



За вклад в развитие землеустройства

Совместная номинация с Национальным союзом землеустроителей

Папаскири Тимур Валикович, ВРИО ректора ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», доктор экономических наук, профессор, почетный землеустроитель России. Папаскири Т.В. ведущий ученый в области землеустройства, на основе многолетних исследований им систематизированы и обобщены теоретические и методологические основы автоматизированного землеустроительного проектирования; выявлены и сведены в целостную систему современные элементы инфраструктуры пространственных данных для целей землеустройства и кадастров. Следует отметить, что разработка технологий и методов автоматизированного землеустроительного проектирования, основанных на использовании систем с искусственным интеллектом и экспертных систем, позволяют обеспечить успешное проведение массовых работ по внутрихозяйственному и межхозяйственному землеустройству. Папаскири Тимур Валикович — автор свыше 400 научных работ, результаты исследований докладывались на более чем 100 международных, всероссийских и региональных научных форумах, симпозиумах, конгрессах, съездах и конференциях, а также демонстрировались на Всероссийских и Международных выставках.



За вклад в развитие молочной отрасли России

Белов Артём Сергеевич, генеральный директор «Союзмолоко». Национальный союз производителей молока («Союзмолоко») ведет системную работу по поддержке российских производителей молока.

В 2014 году Союз представил Программу развития отрасли до 2020 года, которая получила поддержку в Министерстве сельского хозяйства РФ. Ключевыми результатами реализации Программы стал прирост к 2021 году производства товарного молока на 26% — на 5 млн т, прирост продуктивности на 49%, создание 598 тыс. скотомест. Инвесторами за 8 лет было вложено в сырьевой и перерабатывающий секторы более 500 млрд руб. В 2021 году при аналитической поддержке Союза были также введены новые направления поддержки, включая «СарЕх» на мощности по производству сухих молочных продуктов и расширение перечня направлений целевого использования средств льготных кредитов (маркировка, корма, цифровизация и информатизация), также ряд дополнительных мер поддержки заработает с 2022 года: льготный лизинг оборудования и техники, субсидия перерабатывающим предприятиям на 1 кг переработанного молока. Еще один весомый блок работы союза — борьба с административными барьерами для отрасли, которые оказывают серьезное влияние на привлекательность бизнеса, в том числе в части экологических требований, систем прослеживаемости, технического регулирования.



Эффективный фермер

(глава крестьянского хозяйства)

Булатов Рамиль Равильевич, глава фермерского хозяйства «Свободный труд». Предприниматель успешно диверсифицировал семейный мясо-молочный бизнес, превратив КФХ в современное многопрофильное хозяйство. В КФХ содержится крупный рогатый скот молочного направления, лошади и пони, козы, бараны, кролики, а также домашняя птица — гуси, куры, перепела. Выращивают овощи, салаты. «Творог из Горок» — самый «знаменитый» продукт КФХ, удостоенный многих наград — и российских, и международных. Активно развивается в КФХ производство сыра, еще в 2017 году Рамиль Булатов с супругой прошел специальное обучение у лучших отечественных и европейских сыроваров и получил государственное удостоверение по специальности «Мастер-сыровар». На ферме Булатовых коровы самых разные породы, и этот «букет» пород дает смешанное молоко, что делает молочную продукцию этой фермы уникальной, с особым вкусом. КФХ «Свободный труд» активно пропагандирует аграрный туризм на селе. К Рамилю Булатову постоянно на практику приезжают дипломники, будущие ветеринары, фермеры.



Научно-образовательная работа в АПК

Беляев Владимир Иванович, заведующий кафедрой сельскохозяйственной техники и технологии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», доктор технических наук, профессор. Беляев В.И. является основателем и руководителем научной школы, широко известной в стране и за рубежом. Занимается разработкой и внедрением ресурсосберегающих технологий в растениеводстве и комплексов машин для их реализации. За последние годы под руководством Беляева В.И. практически полностью обновлена материально-техническая база кафедры. Оборудовано 5 специализированных учебных классов ведущих мировых производителей современных моделей машин и оборудования, в том числе создан учебный класс точного земледелия «Амазоне». Создан учебный центр подготовки Ротсельмаша, где размещены новейшие образцы техники. С привлечением средств предприятия Алтайского аграрного машиностроения создан и оснащён техникой, лабораторными установками и макетами новой техники алтайского производства учебно-консультационный центр имени А.А. Ежовского.



Внедрение инновационного образования в подготовке специалистов для пищевой отрасли

Балыхин Михаил Григорьевич, ректор ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», доктор экономических наук, профессор. Под руководством Балыхина М.Г. полностью обновлена материально-техническая база МГУПП, совместно с ведущими предприятиями отрасли созданы и активно работают более 20 научно-практических центров международного уровня, разработаны и внедрены инновационные модели подготовки специалистов, в том числе и реализующие принцип «стартап — как диплом», создан самый крупный при вузах детский Технопарк. Университет вошел в ведущие международные рейтинги, в том числе в ТОП-15 российских университетов в сфере экологии и устойчивого развития, в ТОП-50 лучших вузов России в области наук о жизни по версии RUR World University Ranking, стал лидером среди российских вузов по направлению Veterinary Science.



Возрождение отечественного семеноводства

Бердников Роман Владимирович, генеральный директор ООО «СоюзСемСвекла», кандидат сельскохозяйственных наук. Роман Владимирович — автор ряда научных работ по разработке и применению современных методов генетики и биотехнологии в селекции сахарной свеклы. Является руководителем селекционного-генетического центра «СоюзСемСвекла» с момента образования. Компания организована в 2017 году с целью создания качественно новых, высокопродуктивных, устойчивых к заболеваниям и обладающих выравненностью по основным биологическим и морфологическим признакам отечественных гибридов сахарной свеклы. Проект реализуется в рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы и гарантирует полное обеспечение потребности РФ в семенах сахарной свеклы. На сегодняшний день, в ходе реализации проекта, зарегистрировано 25 гибридов сахарной свеклы собственной селекции в реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, 7 из которых коммерциализированы в 2022 году.



Новые технологии в сельском хозяйстве

Дригидер Виктор Корнеевич, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель научного направления ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Ставропольский край, г. Михайловск.

Виктором Корнеевичем разработана принципиально новая почвозащитная ресурсосберегающая технология выращивания сельскохозяйственных культур (технология No-till), в которой почва не обрабатывается, а заделка семян и удобрений на нужную глубину производится специальными сеялками. Благодаря отказу от обработки почвы и постоянному наличию растительных остатков на ее поверхности улучшаются физические свойства почвы, в ней лучше сохраняется влага, что способствует росту урожайности возделываемых культур на 10-15%. Необрабатываемая почва надежно защищается от проявления ветровой и водной эрозии, увеличивается биоразнообразие, повышается содержание органического вещества и углерода в почве, улучшается ее плодородие.



Стабильность и развитие

Кедик Станислав Александрович, генеральный директор ЗАО «Рубцовский завод запасных частей», Алтайский край, г. Рубцовск. Предприятие занимает одну из ведущих позиций в рейтинге сельхозмашиностроительных производственных предприятий России, входит в ОК «Алмаз». Основное направление деятельности «Рубцовского завода запасных частей» — производство почвообрабатывающей техники и запасных частей к ней. Ежегодно РЗЗ производит 8 млн единиц запасных частей и более 2600 единиц почвообрабатывающих машин и сеялок. Это более 40 моделей техники и более 330 наименований запчастей. Продукция предприятия признана соответствующей требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», а система менеджмента качества предприятия — соответствующей требованиям международного стандарта ISO 9001-2015. Предприятие демонстрирует стабильный рост производства, так, в 2021 году объем производства увеличился на 85%.



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 сельскохозяйственный 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» по ссылке <https://www.ppressa-rf.ru/cat/1/edition/i94062/>.
Подписной индекс — 94062.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.А. Фомин

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

Заместитель главного редактора Т. 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

Дата выхода в свет 04.04.2022 г. Тираж 9500
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR
A.A. Fomin

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

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

Founder and publisher: ООО «E-science»

