относительно высокая биологическая эффективность препарата ЭКО-СП в сдерживании распространности листостебельных заболеваний, по нашему мнению, связана с тем, что

этот препарат усиливал рост и развитие растений, способствовал получению более мощных, развитых растений и, как следствие, повышению устойчивости к различным заболеваниям.

Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе кущения в дозе 1 л/га и фазе начала выхода в трубку в дозе 1 л/

га повышала урожайность яровой пшеницы на 6,9 ц/га, или на 16,6% в сравнении с контролем (41,4 ц/га). Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах ярового ячменя в те же сроки и в тех же дозах способствовало повышению урожайности на 6,5 ц/га, или на 13,8% в сравнении с контролем (табл. 4).

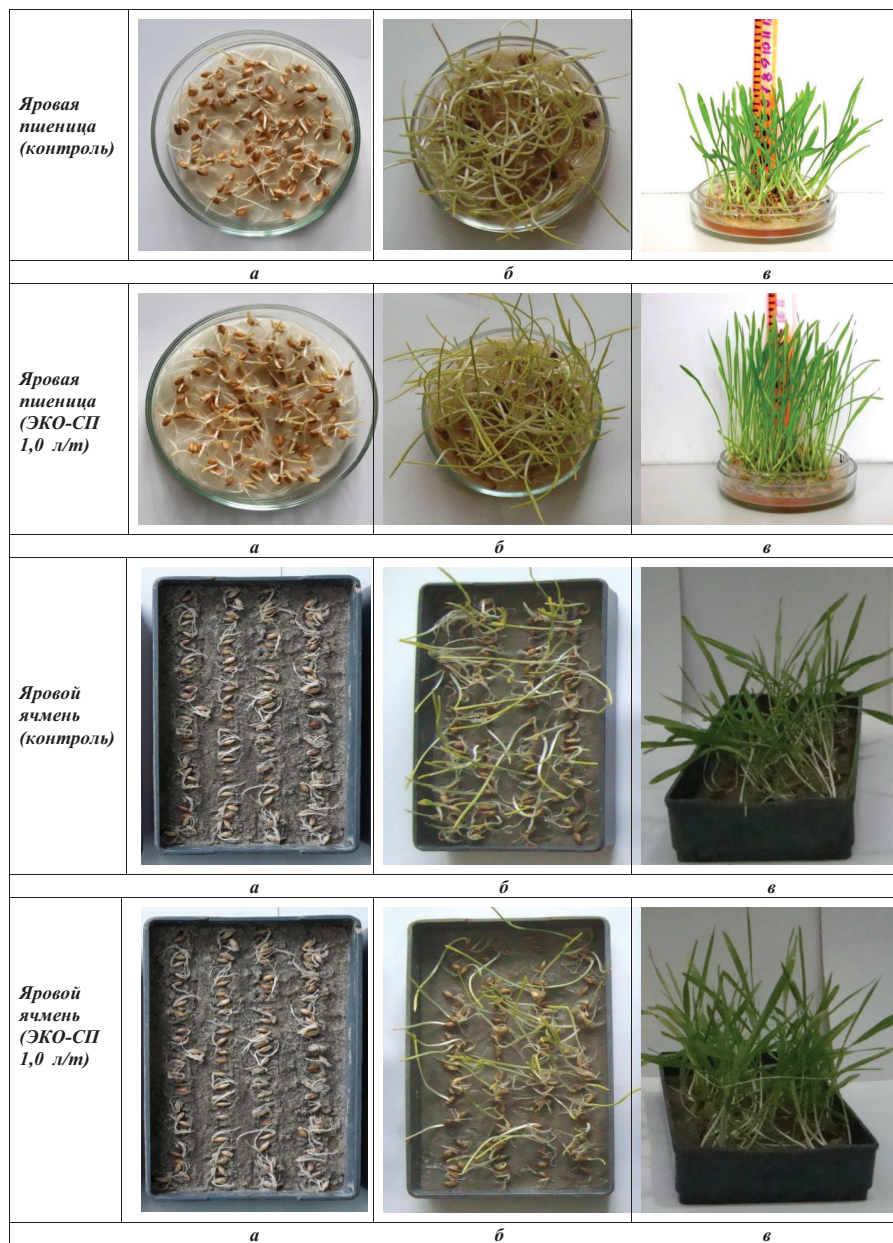


Рис. 1. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян яровых зерновых культур (а — на 3 день, б — на 7 день, в — на 14 день проращивания)

Таблица 1

Влияние препарата ЭКО-СП на полевую всхожесть семян яровой пшеницы и ярового ячменя (2018-2020 гг.)

Варианты	Число взшедших растений на 1 м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %
<b>Яровая пшеница</b>		
Контроль, без обработок	502	91
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	506	92
<b>Яровой ячмень</b>		
Контроль, без обработок	460	92
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	471	94



Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку повышало количество продуктивных стеблей яровой пшеницы на 24 шт./м, количество зерен в колосе — на 1,1 шт., массу 1000 зерен — на 0,9 г, натуру зерна — на 18 г/л (табл. 5).

Применение препарата ЭКО-СП на посевах ярового ячменя способствовало повышению количества продуктивных стеблей на 27 шт./м, количества зерен в колосе — на 0,4 шт., массы 1000 зерен — на 0,7 г, натуры зерна — на 20 г/л.

Использование препарата ЭКО-СП на посевах яровой пшеницы оказывало влияние на качество зерна. Так, внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку повышала содержание сырой клейковины в зерне на 0,8%, содержание протеина — на 0,3% в сравнении с контролем (табл. 6).

Применение препарата ЭКО-СП обеспечивало получение зерна ярового ячменя, отвечающего пивоваренным стандартам: пленчатость находилась на уровне 8,55%, содержание крахмала было 51,6%, содержание протеина составило 11,2%. Крупность зерна в этом варианте оценивалась величиной 96,4% (при стандарте 95% для 1 класса) (табл.7).

Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку способствовали некоторому повышению содержания белка в зерне ярового ячменя — на 0,2%, однако это увеличение было в пределах требований, предъявляемых к пивоваренным ячменям (9-12%).

Расчеты экономической эффективности показали, что использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур было экономически выгодно (табл. 8).

Так, внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная

обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку в дозе 1 л/га повышали урожайность ярового ячменя на 6,5 ц/га, увеличивая тем самым стоимость валовой продукции на 6500 руб. Учитывая невысокие затраты,

связанные со стоимостью препарата, и существенное снижение затрат из-за внесения его в баковых смесях с пестицидами, величина условно чистого дохода составила 30066,21 руб./га, себестоимость 1 ц зерна — 436,96 руб., уровень

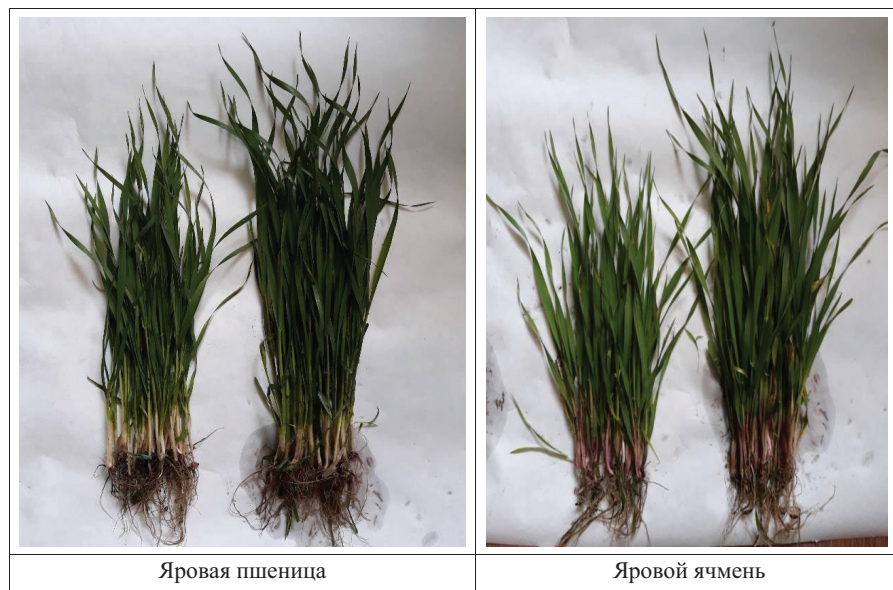


Рис. 2. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на рост и развитие растений яровых зерновых культур (2020 г.)

Таблица 2

Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на распространённость листовых заболеваний яровой пшеницы (2018-2020 гг.)

Варианты	Септориоз	
	распространённость, %	биологическая эффективность, %
Контроль, без обработок	25,3	
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	19,8-5,5	21,7

Таблица 3

Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на распространённость листовых заболеваний ярового ячменя (2018-2020 гг.)

Варианты	Ринхоспориоз		Гельминтоспориоз	
	распространённость, %	биологическая эффективность, %	распространённость, %	биологическая эффективность, %
Контроль, без обработок	14,3	-	17,9	-
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	10,7-3,6	25,2	14,8-3,1	17,3

Таблица 4

Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на урожайность яровых зерновых культур (2018-2020 гг.)

Варианты	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
<b>Яровая пшеница</b>			
Контроль, без обработок	41,4		
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	48,3	6,9	16,6
НСР05		3,4	
<b>Яровой ячмень</b>			
Контроль, без обработок	46,9		
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	53,4	6,5	13,8
НСР05		2,6	





Таблица 5

Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на элементы структуры урожая яровых зерновых культур (2020 г.)

Варианты	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>	Количество стеблей к уборке, шт./м <sup>2</sup>		Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
		общее	продуктивных			
<b>Яровая пшеница</b>						
Контроль, без обработок	502	662/1,32	562/1,12	25,6	32,0	772
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	506	688/1,36	586/1,16	26,7	32,9	790
<b>Яровой ячмень</b>						
Контроль, без обработок	460	570/1,24	524/1,14	17,8	43,8	607
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	471	598/1,27	551/1,17	18,2	44,5	627

Таблица 6

Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на качество зерна яровой пшеницы (2018-2020 гг.)

Варианты	Содержание сырой клейковины, %	Протеин (на сухое вещество), %	Крахмал (на сухое вещество), %	Влажность зерна, %
Контроль, без обработок	24,1	13,6	65,2	13,3
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	24,9	13,9	65,9	13,0

Таблица 7

Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на качество зерна ярового ячменя (2018-2020 гг.)

Варианты	Крупность зерна, %	Содержание, %		Пленчатость, %
		протеин (на сухое вещество)	крахмал (на сухое вещество)	
Контроль, без обработок	95,3	11,0	51,4	8,47
ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе кущения (1 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (1 л/га)	96,4	11,2	51,6	8,55

Таблица 8

Экономическая эффективность использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур (2018-2020 гг.)

Варианты	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, руб./ц	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
<b>Яровая пшеница</b>						
Контроль	41,4	49680	21401,79	516,95	28278,21	132,1
ЭКО-СП	48,3	57960	23333,79	483,10	34626,21	148,3
<b>Яровой ячмень</b>						
Контроль	46,9	46900	21401,79	456,32	25498,21	119,1
ЭКО-СП	53,4	53400	23333,79	436,96	30066,21	128,8

Примечание: стоимость 1 т зерна ярового ячменя — 10000 руб., 1 т зерна яровой пшеницы — 12000 руб.

рентабельности — 128,8%. Эффективность препарата ЭКО-СП на посевах яровой пшеницы была еще выше: величина условно чистого дохода составила 34626,21 руб./га, себестоимость 1 ц зерна — 436,96 руб., уровень рентабельности — 148,3%.

### Заключение

Результаты проведенных испытаний агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП свидетельствуют о высокой его эффективности на посевах яровых зерновых культур. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку в дозе 1 л/га способствовали увеличению урожайности ярового ячменя на 6,5 ц/га, яровой пшеницы — на 6,9 ц/га, повышалось содержание клейковины в зерне яровой пшеницы на 0,8%,

увеличивало крупность зерна ярового ячменя, содержание в нем крахмала и экстрактивных веществ, способствовало некоторому повышению содержания белка (на 0,2%), однако это увеличение было в пределах требований, предъявляемых к пивоваренным ячменям (9-12%).

Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах яровых зерновых культур было экономически выгодно из-за высокой его эффективности, невысокой стоимости и малых доз внесения.

### Литература

1. Лазарев В.И., Лазарева Р.И., Ильин Б.С., Минченко Ж.Н. Эффективность различных способов основной обработки почвы и систем удобрения при возделывании яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5. С. 12-15.

2. Пыхтин И.Г., Гостев А.В., Нитченко Н.Б., Плотников В.А. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур // Земледелие. 2016. № 6. С. 16-19.

3. Сычев В.Г., Беличенко М.В., Романенков В.А. Результаты мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности севооборотов и изменения свойств почв в длительных опытах Географической сети // Плодородие. 2017. № 6. С. 2-7.

4. Черкасов Г.Н., Дубовик Д.В., Масютенко Н.П. и др. Научно-практические основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия Курской области. Курск: ГНУ ННЗИЗПЭ РАСХН, 2017. 188 с.

5. Киришин В.И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель // Почвоведение. 2020. № 7. С. 871-879.

6. Юшкевич Л.В., Корчагина И.А., Ломановский А.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в лесостепи западной Сибири // Земледелие. 2014. № 6. С. 30-32.





7. Соловченко В.Д., Логвинов И.В., Ступаков А.Г. Влияние основных элементов систем земледелия на продуктивность ячменя в зернопропашном севообороте юго-западной части ЦЧЗ // *Аграрная наука*. 2019. № 10. С. 59-61.

8. Чекарев П.А., Лукин С.В. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области // *Земледелие*. 2014. № 8. С. 3-6.

9. Никитин С.Н. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность озимой пшеницы // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014. № 1. С. 24-29.

10. Оказова З.П. Биопрепараты в современном земледелии // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 6. С. 971.

11. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я. Агроэкологическое обоснование применения комплексных удобрений смикрорезультатами при возделывании яровой мягкой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области // *Теоретическая и прикладная экология*. 2020. № 3. С. 153-159. doi: 10.25750/1995-4301-2020-3-154-160

12. Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур // *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 8. С. 9-11.

13. Якименко О.С., Терехова В.А., Пукальчик М.А., Горленко М.В., Попов А.И. Сравнение двух интегральных биотических индексов при оценке эффективности воздействия гуминовых препаратов в модельном эксперименте // *Почвоведение*. 2019. № 7. С. 781-792.

14. Немченко В.В., Цыпышева М.Ю. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. № 8. С. 5-8.

*Об авторах:*

**Лазарев Владимир Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, [vl190353@yandex.ru](mailto:vl190353@yandex.ru)  
**Минченко Жанна Николаевна**, младший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4352-6013>, [vl190353@yandex.ru](mailto:vl190353@yandex.ru)  
**Башкатов Александр Яковлевич**, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9340-0622>, [vl190353@yandex.ru](mailto:vl190353@yandex.ru)

## EFFICIENCY OF AGROCHEMICALS BASED ON ECO-SP HUMUS SUBSTANCES ON SPRING GRAIN CROPS UNDER THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF KURSK REGION

V.I. Lazarev, Zh.N. Minchenko, A.Ya. Bashkatov

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

The results of the research on the efficiency of the use of agrochemicals based on humus substances ECO-SP in spring grain crops under the conditions of chernozem soils of Kursk region are presented. It was found that the application of the preparation ECO-SP for pre-sowing cultivation at a rate of 2.5 l/ha and double treatment of crops in the tillering and booting beginning phase at a rate of 1 l/ha increased the number of productive stems of spring wheat by 24 pcs./m, the number of grains in the ear by 1.1 pcs., the weight of 1000 grains by 0.9 g, the natural grain weight by 18 g/l, those of spring barley by 27 pcs./m. 0.4 pcs., 0.7 g and 20 g/l, respectively. That contributed to an increase in the yield of spring barley by 6.5 metric centner per ha (c/ha), or 13.8%, in that of spring wheat by 6.9 c/ha, or 16.6%, increased gluten content in the grain of spring wheat by 0.8%, increased the grain size of spring barley, the content of starch and extractives in it, contributed to a certain increase in the protein content (by 0.2%), but the increase was within the requirements for brewing barley (9-12%). Calculations of economic efficiency showed that the use of the preparation ECO-SP in spring barley was economically profitable as it provided a conditional net income of 30,066.21 rubles/ha, with the cost of 1 metric centner of grain equal to 436.96 rubles and a profitability level of 128.8%. The efficiency of the preparation ECO-SP in spring wheat was even higher, i.e. the value of conditional net income was 34,626.21 ruble/ha, the cost of 1 metric centner of grain was 436.96 rubles, the level of profitability was 148.3%.