Certificate of registration media
PI № FS77-49235 of 04.04.2012

Certificate of Moscow registration Chamber
№ 002.043.018 of 04.05.2001

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

Address for postal correspondence:
105064, Moscow, box 62

Date of issue 04.04.2022. Edition 9500
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, зав. кафедрой Государственного университета по землеустройству, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, head of the department of State university of land use planning, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Вершинин В.В.**, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Гордеев А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Долгушкин Н.К.**, глав. уч. секретарь Президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Dolgushkin Nikolai, chapters. academic Secretary of the Presidium of Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Белобров В.П.**, д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.
Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow
- Бунин М.С.**, директор ЦНСХБ, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.
Bunin Mikhail, Director CNSHB, Dr. Econ. Sciences, Professor, honoured. science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Завалин А.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Россия, Москва.
Zavalin Alexey, Acad. RAS, Dr. of agricultural Science, Professor. Russia, Moscow
- Замотаев И.В.**, д-р геогр. наук, проф., Институт географии РАН. Россия, Москва.
Zamotaev Igor, Dr. Georg. Sciences, Professor, Institute of geography RAS. Russia, Moscow
- Иванов А.И.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт». Россия, Санкт-Петербург.
Ivanov Alexey, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences, Professor. Russia, Saint-Petersburg
- Коробейников М.А.**, вице-през. Международного союза экономистов, чл.-кор. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Korobeynikov Mikhail, Vice-PR. International Union of economists, member.-cor. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Никитин С.Н.**, зам. директора ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», д-р с.-х. наук, проф. Россия, Ульяновск.
Nikitin Sergey, Dr. of agricultural science, Professor. Russia, Ulyanovsk
- Романенко Г.А.**, член президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Romanenko Gennady, member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Петриков А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Ушачев И.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
Ushachev Ivan, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Савин И.Ю.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, зам. директора по науч. работе Почвенного института им. В.Докучаева РАН. Россия, Москва.
Savin Igor, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences. Russia, Moscow
- Папаскири Т.В.**, д-р экон. наук, проф. Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Papaskiri Timur, Dr. Econ. Sciences, professor of State university of land use planning. Russia, Moscow
- Серова Е.В.**, д-р экон. наук, проф., директор по аграрной политике НИУ ВШЭ. Россия, Москва.
Serova Eugenia, Dr. Econ. Sciences, prof., Director of agricultural policy NRU HSE. Russia, Moscow
- Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.
Uzun Vasily, Dr. Econ. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow
- Шагайда Н.И.**, д-р экон. наук, проф., директор Центра агропродовольственной политики Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Россия, Москва.
Shagaida Nataliya, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of the Center of agricultural and food policy Russian academy of national economy and public administration. Russia, Moscow
- Широкова В.А.**, д-р геогр. наук, зав. отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН, проф. кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Shirokova Vera, Dr. Georg. Sciences, Professor of Department of soil science, ecology and environmental Sciences State university of land use planning. Russia, Moscow
- Хлыстун В.Н.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Khlystun Viktor, member of the Academy. RAS, Dr. of Econ. PhD, Professor. Russia, Moscow
- Закшевский В.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.
Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh
- Чекмарев П.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, Полномочный представитель Чувашской Республики при Президенте Российской Федерации.
Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Plenipotentiary representative of the Chuvash Republic to the President of the Russian Federation
- Цыпкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.
Tsyppkin Yuri, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow
- Саблук П.Т.**, директор Института аграрной экономики УАН, академик УАН, д-р экон. наук, проф. Украина, Киев.
Sabluk Petro, Director of the Institute of agricultural Economics UAN, UAN academician, Dr. Econ. Sciences, Professor. Ukraine, Kiev
- Гусаков В.Г.**, вице-президент БАН, академик БАН, д-р экон. наук, проф. Белоруссия, Минск.
Gusakov Vladimir, Vice-President of the BAN, Acad. The BAN, Dr. Ekon. Sciences, Professor. Belarus, Minsk
- Пармакли Д.М.**, проф., д-р экон. наук. Республика Молдова, Кишинев.
Permalii Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau
- Ревишвили Т.О.**, академик АСХН Грузии, д-р техн. наук, директор Института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского аграрного университета г. Озургети, Грузия.
Revishvili Temur, Acad. of the Academy of agricultural sciences of Georgia, Dr. Techn. Sciences, director of the Institute of tea, subtropical crops and tea industry of Agricultural university of c. Ozurgeti, Georgia
- Мамедов Г.М.**, д-р филос. по аграр. наукам, зам. директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана. Азербайджанская Республика, Баку.
Mamedov Goshgar, Dr. of philos. in agricultural sciences, Deputy Director for science of Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. Republic of Azerbaijan, Baku
- Перемислов И.Б.**, доктор делового администрирования, профессор делового администрирования в Университете Аргоси. США, Феникс.
Peremislov Igor, DBA – Doctor of Business Administration, Professor of Business Administration in Argosy University. USA, Phoenix
- Сегре Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.
Segre Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna
- Чабо Чаки**, проф., заведующий кафедрой и декан экономического факультета Университета Корвинуса. Венгрия, Будапешт.
Cabo Chuckie, Professor, head of Department and Dean of the faculty of Economics of Corvinus. Hungary, Budapest
- Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.
Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS



ГЛАВНАЯ ТЕМА НОМЕРА THE MAIN THEME OF THE MAGAZINE

Национальная премия имени П.А. Столыпина «Аграрная элита России-2022»
The national prize named after P.A. Stolypin "Agrarian elite of Russia-2022" 107



АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

Петухова М.С., Рудой Е.В., Орлова Н.В. Оценка влияния инновационной активности в сельскохозяйственном производстве на уровень жизни сельского населения
Petukhova M.S., Rudoy E.V., Orlova N.V. Assessment of the impact of innovative activity in agricultural production on the standard of living of rural population 111

Меденников В.И. Цифровая экосистема АПК: научный подход
Medennikov V.I. Digital ecosystem of the agroindustrial complex: a scientific approach 116

Решетникова Н.В. Личное подсобное хозяйство в структуре агропродовольственного комплекса России: исторические предпосылки становления и современное состояние
Reshetnikova N.V. Personal planning in the structure of the agro-food complex of Russia: historical background to formation and the present state 120

Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Модель принятия решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования
Shevchenko V.A., Isaeva S.D., Dedova E.B. Decision-making model in innovative projects for the development of agricultural water management 124



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

Добрянская С.Л., Петухова М.С. Органическое земледелие как одно из приоритетных направлений устойчивого развития сельского хозяйства Новосибирской области
Dobryanskaya S.L., Petukhova M.S. Organic farming as one of the priority directions of sustainable development of agriculture in the Novosibirsk region 129

Шарипов С.А., Титов Н.Л., Харисов Г.А. Факторы институциональной среды инновационного аграрного производства и развития сельских территорий
Sharipov S.A., Titov N.L., Kharisov G.A. Factors of the institutional environment of innovative agricultural production and development of rural territories 133

Сергеева Н.М., Золотарева Е.Л., Головин А.А., Уварова М.Н., Зюкин Д.А. Влияние отраслевой специализации регионов на их экономическое развитие
Sergeeva N.M., Zolotareva E.L., Golovin A.A., Uvarova M.N., Zyukin D.A. Influence of agricultural specialization of regions on their economic development 137

Уланова О.И. Анализ развития животноводства в Пензенской области
Ulanova O.I. Analysis of livestock development in Penza region 142



ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

Папаскири Т.В., Семочкин В.Н., Черкашина Е.В., Баканова Ж.Н., Радионов В.П. Особенности воздействия создаваемых водохранилищ на изменение условий использования прилегающих сельскохозяйственных земель
Papaskiri T.V., Semochkin V.N., Cherkashina E.V., Bakanova Zh.N., Radionov V.P. Features of the impact of the created reservoirs on the change in the conditions of use of adjacent agricultural land 146

Широкова В.А., Мулин М.О. Оценка антропогенной нагрузки на земельный фонд водосборной территории реки Цимла на основе расчета эколого-хозяйственного баланса ее территории
Shirokova V.A., Mulin M.O. Assessment of anthropogenic pressures on the land fund of the catchment area of the Cimla river on the basis of calculation of the ecological-economic balance of its territory 152



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

Кабунина И.В., Прахова Т.Я. Оценка эффективности возделывания горчицы белой на маслосемена в условиях Среднего Поволжья
Kabunina I.V., Prakhova T.Ya. Efficiency evaluation of cultivation of white mustard for oilseeds in the Middle Volga region 157

Моторная Л.В., Хаджиди А.Е. Рациональное водопользование и экологическая безопасность оросительных систем
Motornaya L.V., Khadzhibi A.E. Rational water use and environmental protection safety of irrigation systems 161

Прахова Т.Я. Сортоиспытание нигеллы посевной (*Nigella sativa*) в условиях лесостепи Среднего Поволжья
Prakhova T.Ya. Variety testing of the nigella sowing (*Nigella sativa*) in the forest steppe of the Middle Volga region 165

Григулецкий В.Г., Яблонская Е.К., Белокур Е.В., Казакевич А.В., Долженко Е.Н. Цифровая методика оценки эффективности применения «зеленых» удобрений
Griguletskiy V.G., Yablonskay E.K., Belokur E.V., Kazakevich A.V., Dolzhenko E.N. The digital methodology for the applications assessment of the "green" fertilizers 169

Дубовик Д.В., Дубовик Е.В., Морозов А.Н., Шумаков А.В. Изменение плодородия чернозема типичного при различных способах основной обработки почвы в посевах сои
Dubovik D.V., Dubovik E.V., Morozov A.N., Shumakov A.V. Changes in the fertility of typical chernozem with various methods of primary tillage under soybeans 173

Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я. Эффективность агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои в почвенно-климатических условиях Курской области
Lazarev V.I., Minchenko Zh.N., Bashkatov A.Ya. The efficiency of ECO-SP agrochemical based on humus substances applied in soybeans under the soil and climatic conditions of Kursk region 177

Серков В.А., Кабунина И.В. Состояние и перспективы селекции однодольной конопли среднеуресского экотипа
Serkov V.A., Kabunina I.V. State and prospects of selection of monoecious cannabis of the Middle Russian ecotype 183

Белобров В.П., Шаповалов Д.А., Юдин С.А., Ермолаев Н.Р. Влияние прямого посева и структуры почвенного покрова на изменчивость равновесной плотности типичного чернозема
Belobrov V.P., Shapovalov D.A., Yudin S.A., Ermolaev N.R. Influence of no-till and soil cover structure on the variability bulk density of a typical chernozem 188

Аканова Н.И., Стромский А.С., Стромский А.А., Троц В.Б., Троц Н.М. Агроэкологическая эффективность использования в сельском хозяйстве вторичных ресурсов производства калийных удобрений
Akanova N.I., Stromsky A.S., Stromsky A.A., Trots V.B., Trots N.M. Agroecological efficiency of the use of secondary resources of potash fertilizer production in agriculture 194

Федотова Л.С., Визирская М.М., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Эффективность применения различных форм нитроаммофосок, азотных и водорастворимых NPK-удобрений при возделывании картофеля
Fedotova L.S., Vizirskaya M.M., Timoshina N.A., Knyazeva E.V. Efficiency of various forms of nitro-ammophoses, nitrogenic and water-soluble NPK-fertilizers in potatoes growing 200

Петрова С.Н., Калиничева Е.Ю., Мельник А.Ф., Зюкин Д.В., Зюкин Д.А. Эффективность зернового хозяйства в результате изменения затрат на минеральные удобрения
Petrova S.N., Kalinicheva E.Yu., Melnik A.F., Zyukin D.V., Zyukin D.A. The efficiency of grain farming as a result of changes in the costs of mineral fertilizers 205

Кузина Е.В. Засоренность посевов горчицы в зависимости от способов основной обработки почвы
Kuzina E.V. Mustard panel contamination depending on the methods of the basic soil treatment 209

Вагунин Д.А., Иванова Н.Н. Сенокосные травостои на основе козлятника восточного на осушаемых землях гумидной зоны
Vagunin D.A., Ivanova N.N. Hay stands based on eastern goat's rue on drained lands of the humid zone 213



АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Научная статья

УДК 322.1

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_111

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА УРОВЕНЬ ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

М.С. Петухова¹, Е.В. Рудой², Н.В. Орлова¹

¹Институт аграрных исследований, Национальный исследовательский университет
Высшая школа экономики, Москва, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Аннотация. В статье осуществлена попытка оценить влияние различных показателей, характеризующих уровень инновационной активности в сельскохозяйственном производстве на показатели уровня и качества жизни сельского населения России. В качестве независимых переменных были определены затраты на инновации, число высокопроизводительных рабочих мест, производительность труда, уровень инновационной активности. Зависимые переменные — уровень занятости сельского населения, коэффициент миграционного прироста сельского населения. Интегрирующим показателем, оценивающим уровень и качество жизни сельского населения выступила рейтинговая оценка, полученная Всероссийским институтом аграрных проблем и информатики имени А.А. Никонова в рамках разработанного рейтинга субъектов Российской Федерации по качеству жизни сельского населения в 2019 г. В результате проведенного исследования выявлено, что показатели инновационной деятельности в сельскохозяйственном производстве имеют положительную, умеренную связь с качеством жизни сельского населения. Внедрение инновационных технологий обладает кумулятивным эффектом, позволяющим повысить производительность труда, и соответственно заработную плату работников, увеличивает уровень занятости в сельской местности и является одним из факторов обеспечения миграционного притока в сельскую местность. Последнее обусловлено тем, что приток населения в сельскую местность во многом обеспечивается привлекательностью сельскохозяйственного производства и наличием высокопроизводительных рабочих мест для квалифицированных специалистов. При этом, негативным последствием внедрения инноваций может стать усиление социального расслоения по уровню доходов сельского населения. Так как происходит создание новых рабочих мест для высококвалифицированных специалистов с более высокой заработной платой и освобождение низкоквалифицированных рабочих мест.

Ключевые слова: сельские территории, инновационная активность, производительность труда, сельскохозяйственное производство, затраты на инновации, корреляционно-регрессионный анализ

Original article

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF INNOVATIVE ACTIVITY IN AGRICULTURAL PRODUCTION ON THE STANDARD OF LIVING OF THE RURAL POPULATION

M.S. Petukhova¹, E.V. Rudoy², N.V. Orlova¹

¹Institute of Agricultural Research National Research University
Higher School of Economics, Moscow, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article attempts to assess the impact of various indicators characterizing the level of innovation activity in agricultural production on the indicators of the level and quality of life of the rural population of Russia. The costs of innovation, the number of high-performance jobs, labor productivity, and the level of innovation activity were determined as independent variables. Dependent variables are the level of employment of the rural population, the coefficient of migration growth of the rural population. The integrating indicator assessing the level and quality of life of the rural population was the rating assessment received by the All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov within the framework of the developed rating of the subjects of the Russian Federation on the quality of life of the rural population in 2019. As a result of the conducted research, it was revealed that the indicators of innovative activity in agricultural production have a positive, moderate relationship with the quality of life of the rural population. The introduction of innovative technologies has a cumulative effect that allows to increase labor productivity, and, accordingly, the wages of workers, increases the level of employment in rural areas and is one of the factors ensuring migration inflow to rural areas. The latter is due to the fact that the influx of population into rural areas is largely ensured by the attractiveness of agricultural production and the availability of high-performance jobs for qualified specialists. At the same time, a negative consequence of the introduction of innovations may be the strengthening of social stratification by the income level of the rural population. Since there is a creation of new jobs for highly qualified specialists with higher wages and the release of low-skilled jobs.

Keywords: rural areas, innovation activity, labor productivity, agricultural production, innovation costs, correlation and regression analysis

Введение. Данное исследование является начальным этапом в изучении масштабной проблемы влияния инноваций на устойчивое

развитие сельских территорий, выполняемое в рамках работы зеркальной лаборатории Института аграрных исследований НИУ ВШЭ и

Новосибирского ГАУ. На данном этапе будет проведена оценка зависимости инновационной активности в сельскохозяйственном производстве



и уровня жизни в сельской местности. В последующих исследованиях будет проводиться оценка влияния инновационной активности не только в сельскохозяйственной деятельности, но и других ее видах, а также влияния цифровизации на уровень и качество жизни сельского населения.

Сельские территории — стратегически важный ресурс России, обеспечивающий ее территориальную целостность, продовольственную безопасность и социальную стабильность. Исторически сельскохозяйственное производство преимущественно было сосредоточено в сельской местности. От уровня развития, на котором находится сельхозпроизводитель, зависели и уровень, и качество жизни сельского населения. Однако экономические и технологические изменения, происходящие в современном обществе способны оказать радикальное влияние на жизнь в сельской местности, как положительное, так и отрицательное. С одной стороны, переход к новому технологическому укладу позволяет увеличить производительность труда, что ведет к росту заработной платы, и соответственно росту уровня жизни. С другой, внедрение роботизированных и цифровых технологий сокращает численность занятых в производстве и приводит к росту безработицы.

Таким образом, цель данного исследования заключается в оценке влияния уровня инновационной активности в сельскохозяйственном производстве на уровень развития сельских территорий России.

Для достижения данной цели решены следующие задачи:

- 1) проведен эмпирический анализ литературных источников по теме исследования;
- 2) выявлены показатели для оценки уровня инновационной активности в сельском хозяйстве и уровня развития сельских территорий;
- 3) проведен корреляционно-регрессионный анализ влияния инновационной активности в сельскохозяйственном производстве на уровень развития сельских территорий;
- 4) сформулированы выводы о силе и направлении связи между исследуемыми показателями.

Объектом наблюдения выступили сельские территории субъектов РФ.

Предмет исследования — показатели, характеризующие уровень инновационной активности в сельском хозяйстве и показатели для оценки уровня развития сельских территорий.

Материалы и методы. В исследовании в качестве информационной базы для оценки уровня развития сельских территорий взяты показатели, полученные Всероссийским институтом аграрных проблем и информатики имени А.А. Никонова в рамках разработки рейтинга субъектов Российской Федерации по качеству жизни сельского населения. Благодаря проведению балльно-рейтингового анализа институтом получена интегральная оценка, характеризующая качество жизни сельского населения, которая и была использована в данном исследовании в качестве зависимой переменной в корреляционно-регрессионном анализе.

Также в качестве информационной базы исследования выступили материалы статистических сборников Росстата, аналитические отчеты, труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам инновационного развития сельских территорий и др.

Методологическая база исследования включает в себя методы анализа и синтеза, монографический и абстрактно-логический методы,

а также методы статистического анализа и экономико-математическое моделирование.

Результаты исследования и их обсуждение. Создавая инновационный потенциал и внедряя инновационные решения, сельские районы могут преодолеть присущие им проблемы и оставаться жизнеспособными местами для бизнеса. Существует множество аспектов сельских инноваций, включая характеристики инноваци-

онных экосистем, условия для местного бизнеса, промышленное разнообразие, доступ к физической и цифровой инфраструктуре, отношения с городскими партнерами и многое другое [1].

По нашему мнению, экономический рост и устойчивость не являются взаимоисключающими и могут быть стимулированы инновациями, к которым должны иметь доступ сельхозтоваропроизводители и сельские жители.