**Keywords:** spring wheat, spring barley, agrochemicals based on humus substances ECO-SP, yield, crop structure, gluten content, septoria, economic efficiency.

**References**

1. Lazarev, V.I., Lazareva, R.I., Il'in, B.S., Minchenko, Zh.N. (2019). Effektivnost' razlichnykh sposobov osnovnoi obrabotki pochvy i sistem udobreniya pri vozdel'yvaniy yarovoi pshenitsy v usloviyakh chernozemnykh pochv Kurskoi oblasti [The effectiveness of various methods of basic tillage and fertilization systems in the cultivation of spring wheat in the conditions of chernozem soils of the Kursk region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5, pp. 12-15.

2. Pykhtin, I.G., Gostev, A.V., Nitchenko, N.B., Plotnikov, V.A. (2016). Teoreticheskie osnovy effektivnogo primeneniya sovremennykh resursosberegayushchikh tekhnologii vozdel'yvaniya zernovykh kul'tur [Theoretical bases of effective application of modern resourcesaving technologies of cultivation of grain crops]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 16-19.

3. Sychev, V.G., Belichenko, M.V., Romanenko, V.A. (2017). Rezul'taty monitoringa urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur, produktivnosti sevooborotov i izmeneniya svoystv pochv v dlitel'nykh opytakh Geograficheskoi seti [Results of monitoring crop yields, crop rotation productivity and changes in soil properties in long-term experiments of the Geographical network]. *Plodorodie* [Fertility], no. 6, pp. 2-7.

4. Cherkasov, G.N., Dubovik, D.V., Masyutenko, N.P. i dr. (2017). *Nauchno-prakticheskie osnovy adaptivno-landshaftnoi sistemy zemledeliya Kurskoi oblasti* [Scientific and practical bases of adaptive landscape system of agriculture of the Kursk region]. Kursk, GNU NNIZI ZPE RASKHN, 188 p.

5. Kiryushin, V.I. (2020). Metodologiya kompleksnoi otsenki sel'skokhozyaistvennykh zemel' [Methodology of inte-

grated assessment of agricultural land]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 7, pp. 871-879.

6. Yushkevich, L.V., Korchagina, I.A., Lomanovskii, A.V. (2014). Sovershenstvovanie tekhnologii vozdel'yvaniya yarovoi pshenitsy v lesostepi zapadnoi Sibiri [Improvement of technology of cultivation of spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 30-32.

7. Solovichenko, V.D., Logvinov, I.V., Stupakov, A.G. (2019). Vliyaniye osnovnykh ehlementov sistem zemledeliya na produktivnost' yachmenya v zernopropashnom sevooborote yugo-zapadnoi chasti TSCZH [Influence of the main elements of farming systems on the productivity of barley in the crop rotation of the South-Western part of the Central agricultural district]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 10, pp. 59-61.

8. Chekmarev, P.A., Lukin, S.V. (2014). Itogi realizatsii programmy biologizatsii zemledeliya v Belgorodskoi oblasti [Results of the implementation of the program of biologization of agriculture in the Belgorod region]. *Zemledelie*, no. 8, pp. 3-6.

9. Nikitin, S.N. (2014). Vliyaniye sredstv khimizatsii i biologizatsii na urozhainost' ozimoi pshenitsy [Influence of chemical and biologization agents on the yield of winter wheat]. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy], no. 1, pp. 24-29.

10. Okazova, Z.P. (2013). Biopreparaty v sovremennom zemledelii [Biopreparaty v sovremennom khoolodilii]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], no. 6, p. 971.

11. Lazarev, V.I., Minchenko, Zh.N., Bashkatov, A.Ya. (2020). Agroekologicheskoe obosnovanie primeneniya kompleksnykh udobrenii s mikroehlementami pri vozdel'yvaniy yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh chernozemnykh pochv Kurskoi oblasti [Agroecological justification of the use of complex fertilizers with trace elements in the cultivation of spring soft wheat in the conditions of chernozem soils of the Kursk region]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ehkologiya* [Theoretical and applied ecology], no. 3, pp. 153-159. doi: 10.25750/1995-4301-2020-3-154-160

12. Zavalin, A.A. (2011). Primeneniye biopreparatov pri vozdel'yvaniy polevykh kul'tur [Application of biological products in the cultivation of field crops]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 8, pp. 9-11.

13. Yakimenko, O.S., Terekhova, V.A., Pukal'chik, M.A., Gorlenko, M.V., Popov, A.I. (2019). Sravnienie dvukh integral'nykh bioticheskikh indeksov pri otsenke effektivnosti vozdeistviya guminovykh preparatov v model'nom ehksperimente [Comparison of two integral biotic indices when evaluating the effectiveness of the effects of humic preparations in a model experiment]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 7, pp. 781-792.

14. Nemchenko, V.V., Tsyppysheva, M.Yu. (2014). Vliyaniye biopreparatov i regulyatorov rosta na strukturu urozhaya i produktivnost' yarovoi pshenitsy [The influence of biological preparations and growth regulators on the structure of the crop and productivity of spring wheat]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university], no. 8, pp. 5-8.

*About the authors:*

**Vladimir I. Lazarev**, doctor of agricultural sciences, professor, deputy director for research, head of the laboratory of technologies for cultivation of field crops and agroecological assessment of lands, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, [vl190353@yandex.ru](mailto:vl190353@yandex.ru)  
**Zhanna N. Minchenko**, junior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4352-6013>, [vl190353@yandex.ru](mailto:vl190353@yandex.ru)  
**Alexander Ya. Bashkatov**, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9340-0622>, [vl190353@yandex.ru](mailto:vl190353@yandex.ru)

[vl190353@yandex.ru](mailto:vl190353@yandex.ru)





## ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Работа выполнена в соответствии с тематическим планом НИР Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени В.Н. Рудницкого по теме № 0767-2019-0100

**А.А. Артемьев, А.М. Гурьянов**

Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Саранск, Россия

Исследования по изучению дифференцированного применения минеральных удобрений в сравнении с традиционной технологией в посевах яровой пшеницы сорта Тулайковская 10 проводили в 2010 и 2016 гг. в двух полях полевого севооборота, развернутого во времени (чистый пар — озимая пшеница — яровая пшеница — яровая пшеница — суданская трава — яровой ячмень) на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом (гумус — 5,1-7,0%, нитратный и аммонийный азот — 5,9-12,8 мг/кг, подвижный фосфор — 81,3-298,7 мг/кг и обменный калий — 104,5-383,3 мг/кг почвы) в условиях лесостепи Поволжья. Схема опыта предусматривала изучение 3 вариантов с удобрениями (плановая урожайность пшеницы 3,0 т/га): контроль (без удобрений); традиционная технология (усредненные дозы удобрений  $N_{94}P_{40}K_{47}$  — в 2010 г.,  $N_{96}P_{37}K_{24}$  — в 2016 г.); дифференцированное применение удобрений (дозы устанавливали с учетом внутрипольной неоднородности плодородия почвы —  $N_{53-129}P_{26-48}K_{32-57}$  — в 2010 г. и  $N_{72-132}P_{29-54}K_{16-28}$  — в 2016 г.). Опыт заложен по принципу расщепленной делянки, где делянки 1-го порядка отведены под варианты с удобрениями, а делянки 2-го порядка (по 5 делянок в каждом повторении) — для определения варьирования внутрипочвенного плодородия и внесения удобрений. Установлено, в среднем по двум полям севооборота наибольшая урожайность яровой пшеницы получена в варианте с дифференцированным применением удобрений — 1,89 т/га, что на 29% выше, чем в контроле и на 14% выше, чем в варианте с усредненными дозами. Использование минеральных удобрений в сравнении с контролем повышало на 11-13% коэффициент продуктивной кустистости. По содержанию в зерне клейковины и сырого протеина преимущество имел вариант с дифференцированным применением удобрений. Этот же вариант оказался наиболее рентабельным (45,7%). При усредненных дозах эффективность возделывания яровой пшеницы снижалась на 25,3%.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, минеральные удобрения, дифференцированные дозы, усредненные дозы, урожайность, эффективность.

### Введение

В сельском хозяйстве на сегодня нет более эффективного и оперативного способа сохранения плодородия почв и повышения урожайности, чем внесение минеральных удобрений. В то же время эффективность их использования бывает не всегда высокой, что обусловлено не только недостаточной равномерностью внесения туков по площади поля, но и их применением без учета внутрипольной вариативности параметров исходного распределения элементов питания по отдельным участкам земельного массива. Это, в свою очередь, ведет к недобору урожая, ухудшению его качества, а в целом — к низкой окупаемости удобрений [1, 2, 3]. В решении данного вопроса актуальным является разработка технологических основ использования средств химизации на дифференцированной основе. Особенно это касается минеральных удобрений как одного из главных составляющих в системе точного земледелия [4]. Технологии на таком подходе значительно превосходят традиционные, базирующиеся на усредненных показателях о состоянии почвы и посевов [5, 6, 7]. Существенным дополнением к этому является все большая доступность использования спутниковой навигации и современных геоинформационных технологий (ГИС) в сельскохозяйственной практике, позволяющих повысить точность учета пространственной неоднородности показателей плодородия поля и выполнения технологических операций [8, 9]. Поэтому важно для повышения результативности сельскохозяйственного производства от внедрения системы точного земледелия в первую очередь адаптировать технологии к пространственной вариативности почвенных элементов питания и откорректировать нормативную базу применения

минеральных удобрений с учетом природно-климатических условий региона [10]. Поэтому проведение исследований в этом направлении является весьма актуальным и имеет определенный научно-практический интерес.

### Цель исследований

Целью проведения представленных исследований явилось изучение влияния дифференцированного применения минеральных удобрений на урожайность, качество зерна и эффективность возделывания яровой пшеницы в полевом севообороте.

### Методы и методология проведения исследований

Изучение эффективности применения минеральных удобрений по различным технологиям в посевах яровой пшеницы сорта Тулайковская 10 проводили в 2010 и в 2016 гг. в лесостепи Поволжья на опытном полигоне Мордовского НИИСХ — филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, заложенного в 2004 г., в двух полях полевого севооборота (чистый пар — озимая пшеница — яровая пшеница — яровая пшеница — суданская трава — яровой ячмень), развернутого во времени. Почва — чернозем выщелоченный среднемогучий среднетяжелосуглинистый. По уровню элементов питания растений она характеризовалась значительными изменениями, позволяющими охватить исследованиями широкий спектр почвенных условий и получить объективные результаты для условий лесостепи Поволжья по отзывчивости яровой пшеницы на внесение минеральных удобрений с учетом или без учета пространственной неоднородности почвенного плодородия. Содержание гумуса в пахотном слое составило

5,1-7,0%, нитратного и аммонийного азота — 5,9-12,8 мг/кг почвы, подвижных форм фосфора — 81,3-298,7 мг/кг почвы и обменного калия — 104,5-383,3 мг/кг почвы,  $pH_{\text{кон}}$  — 4,4-4,7. Рельеф участка ровный, без уклона.

Экспериментальный полигон, площадью 1 га, разделен на 45 отдельных секторов (по 15 в каждом варианте), размером по 220,7 м<sup>2</sup> (37,4 × 5,9). Размеры сектора (делянки, элементарного участка) скорректированы с учетом ширины захвата жатки комбайна. Повторность 3-кратная. Опыт заложен по принципу расщепленной делянки, где делянки 1-го порядка отведены под один из трех вариантов с удобрениями, а делянки 2-го (по 5 делянок в каждом повторении) — для определения вариативности почвенного плодородия и внесения удобрений. Схема опыта следующая:

1. Без удобрений (контроль).
2. Применение минеральных удобрений по традиционной технологии (усредненная доза — доза азота, фосфора и калия, рассчитанная на основе средневзвешенных агрохимических показателей почвы пяти делянок каждого повторения этого варианта).
3. Дифференцированное применение минеральных удобрений (доза азота, фосфора и калия с учетом агрохимических показателей почвы каждой делянки в трех повторениях этого варианта).

Стоит отметить, что закладка полевого опыта по изучению эффективности дифференцированного применения удобрений отличалась от традиционной, поскольку при внесении усредненной дозы исключалась вариативность показателей плодородия в пределах повторения. Соответственно при дифференцированном внесении удобрений, наоборот, учитывалась вну-



трипольная вариация элементов питания каждой делянки данного варианта. Для закладки опыта выбирался участок с генетически однородной почвой, но с разным уровнем агрохимических показателей, что достигалось использованием ранее завершеного полевого опыта с удобрениями. Наглядно схема опыта и места взятия образцов почвы на стационарном полигоне представлены на рисунке 1.

В среднем по двум полям полевого севооборота при возделывании яровой пшеницы в 2010 и 2016 гг. (плановая урожайность 3,0 т/га) усредненные дозы составили соответственно  $N_{94} P_{40} K_{47}$  и  $N_{96} P_{37} K_{24}$ , дифференцированные —  $N_{53-129} P_{26-48} K_{32-57}$  и  $N_{72-132} P_{16-28} K_{29-54}$ . Пшеницу в опыте высевали в первой пятidineвке мая обычным рядовым способом сеялкой СЗ-3,6 и нормой высева 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Удобрения вносили вручную под предпосевную культувацию.

Для отбора почвенных проб на определение агрохимических показателей почвы (рН, гумус, нитратный и аммонийный азот, подвижный фосфор  $P_2O_5$  и обменный калий  $K_2O$ ) использовали сеточный метод из центра ячейки, при котором размеры сетки соответствуют размеру делянок [11]. Пробы отбирали с глубины пахотного слоя (0-25 см), их анализ осуществляли в сертифицированной лаборатории Центра агрохимического обслуживания «Мордовский». Изучали каждую делянку полигона, результаты обрабатывали статистически методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985) с использованием компьютерных программ обработки данных. Контурные карта с распределением основных элементов питания и урожайности яровой пшеницы по делянкам полигона строились с использованием программы Surfer 7.0 (Golden Software Ins. Surfer 7.0 Help. Режим доступа: <http://www.goldensoftware.com/>; Мальцев К.А. Основы работы в программе Surfer 7.0. Казань: Изд-во КГУ, 2008. 24 с.). Экономическую оценку проводили по технологическим картам с использованием типовых норм в ценах 2020 г. с учетом качества зерна по клейковине и в соответствии с рекомендациями по определению экономического эффекта от использования результатов НИР и ОКР в агропромышленном комплексе [12].

Погодные условия в годы проведения исследований были типичными для лесостепи Поволжья, но не всегда благоприятными для роста и развития яровой пшеницы. 2010 г. по условиям увлажнения характеризовался острозасушливыми условиями, ГТК за период вегетации составил 0,2. В 2016 г. наблюдалась слабая степень засухи при ГТК — 0,7.

**Экспериментальная база, ход исследований**

В системе точного земледелия, в части дифференцированного внесения удобрений, важной составляющей при исследовании изменения агрохимических показателей экспериментального полигона является получение данных о содержании элементов питания каждого элементарного участка (делянки) с жесткой привязкой к месту отбора проб почвы, так как на основе этого составляется контурная почвенная карта. Наглядно это продемонстрировано на рисунках 2, 3 и 4, где показано распределение по делянкам опытного полигона нитратного и аммонийного азота, подвижного фосфора и обменного калия в среднем по двум полям полевого севооборота перед посевом яровой пшеницы.

Данные с почвенных карт свидетельствуют, что по содержанию указанных элементов питания

почва отдельных секторов опытного полигона относилась к разным классификационным категориям. По уровню азота почва характеризовалась от низкой до средней обеспеченности, по фосфору и калию — от средней до очень

высокой. Такая неоднородность по содержанию элементов питания позволила репрезентативно оценить различные варианты внесения минеральных удобрений и выявить их действие на урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

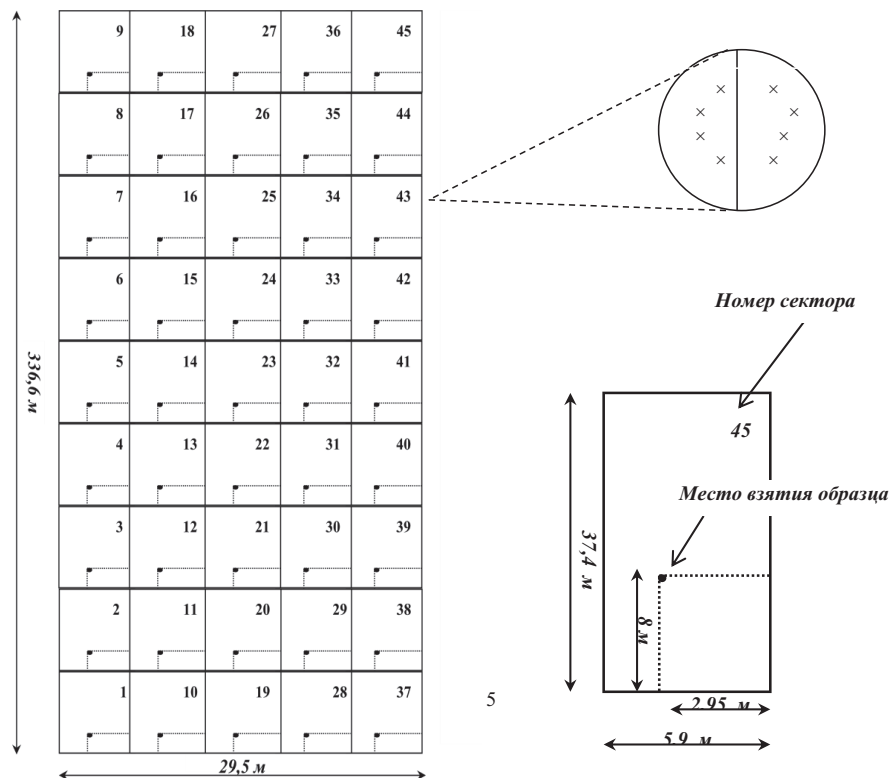


Рис. 1. Схема опыта и места взятия образцов почвы на опытном полигоне

Номера участков при внесении усредненных доз: I повторение — 1,10,19,28,37, II повторение — 4,13,22,31,40, III повторение — 7,16,25,34,43; в контроле: I повторение — 2,11,20,29,38, II повторение — 5,14,23,32,41, III повторение — 8,17,26,35,44; при дифференцированном внесении удобрений: I повторение — 3,12,21,30,39, II повторение — 6,15,24,33,42, III повторение — 9,18,27,36,45.

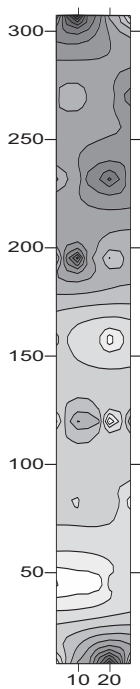


Рис. 2. Распределение нитратного и аммонийного азота на опытном полигоне (среднее по двум полям севооборота), мг/кг почвы

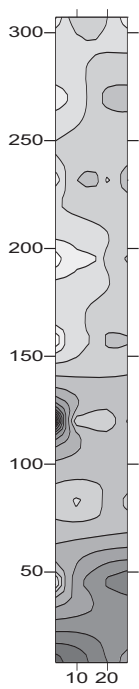


Рис. 3. Распределение подвижного фосфора  $P_2O_5$  на опытном полигоне (среднее по двум полям севооборота), мг/кг почвы

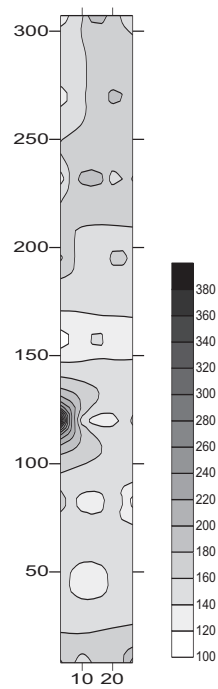


Рис. 4. Распределение обменного калия  $K_2O$  на опытном полигоне (среднее по двум полям севооборота), мг/кг почвы





С учетом варьирования агрохимических показателей в варианте с дифференцированными дозами наибольшее количество удобрений было внесено на участки полигона с меньшим содержанием подвижных элементов питания, а наименьшее — на делянки с очень высокой обеспеченностью показателями плодородия.

Применение минеральных удобрений по различным технологиям оказало неоднозначное дей-

ствие на урожайность яровой пшеницы (табл. 1). В среднем по двум полям полевого севооборота наибольший сбор зерна (1,89 т/га) был отмечен в варианте с дифференцированным применением удобрений. При внесении усредненной дозы урожайность в среднем по 15 делянкам была на 14%, а в контроле — на 29% меньше. Традиционное внесение удобрений повышало на 18% урожайность пшеницы относительно контроля.

Таблица 1

Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии применения минеральных удобрений (в среднем по двум полям севооборота)

Показатели	Варианты применения удобрений			НСР <sub>05</sub>
	без удобрений (контроль)	традиционная технология	дифференцированное внесение	
Урожайность зерна, т/га	1,35	1,64	1,89	0,21
Масса 1000 зерен, г	34,5	35,2	35,7	0,6
Коэффициент продуктивной кустистости	1,60	1,79	1,81	0,18
Высота растений, м	0,53	0,67	0,73	0,08
Длина колоса, см	5,91	6,42	6,90	0,40
Клейковина, %	23,0	26,5	28,2	1,30
Сырой протеин, %	11,43	12,92	13,81	0,50

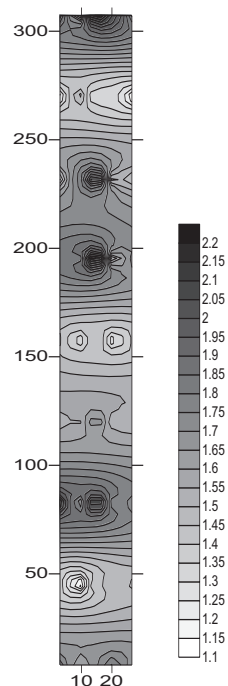


Рис. 5. Карта урожайности яровой пшеницы на опытном полигоне (среднее по двум полям севооборота), т/га

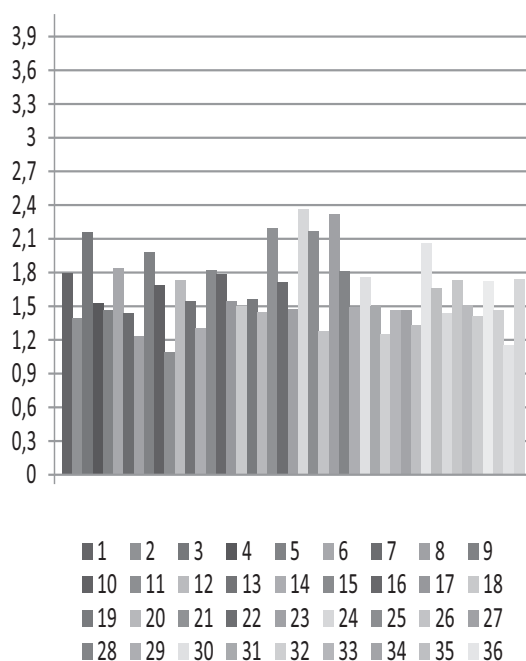


Рис. 6. Урожайность яровой пшеницы по участкам опытного полигона (среднее по двум полям севооборота), т/га

Таблица 2

Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от технологии применения минеральных удобрений (в среднем по двум полям севооборота)

Показатели	Варианты применения удобрений		
	без удобрений (контроль)	традиционная технология	дифференцированное внесение
Урожайность, т/га	1,35	1,64	1,89
Цена реализации 1 т зерна, руб.	12000	12800	13200
Стоимость валового сбора зерна, руб.	16200	20992	24948
Производственные затраты на возделывание культуры, руб./га	12517	17430	17120
Чистый доход в расчете на 1 га, руб.	3683	3562	7828
Рентабельность производства, %	29,4	20,4	45,7

Погодные условия также оказали существенное влияние на урожайность яровой пшеницы. Стоит особо отметить экстремально засушливые условия 2010 г., когда минимальный сбор зерна составил 0,7 т/га, а максимальный не превысил 1,5 т/га. Поэтому в среднем за 2 года показатели урожайности в вариантах с удобрениями не достигли планового значения 3 т/га.

Урожайность яровой пшеницы зависела не только от дозы удобрения, но и от вариabельности распределения элементов питания по делянкам опытного полигона. Все это привело к значительной неоднородности урожая культуры как по сбору зерна, так и по его качеству (рис. 5, 6).

Анализ величины урожайности яровой пшеницы по делянкам опытного полигона показал, что размах варьирования по данному показателю составил 1,27 т/га при средней величине коэффициента вариации ( $V=18,5\%$ ). В контроле размах варьирования составил 0,45 т/га при наибольшем среди всех вариантов опыта коэффициенте вариации ( $V=23,3\%$ ). В варианте с традиционной технологией применения удобрений размах варьирования составил 0,71 т/га при значительном коэффициенте вариации ( $V=21,7\%$ ). Среднее значение коэффициента вариации оказалось в варианте с дифференцированным внесением удобрений ( $V=19,1\%$ ) при размахе варьирования 0,63 т/га.

Применение удобрений положительно влияло на увеличение массы 1000 зерен, коэффициента продуктивной кустистости, высоты растений и длины колоса. По качеству зерна яровой пшеницы достоверное преимущество было у варианта с дифференцированным применением удобрений. Так, по уровню клейковины зерно этого варианта соответствовало первому классу, в контроле — четвертому, а в варианте с усредненной дозой — второму.

Расчет экономической эффективности возделывания яровой пшеницы с учетом качества зерна представлен в таблице 2. Ее анализ показал, что рентабельнее всех оказалось возделывание злаковой культуры в варианте с дифференцированным внесением удобрений. В контроле значение экономической эффективности понизилось на 15,6%, а в варианте с усредненной дозой — на 25,3%.

### Область применения результатов

Полученные результаты представляют собой технологическую основу для внедрения в условиях лесостепи Поволжья дифференцированного применения минеральных удобрений в посевах яровой пшеницы.

### Выводы

Продуктивность яровой пшеницы изменялась как от дозы внесения минеральных удобрений, так и от вариabельности почвенного плодородия. В среднем по двум полям полевого севооборота наибольшая урожайность (1,89 т/га) пшеницы сорта Тулайковская 10 отмечена в варианте с дифференцированным применением удобрений, она была выше на 29%, чем в контроле и на 14%, чем в варианте с традиционным внесением удобрений. По содержанию клейковины и сырого протеина в зерне пшеницы преимущество также наблюдалось при дифференцированном внесении удобрений. Здесь же был обеспечен наибольший уровень рентабельности производства (45,7%). При традиционном внесении удобрений эффективность возделывания яровой пшеницы снижалась на 25,3%.



**Литература**

1. Афанасьев Р.А. Закономерности внутривариационности показателей плодородия почвы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 24-27. doi: 10.15688/jvolsu11.2015.1.4

2. Марченко Л.А., Личман Г.И., Смирнов И.Г. и др. Дифференцированное внесение удобрений и пестицидов с использованием беспилотных летательных аппаратов // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 3. С. 17-23. doi: 10.22314/2073-7599-2017-3-17-23

3. Артемьев А.А., Гурьянов А.М. Эффективность возделывания озимой пшеницы при дифференцированном использовании минеральных удобрений // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 4. С. 5-10. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10405

4. Любич В.А., Попов С.В., Бакиров Ф.Г. и др. Дифференцированное внесение удобрений в системе точного земледелия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1. С. 73-75. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17738030>

5. Еремин Д.И., Кибук Ю.П. Дифференцированное внесение удобрений как инновационный подход в системе точного земледелия // Вестник КрасГАУ. 2017. № 8. С. 17-26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29875923>

6. Khitrov, N.B., Rukhovich, D.I., Koroleva, P.V., et al. (2019). A study of the responsiveness of crops to fertilizers by zones of stable intra-field heterogeneity based on big satellite data analysis. *Archives of Agronomy and Soil Science*, no. 12. Published online. doi: 10.1080/03650340.2019.1703957

7. Monzon, J.P., Calviño, P.A., Sadras, V.O., et al. (2018). Precision agriculture based on crop physiological principles improves whole-farm yield and profit: A case study. *European Journal of Agronomy*, vol. 99, pp. 62-71. doi: 10.1016/j.eja.2018.06.011

8. Farid, H., Bakhsh, A., Ahmad, N., et al. (2016). Delineating site-specific management zones for precision agriculture. *Journal of Agricultural Science*, vol. 154 (2), pp. 273-286. doi: 10.1017/S0021859615000143

9. Бойцова Л.В. Точная система удобрения в различных ландшафтно-экологических условиях // Плодородие. 2012. № 5 (68). С. 4-5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18042696>

10. Артемьев А.А., Гурьянов А.М. Изменение агрохимических показателей чернозема выщелоченного под влиянием дифференцированного применения минеральных удобрений // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 2. С. 144-152. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152

11. Сычев В.Г., Афанасьев Р.А., Личман Г.И. и др. Методика отбора почвенных проб по элементарным участкам поля в целях дифференцированного применения удобрений. М.: ВНИИА, 2007. 36 с.

12. Полунин Г.А., Гарист А.В., Князева Р.И. Методические рекомендации по определению экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе. М.: АНО «НИЦПО», 2007. 32 с.

**Об авторах:**

**Артемьев Андрей Александрович**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8759-8070>, [artemjevaa@yandex.ru](mailto:artemjevaa@yandex.ru)  
**Гурьянов Александр Михайлович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2642-1498>, [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru)

**CULTIVATION OF SPRING WHEAT WITH VARIOUS TECHNOLOGIES OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS**

**A.A. Artemjev, A.M. Guryanov**

Mordovia Research Agriculatural Institute — branch of Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Saransk, Russia

Studies on the differentiated use of mineral fertilizers in comparison with traditional technology in spring wheat crops of the Tulaykovskaya 10 variety were conducted in 2010 and 2016 in two fields of field crop rotation developed in time (pure steam — winter wheat — spring wheat — spring wheat — Sudan grass — spring barley) on leached heavy loam chernozem (humus — 5.1-7.0%, nitrate and ammonium nitrogen — 5.9-12.8 mg/kg of soil, mobile phosphorus — 81.3-298.7 mg/kg of soil and the exchange rate of potassium — 104.5-383.3 mg/kg of soil) in the conditions of the forest-steppe of the Volga region. The scheme of the experiment provided for the study of 3 options with fertilizers (planned wheat yield of 3.0 t/ha): control (without fertilizers) traditional technology (average doses of fertilizers N<sub>53-129</sub> P<sub>26-48</sub> K<sub>32-57</sub> — in 2010 and N<sub>94</sub> P<sub>40</sub> K<sub>47</sub> — in 2016); differentiated application of fertilizers (doses were set taking into account the intra-field heterogeneity of soil fertility — N<sub>53-129</sub> P<sub>26-48</sub> K<sub>32-57</sub> and N<sub>72-132</sub> P<sub>29-54</sub> K<sub>16-28</sub> — in 2016). The experiment is based on the principle of a split plot, where plots of the 1st order are allocated for options with fertilizers, and plots of the 2nd (5 plots in each repetition) — to determine the variation of intra-soil fertility and fertilizer application. It was found that, on average, for two crop rotation fields, the highest yield of spring wheat was obtained in the variant with differentiated application of fertilizers — 1.89 t/ha, which is 29% higher than in the control and 14% higher than in the variant with average doses. The use of mineral fertilizers in comparison with the control increased the coefficient of productive bushiness by 11-13%. According to the content of gluten and crude protein in the grain, the variant with differentiated application of fertilizers had an advantage. This option was the most cost-effective (45.7%). At the average doses, the efficiency of spring wheat cultivation decreased by 25.3%.