Таблица 1. Исходные данные для проведения корреляционно-регрессионного анализа за 2019 г. [8]
Table 1. Initial data for correlation and regression analysis for 2019 [8]

Субъект РФ	Уровень инновационной активности, %	Затраты на инновации, тыс. руб.	Производительность труда, млн/чел.	Число высокопроизв. раб. мест	Баллы в рейтинге
Белгородская область	7,05	1 522,0	5 640,2	33 380	61,6
Брянская область	0	1,0	4 455,4	11 242	46,4
Воронежская область	11,4	999,2	5 798,4	23 285	60,7
Курская область	5,6	2 191,5	7 024,5	20 071	56,5
Липецкая область	13,2	11 920,6	4 722,4	18 069	68,6
Московская область	2,9	129,0	3 744,9	9 555	54,6
Орловская область	0	23,0	5 343,9	11 695	47,6
Рязанская область	5,35	554,4	4 598,6	8 099	49,7
Смоленская область	0	0,4	2 656,2	1 568	43,7
Тамбовская область	14,5	2 046,6	5 947,7	17 492	58
Тверская область	0	196,0	3 232,9	3 472	41,2
Тюльская область	0	19,4	5 350,1	9 203	47,7
Республика Карелия	0	11,2	666,4	234	41,8
Республика Коми	0	937,5	1 295,1	1 536	54,3
Архангельская область	6,3	38,9	821,8	977	40,3
Вологодская область	7,1	407,1	1 668,	3 829	46,7
Ленинградская область	3,3	4 649,6	3 196,2	9 115	52
Новгородская область	12,5	0,1	2 742,4	1 973	39,8
Краснодарский край	7,85	6 678,2	4 378,4	21 392	59,6
Волгоградская область	4,4	5 219,8	5 029,5	15 964	53,9
Ростовская область	3,3	3 875,9	5 388,3	27 952	59,9
Республика Башкортостан	3,3	18,0	3 351,4	7 590	57,9
Республика Мордовия	4,15	1 292,7	4 000,7	13 008	49,3
Республика Татарстан	20	738,4	4 551,2	4 313	61,5
Удмуртская Республика	1,1	134,7	2 214,6	10 257	53,7
Чувашская Республика	7,7	3 846,6	3 843,	3 391	56,4
Пермский край	3	7,2	1 731,	2 178	49,2
Кировская область	0	370,4	1 783,9	12 884	45,5
Нижегородская область	5,3	1,8	2 641,8	9 976	53,4
Оренбургская область	0	46,6	2 162,1	4 642	59,6
Пензенская область	6,1	125,6	2 837,	14 338	53,7
Самарская область	3,1	5,6	5 646,7	5 133	60,6
Курганская область	8,1	19,6	5 138,1	1 832	49,4
Ульяновская область	5,6	17,7	4 435,	2 608	60,3
Свердловская область	2,4	93,9	2 890,1	2 451	45,6
Тюменская область	11,4	539,7	3 154,	5 558	58,2
Челябинская область	4	137,9	4 669,5	4 190	55,9
Республика Тыва	0	13,0	5 206,5	106	46,2
Алтайский край	6,7	346,0	2 605,5	19 723	53,4
Красноярский край	3,5	40,6	2 384,	603	50,8
Иркутская область	0	19,3	2 447,3	3 019	46
Новосибирская область	3,2	19,9	2 440,	8 563	54,8
Омская область	9,9	240,2	3 316,8	6 338	51,3
Томская область	12,2	147,0	3 197,9	662	50,9
Республика Саха (Якутия)	1,6	9,2	4 652,5	552	50,8
Амурская область	10,7	2,0	4 900,1	5 688	53
Приморский край	2,7	1,2	1 581,8	2 431	43,7



В заявлении ОЭСР о политике в области развития инноваций в сельской местности подчеркивается важность «цифрового измерения» и говорится, что «инновации будут иметь решающее значение для будущей конкурентоспособности и устойчивости сельской экономики». В документе указывается, что цифровые технологии и инновации — это поддержка качества жизни, более высокого ее уровня, государственных услуг для сельских жителей, лучшего использования ресурсов, меньшего воздействия на окружающую среду и новых возможностей для сельскохозяйственных цепочек создания стоимости с точки зрения продукции и улучшенных бизнес-процессов [2].

Помимо цифровых услуг, сельская экономика традиционно ассоциируется с сельским хозяйством и производством продуктов питания. Хотя современная экономика диверсифицировалась и в сельских районах, ориентация инновационной политики на первичный сектор по-прежнему имеет важное значение.

В обширной эмпирической литературе документально подтверждено, что внедрение сельскохозяйственных технологий сокращает бедность, увеличивает доходы домашних хозяйств, повышает производительность, как правило, открывает больший доступ к участии в рынках, повышает продовольственную безопасность и общее социальное благосостояние [1, 3, 4, 5].

Как показывает мировой опыт, повышение производительности труда — это одно из основных и наиболее эффективных средств для повышения уровня жизни в сельской местности. Согласно множеству исследований, мероприятия в области сельскохозяйственных исследований и разработок, направленные на интенсификацию сельхозпроизводства, приводят к росту производительности труда, и соответственно к снижению уровня бедности в сельской местности и удовлетворению растущих потребностей в продовольствии. Техничко-технологическая модернизация производств позволяет увеличить реальные доходы сельского населения, создать новые рабочие места, а также оказывает мультипликативный эффект на другие виды деятельности в сельских территориях, не связанных с сельхозпроизводством [3, 4, 5].

В исследовании [3], показано, что производительность сельскохозяйственного производства оказывает положительное влияние на рост благосостояния домохозяйств со средним и высоким уровнем доходов и негативное — на бедные домохозяйства. Помимо этого, рост производительности труда на 10% в предыдущем году, как правило, приводит к увеличению уровня потребления в среднем на 2%, за счет повышения реальных доходов домохозяйств.

Ву и др. провели исследование в сельских районах Китая и обнаружили, что внедрение сельскохозяйственных технологий оказало положительное влияние на благосостояние фермеров, в том числе за счет повышения доходов домашних хозяйств [3].

На основе опыта экономически развитых стран видна сильная зависимость между уровнем развития производства и уровнем и качеством жизни населения. Создание одного нового рабочего места в сельскохозяйственном производстве мультиплицирует создание в десятки раз большего количества рабочих мест в других отраслях. Чем выше эффективность сельскохозяйственного производства, тем больше возникает возможностей для развития социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры сельской местности [6].

Таким образом, инновации в сельскохозяйственном производстве дают возможность повысить производительность труда, урожайность сельхозкультур и продуктивность сельскохозяйственных, решить растущие социальные проблемы, связанные с качеством питания, отслеживаемостью продукции и др.

В связи с этим необходимо провести корреляционно-регрессионный анализ, оценивающий влияние инноваций в сельскохозяйственном производстве на развитие сельских территорий России.

Основным показателем, выбранным для оценки уровня развития сельских территорий, является интегральный показатель в виде рейтинговой оценки, полученной Всероссийским институтом аграрных проблем и информатики имени А.А. Никонова [7]. Данным институтом был составлен рейтинг субъектов Российской Федерации по качеству жизни сельского населения. В интегральный показатель входят следующие группы показателей, характеризующие: демографическую ситуацию, здоровье населения, уровень доходов, уровень безработицы, безопасность проживания, инвестиции, ресурсы личных подсобных хозяйств и других индивидуальных хозяйств граждан, сельский жилищный фонд, социальную и инженерную инфраструктуру села. Таким образом, зависимой переменной (Y) в последующем корреляционно-регрессионном анализе выступит итоговая оценка, полученная в результате ранжирования.

В качестве независимых переменных, характеризующих инновационное развитие сельских территорий, выбраны следующие показатели:

- 1) уровень инновационной активности в сельском хозяйстве региона — x_1 ;
- 2) затраты на внедрение инноваций в сельское хозяйство региона — x_2 ;
- 3) производительность труда в сельском хозяйстве региона — x_3 ;
- 4) число высокопроизводительных рабочих мест в сельском хозяйстве региона — x_4 .

Производительность труда была рассчитана как отношение валовой продукции сельского хозяйства региона к численности занятых в сельскохозяйственном производстве.

В таблице 1 представлены исходные данные для проведения корреляционно-регрессионного анализа с помощью вышеперечисленных показателей.

Уравнение регрессии в данном случае выглядит следующим образом:

$$Y = 44,4 + 0,35x_1 + 0,0007x_2 + 0,001x_3 + 0,0002x_4.$$

Проверка на надежность полученного уравнения показала, что $F_{\text{табл.}} < F_{\text{факт.}}$, т.е. уравнение регрессии — статистически значимо и надежно. Кроме того, множественный коэффициент корреляции равен 0,7, что говорит о хорошей связи независимых и зависимых переменных.