**Keywords:** spring wheat, mineral fertilizers, differentiated doses, average doses, yield, efficiency.

**References**

1. Afanas'ev, R.A. (2012). Zakonomernosti vnutripol'noi variabelfnosti pokazatelei plodorodiya pochvy [Regularities of intra-field variability of soil fertility indicators]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian academy of agricultural sciences], no. 1, pp. 24-27. doi: 10.15688/jvolsu11.2015.1.4

2. Marchenko, L.A., Lichman, G.I., Smirnov, I.G. i dr. (2017). Differentsirovannoe vnesenie udobrenii i pestitsidov s ispol'zovaniem bespilotnykh letatel'nykh apparatov [Variable rate application of fertilizers and pesticides using unmanned aerial vehicles]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural machinery and technologies], no. 3, pp. 17-23. doi: 10.22314/2073-7599-2017-3-17-23

3. Artem'ev, A.A., Gur'yanov, A.M. (2020). Effektivnost' vozdel'yvaniya ozimoi pshenitsy pri differentsirovannom ispol'zovanii mineral'nykh udobrenii [Efficiency of winter wheat cultivation with the differentiated application of mineral fertilizers]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 34, no. 4, pp. 5-10. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10405

4. Lyubich, V.A., Popov, S.V., Bakirov, F.G. i dr. (2012). Differentsirovannoe vnesenie udobrenii v sisteme tochnogo zemledeliya [Differentiated application of fertilizers in the system of precision agriculture]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg state agrarian university], no. 1, pp. 73-75. Available at: [elibrary.ru/item.asp?id=17738030](http://www.elibrary.ru/item.asp?id=17738030)

5. Eremin, D.I., Kibuk, Yu.P. (2017). Differentsirovannoe vnesenie udobrenii kak innovatsionnyy podkhod v sisteme tochnogo zemledeliya [Differentiated application of fertilizers as an innovative approach in the system of exact agriculture] *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 8, pp. 17-26. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29875923>

6. Khitrov, N.B., Rukhovich, D.I., Koroleva, P.V., et al. (2019). A study of the responsiveness of crops to fertilizers by zones of stable intra-field heterogeneity based on big satellite data analysis. *Archives of Agronomy and Soil Science*, no. 12. Published online. doi: 10.1080/03650340.2019.1703957

7. Monzon, J.P., Calviño, P.A., Sadras, V.O., et al. (2018). Precision agriculture based on crop physiological principles improves whole-farm yield and profit: A case study. *European Journal of Agronomy*, vol. 99, pp. 62-71. doi: 10.1016/j.eja.2018.06.011

8. Farid, H., Bakhsh, A., Ahmad, N., et al. (2016). Delineating site-specific management zones for precision agriculture. *Journal of Agricultural Science*, vol. 154 (2), pp. 273-286. doi: 10.1017/S0021859615000143

9. Boitsova, L.V. (2012). Tochnaya sistema udobreniya v razlichnykh landshaftno-ekologicheskikh usloviyakh [Exact system of fertilizer in different landscape-ecological conditions] *Plodorodie* [Fertility], no. 5 (68), pp. 4-5. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18042696>

10. Artem'ev, A.A., Gur'yanov, A.M. (2019). Izmeneniye agrokhimicheskikh pokazatelei chernozema vyshchelochennogo pod vliyaniem differentsirovannogo primeneniya mineral'nykh udobrenii [Changes in agrochemical parameters of leached chernozem under the influence of differentiated use of minerals]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], vol. 20, no. 2, pp. 144-152. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152

11. Sychev, V.G., Afanas'ev, R.A., Lichman, G.I. i dr. (2007). *Metodika otbora pochvennykh prob po ehlementarnym uchastkam polya v tselyakh differentsirovannogo primeneniya udobrenii* [Methods of soil sampling in elementary areas of the field for the purpose of differentiated application of fertilizers]. Moscow, VNIIA, 36 p.

12. Polunin, G.A., Garist, A.V., Knyazeva, R.I. (2007). *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu ehkonomicheskogo effekta ot ispol'zovaniya rezul'tatov nauchno-issledovatel'skikh i opytно-konstruktorskikh rabot v agropromyshlennom komplekse* [Methodological recommendations for determining the economic effect of using the results of research and development work in the agro-industrial complex]. Moscow, 32 p.

10. Artem'ev, A.A., Gur'yanov, A.M. (2019). Izmeneniye agrokhimicheskikh pokazatelei chernozema vyshchelochennogo pod vliyaniem differentsirovannogo primeneniya mineral'nykh udobrenii [Changes in agrochemical parameters of leached chernozem under the influence of differentiated use of minerals]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], vol. 20, no. 2, pp. 144-152. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152

11. Sychev, V.G., Afanas'ev, R.A., Lichman, G.I. i dr. (2007). *Metodika otbora pochvennykh prob po ehlementarnym uchastkam polya v tselyakh differentsirovannogo primeneniya udobrenii* [Methods of soil sampling in elementary areas of the field for the purpose of differentiated application of fertilizers]. Moscow, VNIIA, 36 p.

12. Polunin, G.A., Garist, A.V., Knyazeva, R.I. (2007). *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu ehkonomicheskogo effekta ot ispol'zovaniya rezul'tatov nauchno-issledovatel'skikh i opytно-konstruktorskikh rabot v agropromyshlennom komplekse* [Methodological recommendations for determining the economic effect of using the results of research and development work in the agro-industrial complex]. Moscow, 32 p.

10. Artem'ev, A.A., Gur'yanov, A.M. (2019). Izmeneniye agrokhimicheskikh pokazatelei chernozema vyshchelochennogo pod vliyaniem differentsirovannogo primeneniya mineral'nykh udobrenii [Changes in agrochemical parameters of leached chernozem under the influence of differentiated use of minerals]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], vol. 20, no. 2, pp. 144-152. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152

11. Sychev, V.G., Afanas'ev, R.A., Lichman, G.I. i dr. (2007). *Metodika otbora pochvennykh prob po ehlementarnym uchastkam polya v tselyakh differentsirovannogo primeneniya udobrenii* [Methods of soil sampling in elementary areas of the field for the purpose of differentiated application of fertilizers]. Moscow, VNIIA, 36 p.

12. Polunin, G.A., Garist, A.V., Knyazeva, R.I. (2007). *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu ehkonomicheskogo effekta ot ispol'zovaniya rezul'tatov nauchno-issledovatel'skikh i opytно-konstruktorskikh rabot v agropromyshlennom komplekse* [Methodological recommendations for determining the economic effect of using the results of research and development work in the agro-industrial complex]. Moscow, 32 p.

**About the authors:**

**Andrey A. Artemjev**, doctor of agricultural sciences, associate professor, leading researcher, deputy director of scientific research, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8759-8070>, [artemjevaa@yandex.ru](mailto:artemjevaa@yandex.ru)  
**Alexander M. Guryanov**, doctor of agricultural sciences, professor, director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2642-1498>, [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru)

[artemjevaa@yandex.ru](mailto:artemjevaa@yandex.ru)



## ВЛИЯНИЕ ЛЮЦЕРНЫ НА ПЛОДОРОДИЕ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Х.И. Максимова

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», г. Якутск, Россия

В статье представлены данные по изучению влияния многолетних трав на плодородие мерзлотных почв. Уровень естественного плодородия мерзлотных почв не позволяет, чтобы в максимальной степени использовать поступающую солнечную энергию. В условиях Центральной Якутии мерзлотные почвы бедны по минеральному азоту, содержание подвижного фосфора отмечается как среднее, обменного калия — высокое, за исключением супесчаных почв. При экологической агротехнологии, на основе адаптивно-ландшафтных принципов, возможно сохранение и восполнение плодородия мерзлотных почв в кормовом севообороте. Экспериментальные работы проводились в 1996-1999 гг. на научно-производственном стационаре «Илгэлээх» ОПХ «Покровское», в 2015-2018 гг. на участке «Мойдох» Хангаласского улуса. Почва опытного участка «Илгэлээх» лугово-черноземная слабосолончаковая. Агротехнические показатели следующие: реакция щелочная — рН солевая — 7,7-8,3; содержание гумуса — 5,4%, содержание подвижных форм азота среднее:  $N_{\text{нитр}}$  — 0,89; фосфора — среднее:  $P_2O_5$  — 13,3; калия — высокое:  $K_2O$  — 19,2 мг/100 г почвы. В 2015-2018 гг. на орошаемом участке «Мойдох» агрофирмы «Немюго» на второй надпойменной террасе р. Лена. Почва опытного участка мерзлотная лугово-черноземная солонцеватая: реакция среды щелочная рН солевая — 7,33-7,52; содержание гумуса в пахотном горизонте 2,93 — 2,91%, содержание подвижных форм азота  $N_{\text{нитр}}$  — 0,13-0,16 мг/100 г; фосфора  $P_2O_5$  — 18,23-18,53 мг/100 г; калия  $K_2O$  — 27,85-28,03 мг/100г. Изучались варианты минерального удобрения в севообороте 1 — Контроль (без удобрений);  $N_{235}P_{60}$  (расчетная доза); Органо-минеральное удобрение — навоз  $_{60т/га} + (NPK)_{60}$ ; в севообороте 2 — Контроль;  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ;  $N_{160}P_{60}K_{60}$  (расчетная доза). Лабораторные исследования выполнялись на базе лаборатории биохимии и массовых анализов с использованием спектрального анализатора NIR SCANNER то LCE 4250. Схема опытов: Севооборот 1 — Овес+ горох; рапс-озимая рожь; озимая рожь-донник; донник 2 года-рапс яровой; Люцерна + пырейник изменчивый (выводное поле). Севооборот 2 — Овес-озимая рожь; озимая рожь-овес; викоовсяная смесь; просо; люцерна+пырейник сибирский. Установлено, что внесение органо-минерального удобрения компенсирует потери органического вещества. В севообороте 1 содержание органического вещества увеличилось на 1,18%. Включение в звеньях севооборотов многолетних трав положительно влияет на восстановление плодородия почвы, что подтверждается увеличением содержания органического вещества мерзлотных почв на контрольных вариантах — в севообороте 1 на 0,67% и в севообороте 2 на 0,15%.

**Ключевые слова:** урожайность, плодородие, засоленные почвы, гумус выводное поле, люцерна, пырейник, кормовые культуры, кормовой севооборот, адаптивно-ландшафтное земледелие.

### Введение

Земледелие в Якутии возможно благодаря проявлению необычных природных феноменов — вечной мерзлоты и континентального климата. Водонепроницаемый сплошной слой вечномерзлых пород не пропускает вглубь влагу атмосферных осадков, аккумулирует ее в деятельном слое, обеспечивая растений водой. Континентальный климат проявляется коротким, но жарким летом, тепла которого достаточно, чтобы могли пройти цикл роста и развития многолетние и однолетние растения с коротким вегетационным периодом.

Уровень естественного плодородия мерзлотных почв не позволяет, чтобы в максимальной степени использовать поступающую солнечную энергию. В почвах содержание питательных элементов по минеральному азоту мало, подвижному фосфору среднее и достаточен запас обменного калия, за исключением супесчаных почв.

В Центральной Якутии много тепловых ресурсов для возделывания скороспелых и среднеспелых культур, но недостаток солнечной энергии устанавливает верхний предел урожайности кормовых культур. При этом уровень естественного плодородия мерзлотных почв Центральной Якутии обеспечивает урожайность сена от 10-22 ц/га в зависимости от атмосферных осадков вегетационного периода, что превосходит при использовании ФАР на 0,5% [1, 2, 3]. Однако, урожай сена могут достигать до 100 ц/га при увеличении использования ФАР до

3,0% и оптимизации водного режима на орошаемых землях, а также при повышении естественного уровня плодородия почв путем внесения удобрений и использовании экологической агротехнологии, разработанной на основе адаптивно-ландшафтных принципов. В этих условиях влияние многолетних кормовых культур в сохранении и восполнении плодородия мерзлотных почв в кормовом севообороте актуально.

### Методика проведения исследований

Экспериментальные работы проводились в 1996-1999 гг. на научно-производственном стационаре «Илгэлээх» ОПХ «Покровское», в 2015-2018 гг. на участке «Мойдох» Хангаласского улуса.

Почва опытного участка «Илгэлээх» лугово-черноземная слабосолончаковая. Тип засоления хлоридно-сульфатный с отношением  $Cl_2/SO_4$  почвы: 0,-40 см — 0,76; 40-60 см — 0,71; 60-80 см — 0,67; 80-100 см — 1,15 мг-экв/100 г почвы. Солончаковатость почвы определена по градации Л.Г. Еловской [4]. Агротехнические показатели следующие: реакция щелочная — рН солевая — 7,7-8,3; содержание гумуса (по Тюрину) — 5,4%, содержание подвижных форм азота — среднее:  $N_{\text{нитр}}$  — 0,89 (метод Грандваль-Ляжу); подвижных форм фосфора — среднее:  $P_2O_5$  — 13,3; калия (метод Эгнера-Рима) — высокое:  $K_2O$  — 19,2 мг/100 г почвы.

В 2015-2018 гг. экспериментальные работы проводились на орошаемом участке «Мойдох»

агрофирмы «Немюго» на второй надпойменной террасе р. Лена. Почва опытного участка мерзлотная лугово-черноземная солонцеватая [5]: реакция среды щелочная рН солевая — 7,33-7,52; содержание гумуса в пахотном горизонте 2,93-2,91%, содержание подвижных форм азота  $N_{\text{нитр}}$  — 0,13-0,16 мг/100 г; подвижных форм фосфора  $P_2O_5$  — 18,23-18,53 мг/100 г; калия  $K_2O$  — 27,85-28,03 мг/100г. Агротехника кормовых культур (сроки посева, норма высева, обработка почвы и др.) проводилась по рекомендациям ЯНИИСХ для кормовых культур [6, 7].

Из минеральных удобрений использовались мочевины (46% д.в.), двойной суперфосфат (46% д.в.) и хлористый калий (60% д.в.). Из органических удобрений использовали навоз и вносили в начале ротации с расчетом 60 т/га. Содержание доступного азота в перепревшем навозе 60 т-240, фосфора — 96, калия — 114 кг. Площадь учетной делянки 90 м<sup>2</sup>, площадь делянок по вариантам удобрений — 30 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов рендомизированное, повторность трехкратная. Общая площадь под опытом 1 га.

Поливы проводились ДДН — 70 и КИ-5 при снижении наименьшей влагоемкости почвы ниже 60%.

Исследования проведены по методике Доспехова Б.Н., ВНИИ кормов [8,9]. Лабораторные исследования выполнялись на базе лаборатории биохимии и массовых анализов с использованием спектрального анализатора NIR SCANNER то LCE 4250.





Схема опытов: Севооборот 1 – Овес+ горох; рапс-озимая рожь; озимая рожь-донник; донник 2 года-рапс яровой; Люцерна + пырейник изменчивый (выводное поле).

Севооборот 2 — Овес-озимая рожь; озимая рожь-овес; викоовсяная смесь; просо; люцерна + пырейник сибирский (выводное поле).

С целью определения эффективности минеральных и органических удобрений на урожайность кормовых культур севооборота нами изучались следующие варианты удобрений: севооборот 1 — 1. Контроль (без удобрений); 2.  $N_{235}P_{60}$ ; (расчетная доза); 3.Органо-минеральное удобрение-навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$ . Севооборот

2 — 1. Контроль; 2.  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; 3.  $N_{160}P_{60}K_{60}$  (расчетная доза). Посев кормовых культур первого срока посева проводится 1-15 июня, овса второго срока — 10-15 июля, озимой ржи — 10-20 августа на глубину 4-5 см с последующим прикапыванием кольчатым катком. Норма высева люцерны — 10 кг/га, пырейника — 8 кг/га.

Таблица 1

Урожайность кормовых культур в севообороте 1 (среднее за ротацию)

№ полей	Культура	Вариант удобрений	Зеленая масса, т/га	Отклонение от контроля		Сухая масса, т/га	Отклонение от контроля	
				т/га	%		т/га	%
1.	Овес+ горох	Контроль	16,9	-	-	4,22	-	-
		$N_{235}P_{60}$	21,8	4,9	28,9	5,45	1,23	29,1
		Навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$	24,0	7,1	42,0	6,00	1,78	42,2
2.	Рапс, озимая рожь	Контроль	18,6	-	-	2,41	-	-
		$N_{235}P_{60}$	24,3	4,2	30,6	3,16	0,75	31,1
		Навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$	29,9	8,9	60,7	3,89	1,48	61,4
3.	Озимая рожь, донник	Контроль	10,5	-	-	3,36	-	-
		$N_{235}P_{60}$	13,6	3,1	29,5	4,35	0,99	29,4
		Навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$	14,2	3,7	35,2	4,54	1,18	35,1
4.	Донник,	Контроль	13,3	-	-	3,19	-	-
		$N_{235}P_{60}$	16,9	3,6	27,0	4,06	0,87	27,2
		Навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$	22,9	9,6	72,1	5,50	2,31	72,4
	рапс	Контроль	12,7	-	-	1,65	-	-
		$N_{235}P_{60}$	15,6	2,9	22,8	2,03	0,38	23,0
		Навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$	17,0	4,3	33,8	2,21	0,56	33,9
5.	Люцер-на+пырейник изм.	Контроль	12,8	-	-	3,58	-	-
		$N_{235}P_{60}$	14,5	1,7	13,2	4,06	0,48	13,4
		Навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$	15,7	2,9	22,6	4,39	0,82	22,6
По севообороту	Контроль	16,9	-	-	3,68	-	-	
	$N_{235}P_{60}$	21,3	4,0	26,0	4,62	0,94	25,5	
	Навоз $_{60т/га}+(NPK)_{60}$	24,7	7,3	46,1	5,30	1,62	44,0	
НСР $_{05}$			1,2-7,7			0,86-1,49		

Таблица 2

Урожайность кормовых культур в севообороте 2 (среднее за ротацию)

№ полей	Культура	Вариант удобрений	Зеленая масса, т/га	Отклонение от контроля		Сухая масса, т/га	Отклонение от контроля	
				т/га	%		т/га	%
1.	Овес 1 срока, озимая рожь	Контроль	7,4	-	-	1,85	-	-
		(NPK) $_{60}$	8,6	1,2	16,2	2,15	0,30	16,2
		(NPK) $_{160}$	10,2	2,8	37,8	2,55	0,70	37,8
2.	Озимая рожь	Контроль	5,5	-	-	1,76	-	-
		(NPK) $_{60}$	7,2	1,7	30,9	2,30	0,54	30,6
		(NPK) $_{160}$	8,1	2,6	47,2	2,59	0,83	47,1
3.	Овес 2 срока	Контроль	5,3	-	-	1,32	-	-
		(NPK) $_{60}$	10,8	5,5	103,7	2,70	1,38	104,5
		(NPK) $_{160}$	12,4	7,1	133,9	3,10	1,78	134,8
4.	Викоовсяная смесь	Контроль	13,7	-	-	3,42	-	-
		(NPK) $_{60}$	17,6	3,9	28,5	4,40	0,98	28,6
		(NPK) $_{160}$	18,6	4,9	35,7	4,65	1,23	35,9
	Просо	Контроль	12,8	-	-	3,20	-	-
		(NPK) $_{60}$	16,3	3,5	27,3	4,07	0,87	27,1
		(NPK) $_{160}$	19,5	6,7	52,3	4,87	1,67	52,1
5.	Люцерна + пырейник сибирский	Контроль	8,0	-	-	2,24	-	-
		(NPK) $_{60}$	9,2	1,2	15,0	2,57	0,33	14,7
		(NPK) $_{160}$	11,0	3,0	37,5	3,08	0,84	37,5
По севообороту	Контроль	10,9	-	-	2,75	-	-	
	(NPK) $_{60}$	13,8	2,9	26,6	3,63	0,88	32,0	
	(NPK) $_{160}$	15,6	4,7	43,1	4,17	1,42	51,6	
НСР $_{05}$			1,03-2,90			0,77-1,34		





Посев люцерны и пырейника проводился с междурядьем 30 см.

### Результаты исследований

Схемы кормовых севооборотов составлены по принципу повышения продуктивности кормовых культур с 1 га севооборотной площади с сохранением и восполнением плодородия мерзлотных почв в агроландшафтной системе земледелия [10].

Годы исследований 1996-1999 гг. были благоприятными для роста и развития кормовых культур за исключением 1997 и 1998 г. ГТК вегетационных периодов составляли: 1996 г. — 1,29;

1997 г. — 0,66; 1998 г. — 0,30; 1999 г. — 1,19 (среднегодовой показатель ГТК — 0,90).

2015-2018 гг. существенно отличались по годам, 2015 г. был засушливым — ГТК вегетационного периода составил 0,51. Метеоусловия 2016 и 2018 гг. были близки к среднегодовым показателям. 2017 г. отмечался крайне неблагоприятным, в период всходы — кущение (со второй декады июня по первой декаде июля) осадки отмечались 2,9 мм, против 46 мм по среднегодовой норме (ГТК — 0,20).

По данным урожайности кормовых культур в севообороте 1, прибавка урожая от внесения навоз<sub>60т/га</sub> + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> составляет у кормовых культур

2,9-9,6 т/га зеленой массы и 0,82-2,31 т/га сухой массы или 37,1% и 37,6-72,4% соответственно по отношению к контрольному варианту. Выводное поле люцерны+пырейник обеспечило от 12,8 до 15,7 т/га зеленой массы и 3,58-4,39 т/га сухой массы, в целом по севообороту урожайность зеленой массы составила 19,6-24,7 т/га зеленой массы (табл.1).

В севообороте 2 за ротацию кормовые культуры обеспечили от 10,9 до 15,6 т/га зеленой массы, прибавка составила 2,9-4,7 т/га (26,6-43,1%). Сухая масса по севообороту составляет 2,75-4,17 т/га, при этом прибавка — 0,88-1,42 т/га или 32,0-51,6% (табл. 2).

Таблица 3

Содержание органического вещества и питательных основных веществ в пахотном горизонте в севообороте 1

Культура	Вариант удобрений	Органическое вещество, %		Содержание питательных веществ мг/100 г					
		1996 осень нач.1 ротац.	1999 Осень кон.1 ротац.	1996 г.			1999 г.		
				N <sub>нитр.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sub>нитр.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Овес+ горох	Контроль	4,59	5,82	0,9	13,7	15,0	1,2	10,1	14,9
	N <sub>235</sub> P <sub>60</sub>	6,05	7,03	0,9	15,2	18,0	2,3	7,2	12,7
	Навоз <sub>60т/га</sub> +(NPK) <sub>60</sub>	5,53	5,74	1,2	17,0	30,2	2,4	11,9	16,2
Рапс, озимая рожь	Контроль	5,84	5,68	1,5	12,2	15,0	1,3	9,5	15,8
	N <sub>235</sub> P <sub>60</sub>	6,36	5,64	2,7	15,8	15,0	3,0	6,6	17,5
	Навоз <sub>60т/га</sub> +(NPK) <sub>60</sub>	6,44	6,99	2,2	15,5	20,0	2,5	11,3	19,7
Озимая рожь, донник	Контроль	5,37	5,82	0,7	15,0	12,2	1,6	9,4	17,9
	N <sub>235</sub> P <sub>60</sub>	5,37	6,28	0,3	31,5	18,5	4,1	15,8	20,2
	Навоз <sub>60т/га</sub> +(NPK) <sub>60</sub>	6,53	7,02	0,2	15,2	16,2	2,4	9,4	19,2
Донник, рапс	Контроль	5,01	6,43	0,2	12,0	18,5	0,6	10,0	17,9
	N <sub>235</sub> P <sub>60</sub>	5,32	6,28	0,8	14,2	18,5	1,9	11,7	17,9
	Навоз <sub>60т/га</sub> +(NPK) <sub>60</sub>	6,53	6,78	0,9	14,0	26,0	0,6	10,5	18,9
Люцерна + пырейник изменчивый	Контроль	5,90	6,33	0,5	10,2	15,0	0,6	11,2	16,4
	N <sub>235</sub> P <sub>60</sub>	6,32	6,38	0,7	12,5	24,7	1,7	21,1	22,1
	Навоз <sub>60т/га</sub> +(NPK) <sub>60</sub>	6,11	6,38	0,6	15,2	24,7	1,2	17,2	16,4
По севообороту	Контроль	5,34	6,01	0,7	12,6	15,1	1,0	10,0	16,5
	N <sub>235</sub> P <sub>60</sub>	5,88	6,32	1,0	17,8	18,9	2,6	12,4	18,0
	Навоз <sub>60т/га</sub> +(NPK) <sub>60</sub>	6,22	6,58	1,0	15,3	23,4	1,8	12,0	18,0

Таблица 4

Содержание гумуса и питательных основных веществ в пахотном горизонте в севообороте 2

Культура	Вариант удобрений	Гумус, %		Содержание питательных веществ, мг/100 г					
		2015 г.	2018г.	2015 г.			2018 г.		
				N <sub>нитр.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sub>нитр.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Овес 1 срока	Контроль	2,77	2,64	0,17	13,9	23,5	0,17	14,7	27,4
	(NPK) <sub>60</sub>	2,90	2,78	0,18	14,6	24,6	0,18	14,5	26,8
	(NPK) <sub>160</sub>	2,87	2,71	0,18	15,3	25,8	0,18	15,2	27,0
Озимая рожь+ овес 2 срока	Контроль	2,58	2,84	0,18	13,6	28,1	0,17	15,2	27,2
	(NPK) <sub>60</sub>	2,60	2,88	0,18	13,9	27,9	0,18	15,0	27,4
	(NPK) <sub>160</sub>	2,59	2,85	0,19	13,8	27,7	0,17	14,2	26,6
Викоовсяная смесь	Контроль	2,66	2,85	0,17	14,5	27,5	0,17	14,7	27,0
	(NPK) <sub>60</sub>	2,69	2,88	0,18	15,4	27,5	0,17	15,4	27,1
	(NPK) <sub>160</sub>	2,68	2,85	0,18	15,2	27,9	0,17	15,1	26,9
Просо	Контроль	2,58	2,81	0,18	13,4	27,7	0,18	14,5	27,1
	(NPK) <sub>60</sub>	2,56	2,84	0,18	13,0	27,5	0,18	15,2	27,5
	(NPK) <sub>160</sub>	2,52	2,82	0,18	13,9	27,6	0,18	15,8	26,7
Люцерна + пырейник	Контроль	2,60	2,83	0,20	13,7	24,7	0,18	14,2	27,2
	(NPK) <sub>60</sub>	2,83	2,83	0,25	13,9	25,4	0,18	13,7	26,7
	(NPK) <sub>160</sub>	2,87	2,83	0,20	14,0	26,1	0,19	14,3	25,9
По севообороту	Контроль	2,64	2,79	0,18	13,8	26,3	0,17	14,7	27,2
	(NPK) <sub>60</sub>	2,72	2,84	0,19	14,1	26,5	0,18	14,8	27,1
	(NPK) <sub>160</sub>	2,71	2,81	0,17	14,4	27,0	0,18	14,9	27,0



Исследованиями установлено, что внесение органо-минерального удобрения в севообороте 1 компенсирует потери гумуса и несколько увеличивает содержание органических веществ в почве.

При исходной данной перед закладкой опыта, содержание органического вещества составляло 5,40%. В конце исследований этот показатель в севообороте увеличился в варианте навоз<sub>60 т/га</sub> + (NPK)<sub>60</sub> на 1,18%, в варианте внесения минерального удобрения — на 0,92%, в варианте контроля — на 0,61% (табл. 3).

Возделывание люцерны в выводном поле севооборота 1 обеспечивает максимальное накопление корневых остатков (12,6 т/га), что способствует сохранению баланса органического вещества в почве (+1,0 т/га).

Во втором севообороте содержание гумусовых веществ колеблется по годам в зависимости от возделываемых кормовых культур как в контроле, так и в удобренных вариантах.

По данным исследований также установлено, что посев многолетних трав увеличивает содержание его в почве. В конце ротации в варианте контроля содержание органического вещества по севообороту составляет 2,79%, в

вариантах минерального удобрения — 2,84 и 2,81%.

Таким образом, содержание органического вещества за ротацию увеличилось на 0,10-0,15% (табл. 4).

Положительное влияние многолетних трав и минеральных удобрений на плодородие мерзлотных почв можно заметить уже с начала исследования, которое прослеживается в увеличении обменного калия и фосфора на всех полях севооборота. В среднем по севообороту увеличения обменного калия составляет 0,9-1,1 и фосфора — 0,5-0,9 мг/100 г почвы.

### Заключение

Таким образом, исследованиями установлено, что внесение органо-минерального удобрения компенсирует потери органического вещества. В севообороте 1 содержание органического вещества увеличилось на 1,18%.

Включение в звеньях севооборотов многолетних трав положительно влияет на восстановление плодородия почвы, что подтверждается увеличением содержания органического вещества мерзлотных почв на контрольных вариантах: в севообороте 1 на 0,67% и в севообороте 2 на 0,15%.

### Литература

1. Семенова Т.Н. Водный режим мерзлотных луговых почв (на примере Центральной Якутии). Якутск, 1987. 108 с.
2. Семенова Т.Н., Десяткин Р.В. Продуктивность ландшафтов Якутии // Проблемы экологии Якутии. Вып.1. Биогеографические исследования. Якутск: ЯГУ, 1996. С. 112-123.
3. Гаврильев И.П., Угаров Н.С., Ефремов П.В. Мерзлотно-экологические особенности таежных агроландшафтов Центральной Якутии. Якутск, 2001. 196 с.
4. Еловская Л.Г. Районирование и мелиорация почв Якутии. Новосибирск: Наука, 1978. С.17.
5. Саввинов Д.Д. Почвы Якутии. Якутск, 1989. С.33.
6. Система ведения сельского хозяйства Якутской АССР: Рекомендации. ВАСХНИЛ Сибирское отделение Якутский НИИСХ. Новосибирск, 1987. 232 с.
7. Система ведения сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия) на период до 2015 г. / Российская академия сельскохозяйственных наук, Якутский НИИСХ. Якутск, 2009. 316 с.
8. Доспехов Б.А., Методика полевого опыта. М.: Колос, 1978. 416 с.
9. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур. М., 1989. 23 с.
10. Иванова Л.С. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Лено-Амгинского междуречья. Новосибирск, 2004. С.15.

Об авторе:

**Максимова Харитина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>, [tinamaksimova56@mail.ru](mailto:tinamaksimova56@mail.ru)

## THE INFLUENCE OF LUCERNE ON THE FERTILITY OF PERMAFROST SOILS IN CENTRAL YAKUTIA

**H.I. Maksimova**

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

The article presents data on the influence of perennial grasses on the fertility of permafrost soils. The level of natural fertility of permafrost soils does not allow to make the maximum use of incoming solar energy. In central Yakutia, the permafrost soils are poor in mineral nitrogen, the content of movable phosphorus is marked as average, the exchange of potassium is high, except for the soils. With environmental agrotechnology, on the basis of adaptive landscape principles, it is possible to preserve and replenish the fertility of permafrost soils in the forage crop rotation. Experimental works were carried out in 1996-1999 at the research and production hospital «Ilgeleh» YPG «Pokrovskoye» in 2015-2018 at the «Moydoj» school of Hangalas Ulus. The soil of the Ilgeleh test site is low-earth, low-salt. Agrochemical indicators are as follows: alkaline reaction — pH salt — 7.7-8.3; Humus content — 5.4%, the content of moving forms of nitrogen average: Nnitre — 0.89; phosphorus average: P2O5 — 13.3; potassium high: K2O — 19.2 mg/100 g of soil. In 2015-2018, on the irrigated site «Moydoche» agro-firm «Nemugyu» on the second deck terrace of the river Lena. Soil of the experimental area of permafrost meadow-black-earth salt-earth: the reaction of the environment alkaline pH salt — 7.33-7.52; humus content in the arable horizon 2.93-2.91%, the content of movable forms of nitrogen N<sub>nit</sub>, 0.13 — 0.16 mg/100 g; movable forms of phosphorus P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 18.23-18.53 mg/100 g; potassium K<sub>2</sub>O — 27.85-28.03 mg/100g. N<sub>235</sub> P<sub>60</sub>; (estimated dose); Organo-mineral fertiliser-manure<sub>60 т/га</sub> (NPK)<sub>60</sub>; In crop rotation 2 — Control; N<sub>60</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub>; N<sub>160</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub> (estimated dose). Laboratory studies were carried out on the basis of a laboratory of biochemistry and mass analysis using the spectral analyzer NIR SCANNER mo LCE 4250. Scheme of experiments: Crop rotation 1- Oats- peas; rapeseed — winter rye; Winter rye-donnik; Donnik 2 years — rape spring; Lucerne is a choppy wheatgrass (inference field). Crop rotation 2 — oats-winter rye; Winter rye-oats; Vico-ish mixture; Millet; Lucerne is Siberian. It has been established that the introduction of organo-mineral fertilizer compensates for the loss of organic matter. In crop rotation 1 organic content increased by 1.18%. The inclusion of perennial grasses in crop rotations has a positive effect on the restoration of soil fertility, which is confirmed by the increase in the content of organic matter of permafrost soils on control variants: in crop rotation 1 by 0.67% and in crop rotation 2 by 0.15%.

**Keywords:** yield, fertility, salted soils, humus output field, alfalfa, wheatgrass, fodder crops, forage crop rotation, adaptive-landscape farming.

### References

1. Semenova T.N. (1987). Water regime of permafrost meadow soils (on the example of Central Yakutia). *Yakutsk*, 108 p.
2. Semenova T.N., Desaitkin R.V. (1996). Productivity of Yakkuthi landscapes. *Yakutia Ecology Problems*. Vol. 1. Biogeographer Research. *Yakutsk: Yagu*, Pp.112-123.
3. Gavriliev I.P., Ugarov N.S., Efremov P.V. (2001). Merzlot-environmental features of taiga agro-landscapes of Central Yakutia, *Yakutsk*, 196 p.
4. Elovsky L.G. (1978). Districting and soil reclamation Yakutia. *Novosibirsk: Science*, P.17.
5. Savvinov D.D. (1989). Soils of Yakutia. *Yakutsk*. Pp.33.
6. The agricultural system of the Yakut Autonomous Soviet Socialist Republic: Recommendations. VASKHNIL Yakut NIISH. *Novosibirsk*, 1987. 232 p.
7. Agricultural production system in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period up to 2015. *Yakutsk*, 2009. 316 p.
8. Dospikhov B. (1978). Metodika polevogo issledovaniya [Methods of field experience]. *Moscow: Kolos*, p. 416.
9. Methodicheskiye rekkomendatsii po bioenergeticheskoj otsenke sevooborotov ii tekhnologii virashivaya kormovikh kul'tur [Guidelines for bioenergy assessment of crop rotation and forage crop cultivation technologies] (1989) *VASKhNIL HAC: Moscow*, p. 23.
10. Ivanova L.S. (2004). Adaptive-landscape farming systems of the Lena-Amginsky interfluvium. *Novosibirsk*, Pp.15.