Анализ коэффициентов регрессии показал, что наибольшее влияние, из исследуемых переменных, на качество жизни сельского населения России оказывает уровень инновационной

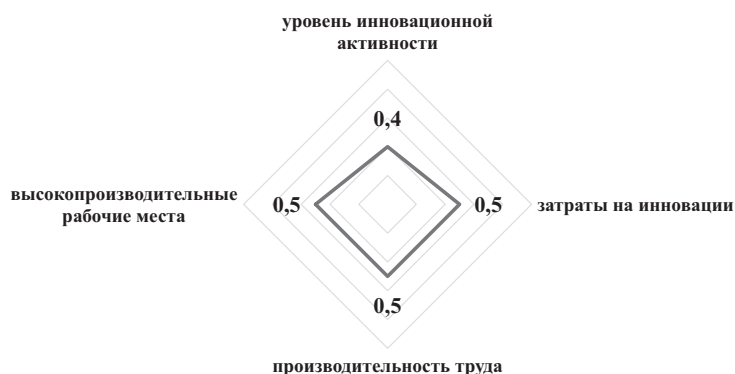


Рисунок 1. Влияние (коэффициент корреляции) показателей инновационной деятельности в сельскохозяйственном производстве на качество жизни сельского населения
Figure 1. Influence (correlation coefficient) of indicators of innovation activity in agricultural production on the quality of life of rural population

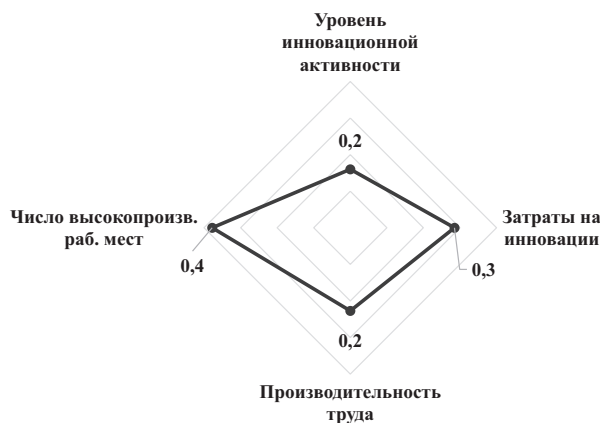


Рисунок 2. Влияние (коэффициент корреляции) показателей инновационной деятельности на уровень занятости в сельских территориях России
Figure 2. Influence (correlation coefficient) of innovation activity indicators on the level of employment in rural areas of Russia





активности в сельскохозяйственном производстве региона. Данный показатель характеризует долю сельхозтоваропроизводителей, осуществляющих инновации (технологические, организационные, маркетинговые). Чем выше значение данного показателя, тем выше качество жизни сельского населения.

Также видим, что все исследуемые независимые переменные оказывают положительное влияние на качество жизни сельского населения. Поэтому можно сделать вывод, что

инновационная деятельность в сельскохозяйственном производстве оказывает заметное и положительное влияние на качество и уровень жизни населения в сельской местности.

Анализ коэффициентов корреляции, характеризующих силу воздействия показателей инновационной деятельности на положение субъекта РФ в рейтинге качества жизни сельского населения в 2019 г., показал положительную умеренную связь между данными показателями (рис. 1).

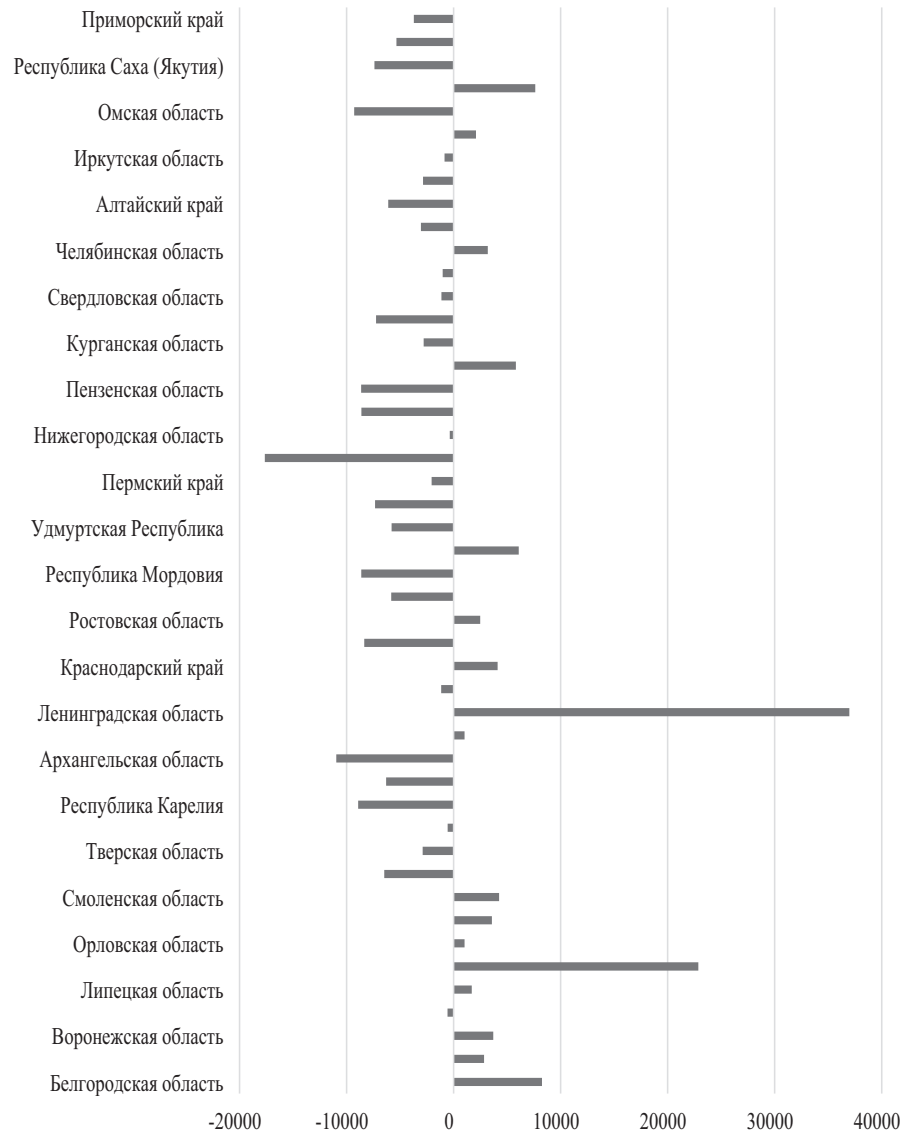


Рисунок 3. Коэффициент миграционного прироста сельского населения в 2020 г. по субъектам РФ
Figure 3. The coefficient of migration growth of rural population in 2020 by subjects of the Russian Federation



Рисунок 4. Влияние (коэффициент корреляции) показателей инновационной деятельности на показатель миграционного прироста в сельских территориях
Figure 4. Influence (correlation coefficient) of innovation activity indicators on migration growth in rural areas

Зачастую можно встретить мнение, что внедрение инноваций в сельскохозяйственное производство приводит к повышению уровня безработицы и высвобождению рабочей силы. Как показал корреляционный анализ, повышение уровня инновационной активности, числа высокопроизводительных рабочих мест, производительности труда и затрат на инновации ведет к росту уровня занятости в сельской местности. Коэффициенты корреляции имеют положительное значение, сила связи — слабая или умеренная (рис. 2).

Внедрение инноваций в сельскохозяйственное производство (в виде роботизированных и цифровых технологий), как правило, более быстрыми темпами создает новые рабочие места, нежели их сокращает [9].

Один из наиболее объективных показателей, характеризующих качество жизни в сельской местности — это коэффициент миграционного прироста сельского населения, который показывает отношение миграционного прироста к среднегодовой численности постоянного населения в сельской местности. Положительное значение данного коэффициента говорит о том, что приток сельского населения превышает его отток. Чем выше коэффициент миграционного прироста сельского населения, тем лучше качество и уровень жизни в сельской местности, что обеспечивает условия для миграционного притока населения в сельскую местность.

На рис. 3 представлены коэффициенты миграционного прироста сельского населения по субъектам РФ в 2019 г.

Наибольшее значение данного коэффициента достигнуто в Ленинградской и Московской областях. Это обусловлено расширением крупнейших российских городских агломераций. Также положительное значение коэффициента имеют Томская, Белгородская, Самарская области, Республика Татарстан, Краснодарский край. Это субъекты РФ, имеющие развитый агропромышленный комплекс, где происходит внедрение инноваций в сельскохозяйственное производство.

На рис. 4 представлено влияние показателей инновационной деятельности в сельхозпроизводстве на коэффициент миграционного прироста сельского населения.

Невысокие значения коэффициентов корреляции обусловлены тем, что инновации — это лишь один из факторов, оказывающих влияние на миграционный прирост сельского населения. Помимо этого, на привлечение населения в сельскую местность оказывают влияние еще множество других факторов: географическое положение, социальная, инженерная и транспортная инфраструктура и др. Главное, что показатели инновационной деятельности имеют положительную корреляцию с коэффициентом миграционного прироста. Т.е., чем больше затрат на инновации осуществляется в сельхозпроизводстве региона и чем больше высокопроизводительных рабочих мест там создано [10] — тем выше приток населения в сельскую местность.

Заключение. Таким образом, внедрение инновационных технологий в сельскохозяйственное производство обладает кумулятивным эффектом, позволяющим повысить производительность труда, и соответственно заработную плату работников, увеличивает уровень занятости в сельской местности и является одним из факторов обеспечения миграционного притока в сельскую местность.