About the author:

**Kharitina I. Maksimova**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of feed production at, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>, [tinamaksimova56@mail.ru](mailto:tinamaksimova56@mail.ru)

[tinamaksimova56@mail.ru](mailto:tinamaksimova56@mail.ru)







## НОВЫЙ СОРТ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ РОМАН ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.А. Серков<sup>1</sup>, Р.О. Белоусов<sup>2</sup>, М.Р. Александрова<sup>3</sup>, О.К. Давыдова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» —  
Обособленное подразделение «Пензенский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства», р.п. Лунино, Пензенская область, Россия

<sup>2</sup>ООО «Коноплекс», г. Москва, Россия

<sup>3</sup>АНО «Центральный научно-исследовательский институт промышленности  
и сельского хозяйства» (ЦНИИПСХ), г. Москва, Россия

<sup>4</sup>ООО «УК «Коноплекс», г. Москва, Россия

Отличительной особенностью конопли посевной (*Cannabis sativa L.*), как биологического вида, является большое накопление древесины (костры) в стебле. Основным веществом древесины является целлюлоза, которая обуславливает ее упругость и механическую прочность. За рубежом внедрены эффективные экологически чистые технологии выделения целлюлозы из конопли и получения котонизированного волокна, являющегося экологичным сырьем для текстильной промышленности. Используя целлюлозу конопли, некоторые страны существенно сократили вырубку лесов и обеспечили сохранность окружающей среды. Представляло научный интерес изучение содержания целлюлозы в современных сортах конопли посевной средне-русского экотипа и новом селекционном материале с целью оценки перспективы их использования в качестве исходного материала для селекционного процесса, направленного на создание специального сорта культуры с повышенным уровнем содержания целлюлозы в стеблях растений, в качестве источника возобновляемого сырьевого ресурса для обеспечения потребностей отечественной целлюлозно-бумажной промышленности.

**Ключевые слова:** селекция, конопля посевная, безнаркотический сорт, хозяйственно ценный признак, содержание целлюлозы, сбор целлюлозы.

### Введение

Проблема сохранения окружающей среды, обусловленная неконтролируемой вырубкой лесов для производства бумаги из древесной целлюлозы, приобрела актуальность как за рубежом, так и в России. В связи с этим в последнее время перед производителями бумаги остро стоит вопрос поиска альтернативных источников сырья для производства своей продукции. Одним из самых реальных возобновляемых природных ресурсов, значительно удешевляющих стоимость производства бумажной продукции, является конопля посевная [1-4].

За рубежом хозяйственное использование технической конопли существенно расширяется, добавляются новые сферы ее применения. Энергично развивается «экологическая индустрия», обязательным условием которой является использование природных материалов из возобновляемого сырья. Активно ведется поиск растительных ресурсов, подходящих под требования современных стандартов экономики, экологии, энерго- и теплосбережения. В ряде экономически развитых государств в качестве основного возобновляемого растительного ресурса, соответствующего всем требованиям, предъявляемым современному высокотехнологичному материалу, вместо древесного признаю сырье из конопли [5-7].

Основой заинтересованности в замещении древесного сырья на конопляное является не только экологический аспект, но и современные технологии, позволяющие значительно снизить себестоимость конечного продукта из конопли и соответственно получать большую добавленную стоимость, чем при производстве бумаги из древесной целлюлозы [4].

Сделав процесс производства бумаги из конопли более дешевым, чем варка из древесной целлюлозы, привлекательность конопляного

сырья для целлюлозно-бумажной промышленности значительно возросла. Неоспоримыми достоинствами культивирования конопли посевной является возможность получения большего количества пенькосырья за значительно меньший (4 месяца) промежуток времени, чем древесного (50 лет). Гектар конопли формирует около 6 т целлюлозы в год — это в несколько раз больше, чем годовой прирост гектара леса; к тому же конопля — культура весьма неприхотливая к климатическим условиям и успешно произрастает в большом широтном диапазоне. Кроме того, содержание извлекаемой из конопли целлюлозы как минимум в 5-7 раз больше, чем из древесины [4].

По сравнению с другими сельскохозяйственными культурами выращивание промышленных посевов технической конопли кроме универсальности способов ее реализации обладает уникальным свойством — высокой рентабельностью возделывания и переработки. Из целлюлозы производят бумагу, картон, строительные термоизоляционные материалы, разнообразные волокна, пленки, пластмассы, наполнители при изготовлении лекарственных препаратов. Целлюлоза, полученная из конопли, пригодна для изготовления ценных и тонких сортов бумаги. Изготовленная из конопли бумага не желтеет и отличается особой прочностью и устойчивостью к изнашиванию. Пластик, получаемый путем полимеризации конопляной целлюлозы, используется для изготовления упаковочных материалов, он поддается биохимическому разложению и потому не представляет угрозы для окружающей среды [8-13].

Целлюлоза также необходима при изготовлении пироксилина, являющегося незаменимым компонентом взрывчатых веществ [14-16].

До середины 1930-х годов от 70 до 95% производственных мощностей в мире, изготовли-

вающих целлюлозу либо бумагу, основывалось именно на использовании конопляного сырья. Информационная кампания в США, приравнявшая техническую коноплю к марихуане, положила начало репрессий к этой сельскохозяйственной культуре и уничтожению всей отрасли сначала в Северной Америке, а в дальнейшем и на территории практически всех экономически развитых стран мира [17].

Ежегодное увеличение количества используемой древесной целлюлозы привело к тому, что данная сфера современной промышленности существенно воздействует на экологическое состояние не только отдельных стран, но и целых регионов планеты. На сегодняшний день порядка 93% потребляемой человечеством бумаги производится из древесной целлюлозы. По оценкам отдельных аналитиков рынка, около 40% всей вырубленной в мире древесины используется для производства отдельных видов бумаги либо картона. По оценкам специалистов международной независимой неправительственной экологической организации «Гринпис», вышеуказанные цифры свидетельствуют о том, что ежегодно в мире только для производства целлюлозы вырубается порядка 15 млрд деревьев [18, 19].

Чтобы лесные массивы можно было использовать в качестве сырья для производства целлюлозы, деревьям требуется от 20 до 40 лет, а для сбора урожая технической конопли с аналогичными целями необходимо от 3 до 4 месяцев. Кроме того, с одной единицы площади техническая конопля способна произвести в 4 раза больше конопляного сырья, чем с аналогичной площади могут предоставить деревья. Необходимо иметь в виду, что конопляная солома/треста содержит в себе до 70% целлюлозы, что значительно превышает данный показатель для древесины (порядка 50%) [6, 14, 20].



Кроме прочего, техническая конопля содержит в 3 раза меньше лигнина, чем древесина. Это вещество придает бумаге желтоватый оттенок и создает условия, при которых изготовленная из древесной целлюлозы бумага становится хрупкой. Именно поэтому процесс изготовления бумаги из древесной целлюлозы предполагает использование значительного количества хлора, который удаляет лигнин из древесного сырья. Подобного рода технологии не являются экологически безопасными и зачастую в ходе функционирования данных производств все окрестности существенно загрязняются. В отличие от вышеуказанной технологии, в ходе отбеливания «конопляной бумаги» используется перекись водорода — вещество, которое практически не влияет на экологическую обстановку в окружении подобного рода производств [21, 22].

За последнее время, благодаря уникальным технологическим свойствам, конопляная продукция получила новые, нетрадиционные направления использования. За рубежом внедрены эффективные экологически чистые технологии выделения целлюлозы из конопли и получения котонизированного волокна, являющегося экологичным сырьем для текстильной промышленности. Используя целлюлозу конопли, отдельные страны существенно сократили вырубку лесов и обеспечили сохранность экологической среды [1-4, 7, 10, 11].

Причины, по которым конопляная целлюлоза активно используется для производства бумаги, следующие:

- производство бумаги из технической конопли дешевле, чем из традиционного сырья, так как технологические процессы требуют меньшего количества энергии, а также химических веществ. Традиционная технология получения целлюлозы требует дорогостоящих агрессивных химикатов для разрушения древесных волокон, а в случае использования конопляного сырья подобного рода химические реагенты не нужны;
- для производства бумаги необходима целлюлоза, которая содержится в растительном материале. В древесном сырье ее доля достигает 40-50%, а в конопляном — до 65-70%;
- конопляная бумага намного быстрее разлагается под воздействием природных факторов, чем бумага, изготовленная из иного растительного сырья;
- техническая конопля растет гораздо быстрее, чем любые другие виды растительного сырья (в первую очередь это касается древесины). По сравнению с 50-летним возрастом использования промышленной древесины, в целлюлозно-бумажном производстве используется конопляное сырье, которое выращивается на протяжении 90-120 суток;
- конопля производит в 4 раза больше целлюлозного волокна на единицу площади, чем 50-летние плантации древесины (отдельные сорта технической конопли позволяют получать в промышленном масштабе 12-15 т растительного сырья с 1 га);
- в ходе выращивания конопляного растения не требуется значительных объемов воды и применения больших количеств пестицидов;
- культивирование промышленных посевов технической конопли позволяет восстанавливать баланс питательных веществ в почве;

- отходы основной цепочки первичной переработки при производстве конопляного волокна можно эффективно использовать для производства конопляной целлюлозы;
- конопляные волокна не имеют запаха, способны впитывать до 400% собственного веса жидкостей, устойчивы к плесени, ряду грибов, а также обладают антибактериальными и противогрибковыми свойствами, что позволяет использовать их для производства средств личной гигиены;
- механические свойства растения позволяют изготавливать любые типы целлюлозы — от ценных (акции, банкноты, облигации) и до туалетной бумаги, либо гофротары;
- использование конопляной целлюлозы позволяет сохранять леса от вырубки в интересах целлюлозно-бумажной промышленности.

В стеблях конопли современных сортов отечественной селекции содержание целлюлозы составляет 59-63%, и в условиях экологически ориентированной индустрии использование конопли как источника получения этого вещества является перспективным. За год с 1 га посева при урожайности тресты более 10 т/га можно собрать в 3-5 раз больший прирост целлюлозы, чем с древесных лесных пород [7, 9, 11, 14].

В чистом виде целлюлоза в растениях не присутствует, она связана с другими углеводами — лигнином, гемицеллюлозой, пектиновыми веществами, смолой, липидами. Наиболее распространенным способом выделения целлюлозы в чистом виде является сульфитный. Для его проведения измельченную древесину нагревают в автоклавах с  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ . Лигнин и другие примеси, связывающие древесину, растворяются, а целлюлоза остается в виде волокнистой массы, которую отделяют и перерабатывают в другие виды изделий. Оставшийся раствор (сульфитный щелок) содержит большое количество сахароподобных веществ и путем дрожжевого брожения из него можно получать этанол [21, 22].

Учеными Чувашского НИИСХ в 2001 г. был создан первый и единственный отечественный сорт конопли посевой для целлюлозно-бумажной промышленности — Антонио с высоким содержанием целлюлозы в древесинной части стебля растений. Исследования показали, что признак «содержание целлюлозы» в процессе селекции хорошо реагирует на действие позитивного семейственно-группового отбора. Если в начале цикла непрерывного отбора (1995 г.) среди селекционной элиты преобладали потомства с содержанием целлюлозы в древесине 45-50%, то на заключительном этапе (2001 г.) преобладали биотипы с содержанием целлюлозы 55-60% [23]. Однако поддерживающая селекция и семеноводство этого сорта не ведется на протяжении уже 7 лет — с 2014 г.

Таким образом, применение семейственно-группового отбора при селекции по данному признаку эффективно и должно составлять основу методологии при создании современных конкурентоспособных сортов безнаркотической конопли средне-русского экотипа с более высокими показателями содержания целлюлозы (до 65% и более), что существенно увеличит рентабельность возделывания культуры в промышленных масштабах.

Однако в РФ использование технической конопли как альтернативного источника целлюлозы не развивается, что, не в последнюю очередь, обусловлено отсутствием специальных сортов для этого направления использования.

В связи с этим, развертывание селекционной деятельности в направлении создания специальных сортов однодомной конопли целлюлозно-бумажного направления использования характеризовало актуальность данной работы.

Практическая значимость работ состоит в расширении направлений использования посевой конопли, как возобновляемого сырьевого источника для различных стратегических отраслей экономики, формировании сортового разнообразия культуры на основе создания сортов целлюлозно-бумажного направления использования, адаптивных к условиям Среднего Поволжья, обладающих необходимыми параметрами структурных компонентов стебля и допустимым уровнем содержания тетрагидроканнабинола (ТГК).

### Цель исследований

Цель исследований состояла в создании на основе имеющегося селекционного материала качественно нового сорта однодомной конопли средне-русского экотипа целлюлозно-бумажного направления хозяйственного использования, обладающего повышенным уровнем содержания целлюлозы в стебле — не менее 65%.

### Материал и методика исследований

Общий период исследований охватывает 6 лет (2014-2019 гг.). В 2015-2016 гг. исследования проводили в пространственно изолированном оценочном питомнике. Объект исследований — 41 гибридная комбинация, полученная от направленных скрещиваний в 2014 г. В 2017-2019 гг. комплекс научных исследований продолжали в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ). Объектом исследований являлись 3 сорта конопли посевой селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, наиболее распространенных в отечественном коноплесении, и перспективный селекционный номер, выделенный по итогам сравнительной оценки набора гибридных комбинаций в предыдущие годы. Параллельно проводился семейственно-групповой отбор и улучшение выделенной гибридной популяции.

Комплекс научно-исследовательских работ проводили в полевых и лабораторных условиях. Закладка питомников, изучение и отборы селекционного материала выполняли на естественном агрофоне в соответствии с [24]. Оценочный питомник закладывали без повторений, метод размещения номеров рендомизированный, площадь делянки — 2 м<sup>2</sup>. Посев ручной под маркер с междурядьем 50 см. Норма высева семян — 50 шт./м погонный. Предшественник — многолетние травы. Изучение нового селекционного материала — гибридных комбинаций выполняли по общепринятым методикам [25].

Способ посева питомника КСИ площадью 0,05 га — механизированный, сеялкой СН-16 в 4-рядковом варианте с междурядьем 50 см. Повторность — 4-кратная. Предшественник — чистый пар. Норма высева семян — 1,4 млн шт./га. Общая площадь делянки — 30 м<sup>2</sup>, учетная площадь — 25 м<sup>2</sup>.



Анализ содержания целлюлозы выполняли на кафедре органической и физической химии РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва). Содержание целлюлозы в образцах костры проводили методом ближней инфракрасной спектроскопии. Модель прибора — SpectraStar XL 2500XL-R, произведенном в соответствии с технологией TAS. Настройки прибора выполнены по первичным стандартным образцам (SRM). Модель SpectraStar XL 2500XL-R функционирует в расширенном диапазоне до 2600 нанометров, что увеличивает точность определения таких показателей, как аминокислоты, лигнин, протеин и клетчатка (целлюлоза).

В ходе анализа растительные образцы измельчались на мельнице типа «Циклон», из одного варианта костры отбирали 3 равных образца. После выполнения анализа рассчитывали доверительный интервал с уровнем значимости 95%. Анализ проводили с использованием базы данных эталонных образцов прибора, прибор откалиброван по стандартам отражения NIST (Американский национальный институт стандартов).

Статистическую обработку экспериментальных данных с использованием вариационного и дисперсионного анализа проводили согласно [26].

### Результаты исследований

Анализ содержания целлюлозы в стеблях гибридных комбинаций показал размах варьирования признака от 54,2 до 66,8% с низким коэффициентом вариации (3,9%). Достоверно наибольший по критерию среднего квадратичного отклонения ( $\sigma$ ) показатель по признаку, в среднем за 2 года превысивший  $X_{cp} + 2\sigma$ , установлен у одной гибридной комбинации (табл. 1).

Двухлетний сравнительный анализ экспериментальных данных по содержанию целлюлозы в стеблях выявил, что по результатам изучения нового исходного материала конопля посевной достоверно наибольшие параметры признака выявлены у гибридной комбинации К-6 (66,8%), что позиционировало ее как наиболее перспек-

тивную для вовлечения в селекционный процесс на увеличение абсолютных показателей признака «содержание целлюлозы».