Инновации в сельскохозяйственном производстве дают возможность обеспечения устойчивого развития сельских территорий,



интегрирующего в себе экономического, экологического и социального аспекты развития. Т.е. внедрение инноваций должно не только быть направленным на сокращение себестоимости сельскохозяйственной продукции, но и обеспечивать экологическую безопасность производства и рост социального благополучия сельского населения. К таким направлениям научно-технологического развития сельхозпроизводства можно отнести биотехнологии и органическое сельское хозяйство, точное земледелие и др. [12]

Инновации должны стать инструментом для сохранения устойчивости сельских территорий и обеспечения их воспроизводства; эффективным решением социально-экономических проблем села.

Не смотря на все положительные эффекты, внедрение инноваций в сельскохозяйственное производство может привести и к некоторым негативным последствиям. Так, например, инновационное развитие создает новые рабочие места для высококвалифицированных специалистов с более высокой заработной платой и освобождает низкоквалифицированные рабочие места [12, 15]. Это может привести к усилению расслоения сельского населения по уровню денежных доходов. Поэтому необходимо активное государственное вмешательство, направленное на решение данной проблемы [16]. Как один из вариантов — это поддержка переподготовки специалистов, которые потеряли работу из-за внедрения роботизированных или цифровых технологий.

Список источников

- Dax T. and Oedl-Wieser T. Rural innovation activities as a means for changing development perspectives — An assessment of more than two decades of promoting LEADER initiatives across the European Union // *Studies in Agricultural Economics*. 2016. № 118. Pp. 30-37.
- Rural Innovation and Rural Policy // OECD. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://enrd.ec.europa.eu/sites/default/files/w30_rural-innovation_von-meyer.pdf (дата обращения 13.12.2021).
- Amarea M., Cissé J.D., Jensen N.D. and Shiferawa B. The Impact of Agricultural Productivity on welfare growth of farm households in Nigeria: A panel data analysis. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/bp143e/bp143e.pdf> (дата обращения 25.11.2021).
- Achieving Sustainable Rural Development through Agricultural Innovation // COMMITTEE ON AGRICULTURE. FAO. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/mr236e/mr236e.pdf> (дата обращения 3.12.2021).
- Arfini F., Antonioli F., Cozzi E. [et. all]. Sustainability, Innovation and Rural Development: The Case of Parmigiano-Reggiano PDO // *Sustainability*. 2019. № 11. 4978.
- Стовба Е.В., Стовба А.В. Инновации как фактор устойчивого развития сельских территорий // *Modern Research of Social Problems*. 2015. № 5 (49). С. 706-720.

Информация об авторах:

Петухова Марина Сергеевна, кандидат экономических наук, научный сотрудник, Институт аграрных исследований, Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, russian_basket11@mail.ru
Рудой Евгений Владимирович, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, ректор, Новосибирский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3311-9991>, rudoj1980@gmail.com
Орлова Надежда Владимировна, заведующая отделом экономики инноваций в сельском хозяйстве, Институт аграрных исследований, Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, nvorlova@hse.ru

Information about the authors:

Marina S. Petukhova, candidate of economic sciences, researcher at the institute of agrarian research, National research university, Higher school of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, russian_basket11@mail.ru
Evgeny V. Rudoy, doctor of economics, professor, corresponding member of the Russian academy of sciences, rector, Novosibirsk state agrarian university, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3311-9991>, rudoj1980@gmail.com
Nadezhda V. Orlova, head of the department of innovation economics in agriculture, Institute of agrarian research, national research university higher school of economics, nvorlova@hse.ru

7. Рейтинг субъектов Российской Федерации по качеству жизни сельского населения. М.: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова — филиал ФНЦ ВНИИЭХС, 2020. 99 с.

8. ЕМИСС. Официальные статистические показатели. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fedstat.ru/indicator/30950> (дата обращения: 11.11.2021).

9. Корягина Е.Н. Влияние внедрения инноваций на занятость населения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/m2016/iem/koryagina/library/article3.pdf> (дата обращения 14.12.2021).

10. Петухова М.С. Влияние инноваций на развитие сельских территорий регионов России // *Столыпинский вестник*. 2021. Т. 3. № 4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2021/09/33.pdf> (дата обращения 14.12.2021).

11. Богачев А.И. Инновационная деятельность в сельском хозяйстве России: современные тенденции и вызовы // *Вестник НГИЭИ*. 2019. № 5 (96). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-deyatelnost-v-selskom-hozyai-stve-rossii-sovremennye-tendentsii-i-vyzovy> (дата обращения: 14.12.2021).

12. Петухова М.С. Прогноз долгосрочного научно-технологического развития зерновой отрасли России. Новосибирск, 2021. 180 с.

13. Шелковников С.А., Петухова М.С., Алексеев А.А. Теоретические основы управления сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика*. 2020. Т. 28. № 1. С. 137-145.

14. Санду И.С., Савенко В.Г., Гасанова Х.Н. Освоение инноваций в агропромышленном комплексе: опыт и проблемы. М.: ФГУ РЦСК. 2006. 136 с.

15. Новые технологии и рынок труда: роботы или люди. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://econs.online/articles/opinions/novye-tehnologii-i-rynok-trudaroboty-ili-lyudi/> (дата обращения: 14.12.2021).

16. Рудой Е.В. Сибирское село: особенности и условия комплексного развития // *Вестник российской академии наук*. 2021. № 4. С. 329-334.

17. Шелковников С.А., Алексеев А.А., Петухова М.С., Эссауленко Д.В. Концептуальные основы управления «умными» теплицами // *Экономика и предпринимательство*. 2019. № 1 (102). С. 720-723.

References

- Dax T. & Oedl-Wieser T. (2016). Rural innovation activities as a means for changing development perspectives — An assessment of more than two decades of promoting LEADER initiatives across the European Union. *Studies in Agricultural Economics*, no. 118, pp. 30-37.
- Rural Innovation and Rural Policy. OECD. Available at: https://enrd.ec.europa.eu/sites/default/files/w30_rural-innovation_von-meyer.pdf (accessed 13 December 2021).
- Amarea M., Cissé J.D., Jensen N.D. and Shiferawa B. The Impact of Agricultural Productivity on welfare growth of farm households in Nigeria: A panel data analysis. Available at: <https://www.fao.org/3/bp143e/bp143e.pdf> (accessed 25 November 2021).
- Achieving Sustainable Rural Development through Agricultural Innovation. Available at: <https://www.fao.org/3/mr236e/mr236e.pdf> (accessed 3 December 2021).

5. Arfini F., Antonioli F., Cozzi E. [et. all]. (2019). Sustainability, Innovation and Rural Development: The Case of Parmigiano-Reggiano PDO. *Sustainability*, no. 11, 4978.

6. Stovba E.V., Stovba A.V. (2015). Innovacii kak faktor us-tojchivogo razvitiya sel'skix territorij [Innovation as a factor of sustainable rural development]. *Modern Research of Social Problems*, no. 5 (49), pp. 706-720.

7. All-Russian institute of agrarian problems and informatics named after A.A. Nikonov (2020). *Rejting sub'ektorov Rossijskoj Federacii po kachestvu zhizni sel'skogo naseleniya*. [Rating of the subjects of the Russian Federation on the quality of life of the rural population], Moscow: All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov, 99 p.

8. ЕМИСС. Официальные статистические показатели. [Official statistical indicators]. Available at: <http://fedstat.ru/indicator/30950> (accessed: 11 November 2021).

9. Koryagina E.N. Vliyanie vnedreniya innovacij na zanyatost' naseleniya. [The impact of innovation on employment]. Available at: <http://masters.donntu.org/m2016/iem/koryagina/library/article3.pdf> (accessed: 14 December 2021).

10. Petuxova M.S. (2021). Vliyanie innovacij na razvitiye sel'skix territorij regionov Rossii [The impact of innovations on the development of rural areas of Russian regions]. *Stoly'pinskiy vestnik*, vol. 3, no. 4. Available at: <http://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2021/09/33.pdf> (accessed: 14 December 2021).

11. Bogachev A.I. (2019). Innovatsionnaya deyatel'nost' v sel'skom hozyajstve Rossii: sovremennye tendentsii i vyzovy [Innovative activity in agriculture of Russia: current trends and challenges]. *Vestnik NGEI*, no. 5(96). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-deyatelnost-v-selskom-hozyai-stve-rossii-sovremennye-tendentsii-i-vyzovy> (accessed: 14 December 2021).

12. Petuxova M.S. (2021). Prognoz dolgosrochnogo nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya zernovoj otrasli Rossii [Forecast of long-term scientific and technological development of the grain industry in Russia]. Novosibirsk, 180 p.

13. Shelkovnikov S.A., Petuxova M.S. & Alekseev A.A. (2020). Teoreticheskie osnovy upravleniya sel'skoxozyajstvenny'm proizvodstvom na osnove cifrovoy'x texnologij [Theoretical foundations of agricultural production management based on digital technologies]. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika*, vol. 28., no. 1, pp. 137-145.

14. Sandu I.S., Savenko V.G. & Gasanova X.N. (2006). Osvoenie innovacij v agropromyslennom komplekse: opyt i problemy [Mastering innovations in the agro-industrial complex: experience and problems]. Moscow: FSU «RCAC», 136 p.