Выделенному образцу был присвоен селекционный номер ГП-13/012в, под которым он в течение 2017-2019 гг. проходил конкурсное сортоиспытание. Анализ сравнительной оценки стеблей селекционных сортов и испытываемого сортообразца по признаку «содержание целлюлозы» показал достоверное превосходство селекционного номера ГП-13/012в в течение трехлетнего периода КСИ (табл. 2).

Сбор целлюлозы с 1 га посева этой популяции при обычной технологии возделывания, применяемой в лесостепной зоне Среднего Поволжья, превысил аналогичные показатели традиционных сортов на 1,552-3,094 т/га.

Содержание ТПК в растениях популяции составило 0,043%, что более чем в 2 раза ниже законодательно допустимого уровня (0,1%).

По итогам конкурсного сортоиспытания перспективного селекционного материала в 2019 г. была подана заявка на включение в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации селекционного номера ГП-13/012в под названием «Сорт конопля посевная Роман» и выдачу патента. В марте 2020 г. новый сорт включен в Госреестр селекционных достижений РФ. На него получены авторские свидетельства и патент № 11043.

Сорт Роман — среднеспелый, длительность периода от массовых всходов до массового созревания семян составляет 117-120 суток. Признак однодомности растений стабилизирован на уровне 99,9%. Потенциальная урожайность семян стандартной влажности (13%) при оптимально адаптированной агротехнологии возделывания составляет не менее 11 ц/га, стеблей — не менее 11 т/га. Общее содержание волокна в стебле — около 33%, длинного волокна — более 20%.

### Заключение

В результате проделанной работы создан новый безнаркотический сорт однодомной конопля посевной, в котором на заключительном этапе селекционного процесса содержание целлюлозы в стебле достигло показателя свыше 66%. Данный сорт рекомендуется для возделывания преимущественно с целью использования на производство сырья для целлюлозно-бумажной промышленности.

Применение результатов НИР в целях расширения сортового разнообразия и направлений использования конопля посевной соответствует приоритетам социально-экономического развития Российской Федерации.

Внедрение нового сорта в различные регионы коноплеводства агропромышленного комплекса РФ позволит повысить темпы их экономического развития, увеличить конкурентоспособность производимой продукции и обеспечить природосбережение.

### Литература

1. Почему бизнес интересуется производством бумаги из конопля. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/pochemu-biznes-interesuet-proizvodstvo-bumagi-iz-konopli> (дата обращения: 23.03.2021).
2. Перспективы использования конопля в «зеленом строительстве». Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/perspektivy-ispolzovaniya-konopli-v-zelenom-stroitelstve> (дата обращения: 23.03.2021).
3. Техническая конопля — ответ на нефтехимическую зависимость экономики. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/tehnicheskaya-konoplya-otvet-na-neftehimicheskuyu-zavisimost-ekonomiki> (дата обращения: 23.03.2021).
4. Почему бумага из конопля? Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/3953> (дата обращения: 23.03.2021).
5. Станет ли конопля основой устойчивого развития текстильного сектора ЕС. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/stanet-li-konoplya-osnovoy-ustoychivogo-razvitiya-tekstilnogo-sektora-es> (дата обращения: 23.03.2021).
6. Глобальные усилия по сокращению загрязнения окружающей среды могут основываться на конопляных технологиях. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/globalnye-usiliya-po-sokrashcheniyu-zagryazneniya-okruzhayushchey-sredy-mogut-osnovyvatysya-na> (дата обращения: 23.03.2021).
7. Из конопля можно сделать все. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/2999> (дата обращения: 23.03.2021).
8. Конопляное сырье — будущее промышленной упаковки. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/konoplyanoe-syre-budushchee-promyshlennoy-upakovki> (дата обращения: 23.03.2021).
9. Пластик из конопля. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/plastik-iz-konopli> (дата обращения: 24.03.2021).
10. Способы применения конопляной бумаги. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/5705> (дата обращения: 24.03.2021).
11. Будущее целлюлозно-бумажного производства за коноплей. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/2639> (дата обращения: 24.03.2021).
12. Конопляный eco-plastic. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/2591> (дата обращения: 24.03.2021).
13. Производство бумаги из конопля. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/534> (дата обращения: 24.03.2021).
14. С чем связана эксклюзивность свойств конопля. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/1781> (дата обращения: 24.03.2021).
15. Как конопля помогает украинской армии (видео). Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/3805> (дата обращения: 24.03.2021).
16. Апгрейд для конопля. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/2629> (дата обращения: 24.03.2021).
17. История запрета Cannabis sativa. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/296> (дата обращения: 24.03.2021).
18. Проект изготовления целлюлозы из промышленной конопля позволит сохранить хотя бы часть лесов. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/1735> (дата обращения: 24.03.2021).
19. Как с помощью конопля препятствовать глобальному потеплению. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/3537> (дата обращения: 24.03.2021).
20. Чудо-трава может стать экологическим сырьем будущего. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/3279> (дата обращения: 24.03.2021).
21. Технологии для конопля. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/2970> (дата обращения: 24.03.2021).

Таблица 1

Вариационные параметры количественного содержания целлюлозы в стеблях растений гибридных комбинаций (2015-2016 гг.)

Показатель	Параметры вариационного показателя
$X_{cp}$	59,705±0,363
min-max	54,176-66,813
V, %	3,9
m, %	0,6

Таблица 2

Урожайность тресты, содержание и сбор целлюлозы у традиционных сортов конопля посевной и перспективного номера в КСИ (2017-2019 гг.)

Сорт/селекционный номер	Содержание целлюлозы, % на абсолютно сухое вещество	Урожайность тресты, т/га	Сбор целлюлозы, т/га
Вера	58,891	10,18	5,995
Надежда	61,961	8,41	5,211
Сурская	63,471	10,64	6,753
ГП-13/012в	66,813	12,43	8,305
НСР <sub>05</sub>	2,493	2,75	0,537
m, %	0,6	11,2	6,0





22. Промышленная ценность конопли. Режим доступа: <http://tku.org.ua/ru/news/2904> (дата обращения: 24.03.2021).

23. Степанов Г.С., Фадеев А.П., Романова И.В. Безнаркотические сорта конопли для адаптивной технологии возделывания. Цивильск, 2005. 35 с.

24. Сенченко Г.И. и др. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных научно-исследовательских работ. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 30 с.

25. Румянцева Л.Т., Дудник М.Г. Изучение коллекции конопли: методические указания. Л.: ВНИИР, 1989. 20 с.

26. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Об авторах:

**Серков Валериан Александрович**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ», ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8308-4200>, [v.serkov.pnz@fncl.ru](mailto:v.serkov.pnz@fncl.ru)

**Белосов Роман Олегович**, генеральный директор ООО «Коноплекс», [roman.belousov@konoplex.ru](mailto:roman.belousov@konoplex.ru)

**Александрова Милена Роландовна**, председатель правления АНО «ЦНИИПСХ», [milena.alexandrova@agroindustrial.institute.ru](mailto:milena.alexandrova@agroindustrial.institute.ru)

**Давыдова Ольга Константиновна**, директор ООО «УК «Коноплекс», [olga.davydova@konoplex.ru](mailto:olga.davydova@konoplex.ru)

## NEW HEMP VARIETY SEEDING ROMAN FOR PULP AND PAPER INDUSTRY

V.A. Serkov<sup>1</sup>, R.O. Belousov<sup>2</sup>, M.R. Alexandrova<sup>3</sup>, O.K. Davydova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

<sup>2</sup>ООО “Konoplex”, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Central Research Institute of Industry and Agriculture (CNIIPSH), Moscow, Russia

<sup>4</sup>ООО “УК “Konoplex”, Moscow, Russia

A distinctive feature of *Cannabis sativa* L. as a biological species is a large accumulation of wood (fires) in the stem. The main substance of wood is cellulose, which determines its elasticity and mechanical strength. Abroad, effective environmentally friendly technologies have been introduced for extracting cellulose from hemp and obtaining cottonized fiber, which is an environmentally friendly raw material for the textile industry. By using hemp pulp, some countries have significantly reduced deforestation and ensured environmental preservation. It was of scientific interest to study the cellulose content in modern hemp varieties of the Central Russian ecotype and new breeding material in order to assess the prospects of their use as a starting material for the breeding process aimed at creating a special crop variety with an increased level of cellulose in plant stems, as a source of renewable raw materials to meet the needs of the domestic pulp and paper industry.

**Keywords:** selection, sowing hemp, nonnarcotic variety, economically valuable trait, cellulose content, cellulose collection.

### References

1. Pochemu biznes interesuet proizvodstvo bumagi iz konopli [Why business is interested in the production of hemp paper]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/pochemu-biznes-interesuet-proizvodstvo-bumagi-iz-konopli> (accessed: 23.03.2021).

2. Perspektivy ispol'zovaniya konopli v «zelenom stroitel'stve» [Prospects for the use of hemp in green building]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/perspektivy-ispolzovaniya-konopli-v-zelenom-stroitel'stve> (accessed: 23.03.2021).

3. Tekhnicheskaya konoplya — otvet na neftekhimicheskuyu zavisimost' ehkonomiki [Industrial hemp is the answer to the petrochemical dependence of the economy]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/tehnicheskaya-konoplya-otvet-na-neftekhimicheskuyu-zavisimost-ekonomiki> (accessed: 23.03.2021).

4. Pochemu bumaga iz konopli? [Why hemp paper?]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/3953> (accessed: 23.03.2021).

5. Stanet li konoplya osnovoi ustoychivogo razvitiya tekstil'nogo sektora ES [Will hemp become the basis for sustainable development of the EU textile sector]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/stanet-li-konoplya-osnovoy-ustoychivogo-razvitiya-tekstilnogo-sektora-es> (accessed: 23.03.2021).

6. Global'nye usiliya po sokrashcheniyu zagryazneniya okruzhayushchei sredy mogut osnovyvat'sya na konoplyanykh tekhnologiyakh [Global efforts to reduce environmental pollution can be based on hemp technologies]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/globalnye-usiliya-po-sokrashcheniyu-zagryazneniya-okruzhayushchey-sredy-mogut-osnovyvat'sya-na> (accessed: 23.03.2021).

7. Iz konopli možhno sdelat' vse [Cannabis can be used to make everything]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/2999> (accessed: 23.03.2021).

8. Konoplyanoe syr'e — budushchee promyshlennoy upakovki [Hemp raw materials — the future of industrial packaging]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/konoplyanoe-syre-budushchee-promyshlennoy-upakovki> (accessed: 23.03.2021).

9. Plastik iz konopli [Hemp plastic]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/plastik-iz-konopli> (accessed: 24.03.2021).

10. Sposoby primeneniya konoplyanoi bumagi [Ways to use hemp paper]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/5705> (accessed: 24.03.2021).

11. Budushchee tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva za konoplei [Hemp is the future of pulp and paper]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/2639> (accessed: 24.03.2021).

12. Konoplyanyi eco-plastic [Hemp eco-plastic]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/2591> (accessed: 24.03.2021).

13. Proizvodstvo bumagi iz konopli [Hemp paper production]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/534> (accessed: 24.03.2021).

14. S chem svyazana ehksklyuzivnost' svoystv konopli [What is the exclusivity of cannabis properties associated with]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/1781> (accessed: 24.03.2021).

15. Kak konoplya pomogaet ukrainskoi armii (video) [How cannabis helps the Ukrainian army]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/3805> (accessed: 24.03.2021).

16. Apgreid dlya konopli [Hemp Upgrade]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/2629> (accessed: 24.03.2021).

17. Istoriya zapreta Cannabis sativa [History of the ban of Cannabis sativa]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/296> (accessed: 24.03.2021).

18. Proekt izgotovleniya tsellyulozy iz promyshlennoy konopli pozvolit sokhranit' khotya by chast' lesov [The project for the production of cellulose from industrial hemp will

allow to preserve at least part of the forests]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/1735> (accessed: 24.03.2021).

19. Kak s pomoshch'yu konopli prepyatstvovat' global'nomu potepleniyu [How to prevent global warming with cannabis]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/3537> (accessed: 24.03.2021).

20. Chudo-trava mozhet stat' ekologicheskim syrem budu Chudo-trava mozhet stat' ehkologicheskim syr'em budushchego shchego [Miracle herb could be the ecological raw material of the future]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/3279> (accessed: 24.03.2021).

21. Tekhnologii dlya konopli [Cannabis technology]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/2970> (accessed: 24.03.2021).

22. Promyshlennaya tsennost' konopli [The industrial value of hemp]. Available at: <http://tku.org.ua/ru/news/2904> (accessed: 24.03.2021).

23. Stepanov, G.S., Fadeev, A.P., Romanova, I.V. (2005). *Beznarkoticheskie sorta konopli dlya adaptivnoi tekhnologii vozdel'yvaniya* [Nonnarcotic cannabis varieties for adaptive cultivation technology]. Civilsk, 35p.

24. Senchenko, G.I. i dr. (1980). *Metodicheskie ukazaniya po selektsii konopli i proizvodstvennoi proverke zakonchennykh nauchno-issledovatel'skikh rabot* [Guidelines for the selection of hemp and production verification of completed research projects]. Moscow, VASHNIL, 30 p.

25. Rumyantseva, L.T., Dudnik, M.G. (1989). *Izuchenie kolleksii konopli: metodicheskie ukazaniya* [Exploring the collection of hemp: methodical instructions]. Leningrad, VNIIR, 20 p.

26. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

About the authors:

**Valerian A. Serkov**, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of breeding technologies of Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8308-4200>, [v.serkov.pnz@fncl.ru](mailto:v.serkov.pnz@fncl.ru)

**Roman O. Belousov**, general director of ООО “Konoplex”, [roman.belousov@konoplex.ru](mailto:roman.belousov@konoplex.ru)

**Milena R. Alexandrova**, chairman of the board of Central Research Institute of Industry and Agriculture, [milena.alexandrova@agroindustrial.institute.ru](mailto:milena.alexandrova@agroindustrial.institute.ru)

**Olga K. Davydova**, director of ООО “УК “Konoplex”, [olga.davydova@konoplex.ru](mailto:olga.davydova@konoplex.ru)

[v.serkov.pnz@fncl.ru](mailto:v.serkov.pnz@fncl.ru)





## АКАДЕМИК С ВОЛЖСКИХ БЕРЕГОВ

*Аграрная наука России понесла серьезную утрату. 29 декабря 2020 года на 74 году жизни скоропостижно скончался известный ученый, политик и общественный деятель, научный руководитель Прикаспийского НИИ аридного земледелия, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии наук Вячеслав Петрович Зволинский.*

Странно говорить в прошедшем времени об этом энергичном, деятельном, с могучим природным интеллектом человеке. Родившись в голодное, послевоенное время в простой, как тогда, говорили, семье, он еще в раннем детстве понял, что подлинная ценность человека определяется его отношением к Земле-матушке. Много позже Вячеслав Петрович выразался точнее: «Крестьянин, пахарь — главный человек в государстве. Земледелец, если хотите, — двигатель истории...».

Он всегда с большим интересом и вниманием погружался в драматическую, порой неоднозначную, историю Отечества, которая лично для него начиналась с истории рода. В его по-былинному широком и удалом характере причудливым образом переплелись любовь к безудержной свободе, характерная для материнского рода Батовских, происходившего, по семейным преданиям, из сподвижников монголо-татарского хана Батыя, и возведенная в жизненный принцип, по-домостроевски особенная забота о судьбах тех, кто идет по жизни рядом, от века присущая служилому роду Зволинских.

Свою трудовую деятельность Вячеслав Зволинский начал в 15 лет рабочим совхоза «Цимлянский», но всегда думал о высшем образовании. После окончания в 1970 году Волгоградского СХИ молодой агроном был направлен на работу в одно из хозяйств области. Одновременно пылкий юноша поступил учиться на экономический факультет того же института, который успешно окончил в 1973 году. О надежды он привез от профессора Шульдына из Харьковского института растениеводства, селекции и генетики имени В.Я. Юрьева семена тритикале — культуры, которая по урожайности превосходит своих «родителей» — пшеницу и рожь, и распространил эти посевы на тысячи гектаров. Очевидно, это был далеко не случайный поступок — ему всегда нравилось экспериментировать.

В 1980 году он был назначен главным агрономом в колхоз им. Калинина Черноярского района Астраханской области, а в 1987 году, после защиты кандидатской диссертации в стенах Российского университета дружбы народов, возглавил опытно-производственное хозяйство «Ленинское» в селе Солёное Займище. И вот здесь, на посту директора ОПХ, Вячеславу Зволинскому удалось убедить односельчан, что наука способна сделать жизнь предсказуемой и интересной. За то небольшое время, которое еще оставалось до начала катастрофических экономических реформ середины 90-х годов прошлого века, в ОПХ успели построить для сотрудников более трех сотен комфортабельных

коттеджей, были заасфальтированы все улицы села, открыты два магазина сельхозпродуктов, два кафе, сданы в эксплуатацию гаражи, котельная и многое другое. Сельские ветераны пользовались 50-процентной скидкой при покупке товаров, уплате за воду и электроэнергию, дрова и уголь, а молодые семьи селян обеспечивались бесплатными квартирами, получали денежные пособия и домашний скот.