15. Novye texnologii i rynek truda: roboty ili lyudi [New technologies and the labor market: robots or people]. Available at: <http://econs.online/articles/opinions/novye-tehnologii-i-rynok-trudaroboty-ili-lyudi/> (accessed: 14 December 2021).

16. Rudoj E.V. (2021). Sibirskoe selo: osobennosti i usloviya kompleksnogo razvitiya [Siberian village: features and conditions of integrated development]. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk*, no. 4, pp. 329-334.

17. Shelkovnikov S.A., Alekseev A.A., Petuxova M.S. & Essaulenko D.V. (2019). Konceptual'ny'e osnovy upravleniya «umny'mi» teplicami [Conceptual foundations of the management of «smart» greenhouses]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, no. 1(102), pp. 720-723.





Научная статья

УДК 631.171:658.011.56

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_116

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА АПК: НАУЧНЫЙ ПОДХОД

В.И. МеденниковФедеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН,
Москва, Россия

Аннотация. В работе с системных позиций рассматривается процесс детерминализации появившихся в связи со всеобщей цифровизацией общества новых понятий: «цифровая экосистема», «экосистема цифровой экономики», «цифровая бизнес-экосистема», «цифровая платформенная экосистема» и т.д. Показано, что бизнес-сообщество в погоне за модными словами, уже не обладающими научной точностью, приводит к упрощению заключенных в них понятий, которые в результате теряют строгую концептуальность, системность, однозначность. Многозначность данных понятий, усиленная такой же неопределенностью трактовки цифровой платформы, представленной десятками определений, ведет к размыванию и запутыванию научного системного подхода к цифровизации управления реальной экономики, к ее дезинтеграции, то есть ведет к огромному числу вариантов развития данного процесса, препятствующему выполнению основного требования цифровой экономики — максимальной интеграции данных и алгоритмов. На примере агропромышленного комплекса, как наиболее из всех других отраслей соответствующего классическому пониманию экосистемы из-за наличия огромного разнообразия биологических видов животных и растений, природных факторов, земельных ресурсов, дано системное, научное определение цифровой экосистемы, обоснованное математическим моделированием. Исходя из данного определения и результатов моделирования, в работе рассматриваются методы формирования научно обоснованной цифровой экосистемы агропромышленного комплекса, основу которой составляет единое информационное интернет-пространство цифрового взаимодействия страны, интегрирующего единую цифровую платформу управления производством и единую платформу информационных научно-образовательных ресурсов. Комплексная реализация представленной цифровой экосистемы АПК позволит сократить затраты на выполнение программы цифровой экономики в десятки-сотни раз со значительно большей эффективностью.

Ключевые слова: цифровая экосистема, цифровая платформа управления, агропромышленный комплекс, математическая модель

Благодарности: исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-00836 «Научные основы формирования единой цифровой платформы (единого информационного Интернет-пространства) аграрных научно-образовательных ресурсов на основе математического моделирования».

Original article

DIGITAL ECOSYSTEM OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX: A SCIENTIFIC APPROACH

V.I. MedennikovFederal Research Center “Computer Science and Control”
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The work considers the process of determinologization of new concepts that have appeared in connection with the general digitalization of society from a systemic standpoint: “digital ecosystem”, “ecosystem of the digital economy”, “digital business ecosystem”, “digital platform ecosystem”, etc. It is shown that the business community, in pursuit of fashionable words that no longer have scientific accuracy, leads to a simplification of the concepts contained in them, which, as a result, lose their strict conceptuality, consistency, and unambiguity. The ambiguity of these concepts, reinforced by the same uncertainty in the interpretation of the digital platform, represented by dozens of definitions, leads to the blurring and confusion of the scientific systematic approach to the digitalization of the management of the real economy, to its disintegration, that is, it leads to a huge number of options for the development of this process, which prevents the fulfillment of the basic requirement of a digital economy — maximum integration of data and algorithms. On the example of the agro-industrial complex, as most of all other industries satisfying the classical understanding of the ecosystem due to the presence of a huge variety of biological species of animals and plants, natural factors, land resources, a systematic, scientific definition of the digital ecosystem, justified by mathematical modeling, is given. Based on this definition and modeling results, the paper discusses methods for the formation of a science-based digital ecosystem of the agro-industrial complex, which is based on a single information Internet space for digital interaction of the country, integrating a single digital production management platform, and a single platform of information scientific and educational resources. The integrated implementation of the presented digital ecosystem of the agro-industrial complex will reduce the costs of implementing the digital economy program by tens to hundreds of times with much greater efficiency.

Keywords: digital ecosystem, digital management platform, agro-industrial complex, mathematical model

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project No. 20-07-00836 “Scientific foundations for the formation of a single digital platform (single information Internet space) of agricultural scientific and educational resources based on mathematical modeling”.

В последнее время в околонаучных кругах активно начинают употребляться термины «цифровая экосистема» (ЦЭС), «экосистема цифровой экономики» и прочие, которые подхватили средства массовой информации, трактуя их по-разному. Особенно злоупотребляет этим бизнес-сообщество, что обусловлено

привлекательностью терминов для привлечения потенциальных пользователей к создаваемым продуктам в связи с огромным вниманием во всем мире к цифровой экономике (ЦЭ). Как указывается в [1], данный эффект характерен вообще для любого ускоренного развития какой-нибудь области науки или техники,

при котором в общее употребление переходят «двойники» специфических научно-технических терминов, уже не обладающие научной точностью. Такие «двойники» становятся модными словами, но теряют строгую концептуальность, системность, однозначность, происходит упрощение первоначально вкладываемых



в них понятий. Успех, как каждого материала в СМИ, так и бизнес-рекламы, обусловлен рядом различных факторов, среди которых лидирующую позицию занимает привлекательность терминов, заголовков, над созданием эффективных действенных названий которых ежедневно работает большое количество специалистов по всему миру [2].

Порой при этом, следуя трендам ЦЭ, считается, что ЦЭС может существовать лишь на базе некоторой цифровой платформы (ЦП), применяя объединительное сочетание «цифровая платформенная экосистема» [3]. Более того, вводится понятие цифровой бизнес-экосистемы, в которую включают цифровую экосистему (цифровая архитектура) и бизнес-экосистему (архитектура участников и пользователей, формально отражающих биологический фактор) [4, 5], что в корне противоречит всей предшествующей теории компьютеризации, информатизации, считающей информационную систему (ИС) как единство информационного, математического, технического, организационного, кадрового и еще ряда других видов обеспечения, ориентированных на потребителя.

Такое неопределенное положение понятия экосистемы, агрессивно навязываемая СМИ и рекламой, применительно к ЦЭ, усиленная такой же многозначностью трактовки ЦП, ведет к неуловимости отличий между ними, к запутыванию понимания новой терминологии, особенно у ИТ-специалистов и математиков, привыкших оперировать четкими, однозначными терминами. Одним из механизмов, способных разрешить данную неопределенность, является формализованное математическое описание цифровой экосистемы на примере АПК, наиболее тесно оперирующим с многообразием биологических объектов.

По этой причине в данной работе ставится цель формализовать указанные понятия на примере АПК. Для этого рассмотрим сначала более внимательней понятие ЦП [6], являющейся базисом в ЦЭС. В настоящее время многие под этим понимают площадку для цифрового взаимодействия в сфере бизнес-деятельности. Однако такая широкая трактовка этого понятия ведет к искажению смысла цифровизации экономики. В программе «Цифровая экономика Российской Федерации» ставится цель создания не менее 10 ЦП, однако не приводятся критерии их формирования и эффективные оценки, исходя из различных подходов к построению ЦЭ.

В рыночном подходе к ЦЭ эксперты Intel определяют понятие «платформа» как «комплексный набор компонентов, который обеспечивает реализацию намеченных моделей использования, позволяя расширять существующие рынки и создавать новые, а также приносит пользователям гораздо больше преимуществ, чем простая сумма составных частей. Платформа включает аппаратное, программное обеспечение и услуги» [6]. Европейская комиссия также определяет онлайн-платформы через призму их функционального назначения, как «поисковые системы, социальные сети, платформы для электронной коммерции, магазины покупки приложений, сайты сравнения цен» [6]. J.P. Morgan определяет платформенную экономику как экономическую деятельность с использованием онлайн-посредника, обеспечивающего площадку, посредством которой независимые работники или продавцы могут

предоставлять определенный товар или услугу клиентам, и определяет, что все платформы имеют четыре общие черты: связывают работников или продавцов непосредственно с клиентами; позволяют людям работать, когда они хотят; продавцы получают оплату сразу после выполнения работы или предоставления товара; оплата проходит через платформу.

В России же, хотя нет условий для рыночного формирования зрелой ЦЭ, ЦП определяют аналогичным образом. Так, в Программе развития цифровой экономики Российской Федерации до 2035 года ЦП определяется следующим образом:

1. Модель деятельности (в том числе бизнес-деятельности) заинтересованных лиц на общей платформе для функционирования на цифровых рынках.
2. Площадка, поддерживающая комплекс автоматизированных процессов и модельное потребление цифровых продуктов (услуг) значительным количеством потребителей.
3. Информационная система, ставшая одним из лидирующих решений в своей технологической нише (транзакционной, интеграционной и т.п.).