Весной 1991 года, в самый разгар горбачевской «перестройки», перевернувшей общественные и экономические устои государства, трудами и неиссякаемой энергией Зволинского на базе ОПХ «Ленинское» был создан Прикаспийский НИИ аридного земледелия (ПНИИАЗ).

\*\*\*

Совсем скоро любимое детище Зволинского, увы, уже без его основателя, будет отмечать свой тридцатилетний юбилей. Скажем прямо, по историческим меркам, ПНИИАЗ — еще «подросток», однако по результатам своих исследований — вполне состоявшееся научное учреждение: в глухой астраханской степи, несмотря на объективные трудности, продолжает действовать современная школа земледелия, воспитавшая плеяду молодых ученых-аграриев.

Выступая на различных научных конференциях, в средствах массовой информации, как бы заглядывая в будущее, Вячеслав Петрович неоднократно высказывал мнение, что Нижняя Волга со своим особым жизненным укладом, многонациональным населением, проживающим на засушливых, полупустынных территориях, вправе ожидать от аграрной науки рекомендаций не только для сохранения этого природного ареала, но и для более эффективного хозяйствования и комфортной жизни.

### «Не дай вам Бог жить в эпоху перемен...»

Когда страна оказалась на историческом переломе, деятельный, по-настоящему государственный ум Вячеслава Зволинского — ученого и руководителя производства — не остался в стороне от политических баталий. В 1993 году астраханцы избрали Зволинского депутатом Совета Федерации, где он стал Председателем комитета по аграрной политике. Всего за два года на этом высоком посту по его инициативе было проведено почти два десятка парламентских слушаний: о ходе аграрной реформы в России, о законодательном регулировании собственности на землю, о казачестве, о рыбном хозяйстве, о мерах по улучшению финансового состояния предприятий АПК, о кризисе производства в сельскохозяйственном машиностроении.

Но самым главным, поистине судьбоносным для отечественного сельского хозяйства стало решение Совета Федерации о выделении двух беспроцентных и безвозмездных кредитов — в 15 и 17 триллионов рублей (в ценах того времени) — на проведение весенних полевых работ в 1994 и 1995 годах. Вокруг предложения комитета по аграрной политике поддержать российское село развернулись жаркие дискуссии. Однако Вячеслав Зволинский сумел убедить коллег-депутатов. Именно это историческое решение Верхней палаты российского парламента помогло спасти аграрную отрасль страны.

Осенью 1995 года, когда страна готовилась к выборам в Государственную Думу второго созыва, Вячеслав Зволинский энергично включился в избирательную кампанию. В жесткой бескомпромиссной борьбе одержал победу, был избран депутатом Государственной Думы по Астраханскому территориальному округу, стал председателем подкомитета Госдумы по земельным ресурсам, региональным аспектам природопользования и экологии. В это время вокруг деятельного и принципиального депутата создается круг единомышленников — экспертов, консультантов, ученых. Результат совместной работы — целый ряд законодательных инициатив депутата Зволинского. Среди которых — законопроект «О казачестве», «О внесении изменений и дополнений в федеральный закон «О соглашениях о разделе продукции», «О Конституционном Собрании РФ», «О порядке формирования Государственной Думы ФС РФ», «О специальном налоговом режиме при пользовании участками недр», «О государственном земельном кадастре», «О социальных стандартах». По его инициативе и под его началом были проведены парламентские слушания по следующим темам: «Земельные отношения и оценка природных ресурсов России», «Природные ресурсы в системе государственных финансов России». В этих общественно значимых научно-политических мероприятиях приняли участие российские и зарубежные ученые, члены Правительства РФ, депутаты Государственной Думы, специалисты и руководители федеральных министерств и ведомств. Парламентские слушания привлекли внимание широкой общественности и не остались незамеченными политическим руководством страны.

В лихие девяностые, когда слова «патриотизм», «отечество», «любовь к родной земле» чаще всего сопровождались издевками и насмешками, Вячеслав Зволинский смело высказывал и отстаивал свой главный жизненный принцип: «Интересы России — превыше всего». Именно в те годы депутат Зволинский



задумался о подготовке профессиональных кадров для АПК среди выпускников сельских школ в Астраханской области. Совершенно необычным творением ученого и организатора, смело заглядывающего в будущее российской деревни, следует признать создание в 1997 году на базе сельской школы Астраханского областного учебного центра, который по сей день занимается многоуровневой подготовкой профессиональных и научных кадров теперь уже в статусе Чернышевского государственного колледжа. За прошедшие годы здесь подготовлено около 500 механизаторов и операторов, в вузы страны поступили более 650 сельских выпускников, из которых более 200 человек уже работают в селах области. Разработанная учеными ПНИИАЗ технология взаимодействия в системе «НИИ — ВУЗ — СУЗ — работодатель» впоследствии вылилась в долговременное сотрудничество с университетами Волгограда и Астрахани, по сей день продолжает действовать программа по подготовке кадров высшей профессиональной и научной квалификации аграрного сектора Нижнего Поволжья. Академик Зволинский был убежден, что будущий аграрий должен знать основы рационального природопользования, быть на коротком расстоянии с современными сельхозмашинами и механизмами, разбираться в экономике, а самое главное, проявлять себя на земле рачительным и заботливым хозяином.

Невозможно не упомянуть еще об одном начинании. Недалеко от села, ранней весной 2007 года в степи был обустроен учебно-полевой стан «Школьный хутор». Основная задача которого — организация исследовательской (по заданию ученых института) и практической деятельности учащихся сельской школы. Академик Зволинский считал, что работа на школьном хуторе помогает ребятам выбрать будущую профессию.

С его легкой руки впервые в условиях аридного климата Нижней Волги начал проводиться межрегиональный конкурс «Пахарь Прикаспия», в котором соревнуются молодые и опытные механизаторы, испытываются технологии, машины и агрегаты нового поколения.

### Где родился, там и пригодился...

Появившись на свет в 1947 году в станице Кавказская Краснодарского края, большую часть своей жизни Вячеслав Зволинский провел в селе Солёное Займище Астраханской области. Там выросли дети..., там появились внуки... И видимо, не случайно, в январе 2000 года, когда истек срок полномочий депутата Государственной Думы, Вячеслав Петрович принял принципиальное для себя решение не включаться в очередную раунд политической борьбы и вернулся на Нижнюю Волгу. За годы, проведенные, как говорится, на столичном асфальте и отданные законотворчеству на высоком государственном уровне, он по-настоящему истосковался по запаху свежеспашанной земли, по реальным научным и производственным делам на благо своих земляков, а суровая и жесткая природа бескрайних волжских степей стала ему ближе и дороже, чем малая родина.

И все же Вячеслав Зволинский не смог остаться в стороне от политической и общественной деятельности. Еще не раз он становился депутатом Законодательного собрания Астраханской области, представлял интересы жителей Чернышевского и Ахтубинского районов. Так, в 2007-2011 гг. он — депутат Государ-

ственной Думы Астраханской области (четвертого созыва), председатель комитета по местному самоуправлению; в 2011-2016 гг. — депутат Думы Астраханской области (пятого созыва), член аграрного комитета и комитета по бюджетной политике.

Возьму на себя смелость предположить, что академик Зволинский ни разу не пожалел о выборе, сделанном в пользу аграрной науки. Любимое творение — Прикаспийский НИИ аридного земледелия — под его руководством обрел новый импульс для своего развития, в НИИ действует самобытная научная школа, созданная академиком Зволинским, воспитавшим целую плеяду молодых ученых-аграриев: путевку в научную жизнь получили более тридцати кандидатов и свыше двадцати докторов сельскохозяйственных наук.

Под началом академика Зволинского ПНИИАЗ стал играть важную роль в научном обеспечении АПК Астраханской области, во взаимодействии с аграриями Южного федерального округа. Задачи, выполняемые институтом в интересах Астраханской области, являются особо значимыми и в решении проблем борьбы с опустыниванием, и в развитии биомелиораций, в научном сопровождении деятельности крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств, в деле защиты урожая и воспитания культуры земледелия, подготовке профессиональных кадров для сельской местности. В частности, для обеспечения устойчивого развития сельского муниципального образования на основе высоких технологий и рационального использования природных ресурсов под руководством академика В.П. Зволинского была подготовлена научная программа «Разработка и освоение адаптивных систем и природоохранных технологий восстановления природно-ресурсного потенциала и повышения продуктивности аридных территорий Российской Федерации».

За свою научную и общественно-значимую социальную деятельность Вячеслав Петрович Зволинский был награжден 6 орденами и 13 медалями, в том числе орденом Святого князя Александра Невского I степени, орденом «Польза, Честь и Слава» II степени, Серебряным Орденом «Меценат Столетия», Золотым Орденом «Звезда Мецената».

Итог почти полувековой профессиональной деятельности академика В.П. Зволинского — более тысячи научных работ, в том числе 73 монографии, 55 методических рекомендаций, 113 патентов на изобретения. За выдающиеся работы в области генетики, селекции и растениеводства он был отмечен медалями имени Н.И. Вавилова, им. А.И. Бараева, им. К.А. Тимирязева, знаком Заслуженный деятель науки и образования. Среди обширного научного наследия необходимо выделить разработанную им Программу по рациональному природопользованию аридных территорий России. По мнению академика Зволинского, проблемы управления природными и земельными ресурсами аридных зон благодаря своим кормовым ресурсам и полезным ископаемым должны находиться в сфере важных государственных интересов. Он не устал повторять, что «продовольственная безопасность страны в области сельскохозяйственного производства должна быть основана на принципе самодостаточности по большому числу продуктов питания населения и кормов для животных...»

### От первого лица

Академик В.П. Зволинский:  
несколько мыслей о главном

#### О государстве

«...Основной целью политического, экономического, финансового устройства государства должен стать человек. Общество обязано предоставить каждому гражданину условия для реализации его интеллектуальных устремлений, требуя, в свою очередь, безусловного исполнения каждым обязанностей, возложенных на него Конституцией.

В современных политических и экономических условиях идея возрождения России может быть осуществлена при безусловном сохранении и эволюционном развитии российской государственности, реализации научно-интеллектуальной и технологического потенциала страны, обеспечении продовольственной безопасности и сохранении оптимальной среды обитания...»

#### О собственности

«...Проблема собственности на землю была и остается основным фактором политического и социального развития общества. Притягательная сила частной собственности на землю кроется в реальной возможности, не работая на земле, монополично получать доход, то есть ренту. Еще Адам Смит писал, что земельная рента и рента природных ресурсов — оптимальный источник для финансирования государственного сектора в условиях рыночной экономики. Наверное, пришло время для разработки новой Национальной философии финансов, которая позволит использовать огромный рентный доход, создаваемый землей, минеральными ресурсами, всей инфраструктурой государства Российского для пользы каждого гражданина и всего общества в целом...»

#### О сохранении Волги

«...Мы должны по-хозяйски распоряжаться своим национальным достоянием, не допуская при этом хищнического использования земельных и водных ресурсов, недр и лесов, животного и растительного мира, воздушного пространства, проявляя заботу об улучшении окружающей природы — среды обитания человека.

Особого внимания заслуживает проблема сбережения нашего национального достояния — реки Волги. Как в государстве действует Основной закон — Конституция, так и для Волги необходим документ, гарантирующий право Великой русской реки на полноводную жизнь — федеральный закон «Об охране, экологически безопасном и рациональном использовании водно-биологических ресурсов Волги».

В свое время из Волги и Каспия добывалось не менее 400 тысяч тонн рыбы, из которых добыча осетровых составляла 20 тысяч тонн, а заготовка черной икры превышала 1000 тонн в год. Эти исторические достижения, по-видимому, никогда не будут повторены, поэтому нужны новые решения.

Первоочередная задача — сохранение уникальной экологической системы Нижней Волги — Западных подстепных ильменей (ЗПИ), крупнейших и самых продуктивных нерестилищ рыбы, возобновляемого естественного биологического ресурса... Промышленный потенциал ЗПИ — 300 тысяч га водной поверхности, из которых 250 тысяч может быть







вовлечено в высокотоварное рыбное производство — добычу и переработку не менее 300-350 тысяч тонн рыбы. Однако существует серьезная проблема — недостаточное обводнение этих площадей. Необходимо провести инвентаризацию и ревизию Западных подстепных ильменей и на основании Водного и Земельного кодексов РФ придать им статус основных волжских нерестилищ.

В региональном законодательстве необходима новация в сфере рационального природопользования и экологии, в частности, такие законодательные акты Астраханской области, как «Об охране Западных подстепных ильменей», «О сохранении сухих степей», «Об организации орошаемого земледелия в Астраханской области» и ряд других...»

#### **О финансировании научных исследований**

«...Представляется необходимым закладывать в средства, выделяемые субъектам Федерации, целевые деньги на науку в регионах и, особенно — на внедрение научных разработок в реальное производство. Более того, научное сообщество должно проявить инициативу и в дополнение к бюджетным статьям предложить нетривиальные подходы для саморазвития и поиска источников внебюджетного финанси-

рования научных исследований. В рамках финансового обеспечения перспективных научных исследований РАН и аграрной науки, в частности, предлагается учредить новый государственный финансовый институт — «Наука-Банк».

#### **О реформировании науки**

«...Организационно-экономические формы интеграции науки позволят реализовать до половины потенциала отрасли только за счет организационных мер, а не капитальных инвестиций. При этом совершенствование научно-производственных структур региональных АПК и зональных ресурсосберегающих технологий на 25-30% увеличит объемы производства продукции растениеводства, в том числе за счет формирования зон повышенной продуктивности сельхозугодий...»

#### **О протекционизме**

«...Отсутствие спроса на научные исследования со стороны государства и бизнеса — серьезная угроза экономической безопасности России, а сохраняющийся разрыв между наукой и экономикой обуславливает слабое влияние научно-технических разработок на социально-экономическое развитие страны. В настоящее время российская наука и высшая школа нуждаются в государственном протекционизме и

поддержке. Власть обязана содействовать развитию научного потенциала страны...»

\*\*\*

Главным жизненным принципом академика РАН В.П. Зволинского стали слова «Интересы России — превыше всего». Его можно было бы назвать человеком эпохи Возрождения: ученый и политик, обладавший стратегическим видением процессов, происходящих в стране и мире, глубокими энциклопедическими знаниями не только в области профессиональных интересов, но и в постижении истории общественного развития, автор теперь уже ставшей общепризнанной доктрины о продовольственной безопасности России.

Помните у великого Пушкина: «...я памятник себе воздвиг нерукотворный...». Представляется, таким своеобразным памятником академику Зволинскому является ПНИИАЗ, расположенный в астраханской степи, вдали от городской суеты, на берегу Волги. И было бы вполне справедливо в знак благодарности и признательности за весомый научный вклад в развитие агропромышленного комплекса Нижней Волги присвоить Прикаспийскому НИИ аридного земледелия имя его основателя и многолетнего руководителя — академика Российской академии наук Вячеслава Петровича Зволинского.

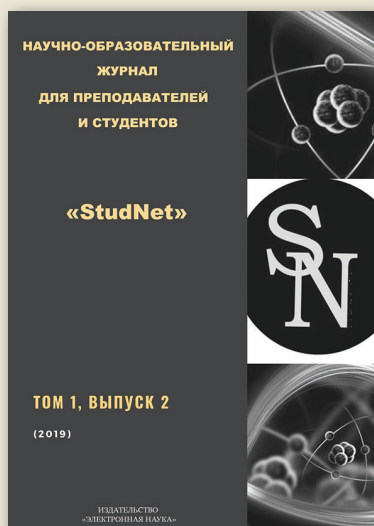
**Наталья Кузнецова,**

член Союза журналистов России,  
член Творческого союза художников России,  
помощник депутата Государственной Думы  
В.П. Зволинского (1995-2000 гг.)

**Издательство «Электронная наука»** выпускает научные журналы на русском и английском языках.

Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Научно-образовательный журнал «StudNet» для аспирантов, студентов, молодых ученых и преподавателей.

- Цитирование РИНЦ, КиберЛенинке, Google Scholar.
- Научным публикациям присваивается международный **цифровой индикатор DOI**.

**Контакты:** <https://stud.net.ru>, [jurnal-studnet@yandex.ru](mailto:jurnal-studnet@yandex.ru)