А вот как определял ЦП Б.М. Глазков, вице-президент ПАО «Ростелеком»: «Цифровая платформа — это система алгоритмизированных взаимовыгодных взаимоотношений значимого количества независимых участников отрасли экономики (или сферы деятельности), осуществляемых в единой информационной среде, приводящая к снижению транзакционных издержек за счет применения пакета цифровых технологий работы с данными и изменения системы разделения труда» [6]. Данное определение в значительной степени годится для социальных сетей, но не для производственных отраслей. Такое прямолинейное следование западному пониманию ЦЭ и ЦП несет большую угрозу, поскольку позволяет очень широкую трактовку данных определений, как уже упоминалось выше.

Как отмечают специалисты в области управления общественным развитием [7], «цифровизация — это прежде всего жесткая схватка за превосходство в разработке передовых систем управления силами и средствами по всем категориям потенциалов развития, что требует глубоких изменений системы управления на микро-, мезо- и макроуровнях». Из внимания большинства авторов ускользает тот факт, что в программных документах теме цифровизации именно производства не отведено должного места. Этот вопрос не нашел места также в нормативных правовых документах, посвященных цифровизации страны, как на федеральном уровне, так и на отраслевом. Примером такого невнимания является концепция цифровизации сельского хозяйства, разработанная в декабре 2019 г. Минсельхозом России. В ней также нет положений о трансформации технологических процессов управления экономикой. И директор Института экономики РАН Е.Б. Ленчук акцентирует внимание на цифровизации именно реального сектора экономики, где она дает особый экономический эффект [8].

Поэтому, исходя из вышеизложенного, дадим такое определение ЦП именно для производства на основе опыта разработки автоматизированной системы управления АПК «Кубань» еще в рамках Программы электронизации сельского хозяйства, портала Россельхозакадемии,

Федеральной базы научных исследований Минсельхоза и других работ в области информатизации предприятий [6, 9, 10]. Цифровая платформа управления экономикой — совокупность упорядоченных цифровых данных на основе онтологического моделирования; математических алгоритмов, методов и моделей их обработки и программно-технических средств сбора, хранения, обработки и передачи данных и знаний, оптимально интегрированных в единую информационно-управляющую систему, предназначенную для управления целевой предметной областью с организацией рационального цифрового взаимодействия заинтересованных субъектов.

Приведенное определение ЦП управления производством привело к разработке математической модели формирования ЦП для управления экономикой отрасли АПК [11]. С помощью модели удалось получить ряд цифровых подплатформ, в сумме представляющих единую ЦП управления сельским хозяйством, первая из которых представляет облачную подплатформу сбора и хранения пооперационной первичной учетной информации всех предприятий в единой БД (ЕБДПУ) в следующем виде: вид и объект операции, место осуществления, субъект проведения, дата и интервал времени проведения, задействованные средства производства, объем и вид потребленных ресурсов. Данная структура нашла подтверждение в форме карты истории полей, введенных постановлением Совета министров РСФСР от 6 мая 1961 г. № 511 «О ведении в колхозах и совхозах шнуровой книги истории полей севооборотов и агротехнического паспорта полей севооборотов», с отражением данной информации в соответствующих документах, заброшенных с началом перестройки. Следующая — также облачная подплатформа на единой БД технологического учета (ЕБДТУ) всех предприятий. Так, в [6] приведен такой цифровой стандарт для всех сельскохозяйственных предприятий в виде онтологической информационной модели растениеводства, с выделением 240 функциональных управленческих задач (третья подплатформа) с единым описанием алгоритмов также для большинства сельскохозяйственных организаций (стандарт на управленческие задачи). Такая ЦП, основанная на приведенных цифровых стандартах, на облачных технологиях сбора и хранения информации на их основе, дает принципиально новые возможности управления производством: позволит осуществить разработку унифицированных производственных типовых систем управления; стать базой планирования, оперативного управления, инструментом для экономического анализа; даст надежную информационную составляющую для применения математического моделирования, искусственного интеллекта, big data, нейросетей в различных срезах от конкретных земельного участка, головы скота, средства производства, работника на каждом уровне вплоть до федерального уровня; позволит существенно упростить статистический и бухгалтерский учет. При этом будет обеспечена реализации всех задач технологий точного земледелия (ТЧЗ), наиболее востребованных в мире и требующих сочетания большого количества данных и технологий, в частности технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), технологий единой подплатформы логистики, искусственного интеллекта (ИИ) и т.д.





Вследствие отстранения государством ученых от научного обеспечения процесса цифровизации экономики и общества, а также в результате проведенных реформ, направленных лишь на увеличение наукометрических показателей их в соответствии с созданным механизмом принуждения, который заставляет науку выбирать темы исследований в соответствии с указанными выше критериями, а не потребностями экономики, общества, в математической модели формирования ЦП для управления производством АПК не были учтены информационные научно-образовательные ресурсы (ЕИИПНОР) в силу отсутствия пересечения их с производственными информационными ресурсами (ИР). Для интеграции ИНОР была разработана своя математическая модель формирования единого информационного интернет-пространства научно-образовательных ресурсов (ЕИИПНОР), выполняющего триединую роль: поддержка научных исследований, повышение уровня образования (порой переподготовкой) для всех слоев населения, эффективная система трансфера научно-образовательных знаний в экономику за счет неограниченного доступа к данным знаниям не только традиционным пользователям в лице научных работников, студентов и преподавателей, но и будущим абитуриентам и работодателям, госорганам, товаропроизводителям, бизнесу, менеджменту, другим категориям населения. К таким ИНОР относятся: разработки, публикации, консультационная деятельность, нормативно-правовая информация, дистанционное обучение, пакеты прикладных программ (ППП), базы данных (БД) [11]. В [12] рассматривается механизм формирования единого информационного Интернет-пространства цифрового взаимодействия страны (ЕИИПЦВ), интегрирующего единую цифровую платформу (ЦП) России и ЕИИПНОР, полученных математическим моделированием.

Вернемся теперь к рассмотрению различных трактовок понятия ЦЭС. В России наиболее раскручена в СМИ экосистема Сбера, в которую, кроме самого банка, входят онлайн-кинотеатр Okko, сервис доставки еды Delivery Club, доставка продуктов Сбермаркет, такси Ситимобил и т.д. Вслед за Сбером и Яндекс начал формировать свою экосистему, включив в поисковую систему портал «Кинопоиск», службу каршеринга, сервисы доставки еды «Яндекс.Еда» и «Яндекс.

Лавка» и т.д. Недавно прошло сообщение, что Яндекс ведет переговоры о покупке сети магазинов «Азбука Вкуса». Другие участники рынка начинают также создавать собственные экосистемы с включением сервисов для доставки еды из ресторанов, продажи билетов на самолет, юридических и ветеринарных консультаций и пр.

Анализ этих так называемых экосистем показывает, что они представляют собой набор сервисов, связанных между собой общим сайтом с, порой, единой платёжной системой. При этом ничего общего не имеющих с классическим понимаем экосистем, изначально возникших из биологии, где под ними понимается физико-биологическая система, включающая многообразие взаимозависимых биологических организмов и физических факторов, формирующих окружающую среду — факторов среды обитания в широком смысле, которые, по А. Тэнсли, имеют различные виды и размеры, отличаются по степени изолированности и автономности [13]. Также навязываемое Сбером, Яндексом и прочими компаниями понимание экосистемы противоречит и классическому научному понятию системы как совокупности взаимосвязанных элементов, объединенных в одно целое для достижения некоторой цели, которая определяется назначением системы. Если указанным организациям можно назвать экосистемой отдельные сервисы, связанные между собой лишь общим сайтом, то почему бы не назвать экосистемой всю совокупность компаний и сервисов, объединенных Интернетом? В России под ЦЭС в большинстве случаев до сих пор так и понимали всю ЦЭ, например, в докладе Ассоциации электронных коммуникаций в экосистему ЦЭ входит 9 хабов: государство и общество, маркетинг и реклама, финансы и торговля, инфраструктура и коммуникации, медиа и развлечения, кибербезопасность, образование и человеческий капитал [14].

Поскольку развитие ЦЭС становится трендом мировой повестки на глобальных экономических площадках [1], то для придания, подобно ЦП, формальности определения ЦЭС в АПК дадим собственное определение. Цифровая экосистема АПК — это система рационального цифрового взаимодействия заинтересованных субъектов по оптимальному использованию биологических, природных, материальных,

финансовых, социальных, трудовых, образовательных, научных ресурсов в интересах всех участников на основе научно обоснованной интеграции информации, алгоритмов и программно-технических средств сбора, хранения, обработки и передачи данных и знаний, оптимально интегрированных в единую информационно-управляющую систему, предназначенную для управления (функционирования) целевой предметной областью.

На рисунке 1 представлена схема ЦЭС АПК, где приняты следующие обозначения: Пуб — публикации, Раз — разработки, НПИ — нормативно-правовая информация, ИКС — информационно-консультационная служба, БД — базы данных, ППП — пакеты прикладных программ, ДО — дистанционное образование, ЭТП — электронная торговая площадка, ЭБТ — электронная биржа труда.

Из рисунка 1 видно, ЦЭС АПК совпадает с рассмотренным выше ЕИИПЦВ АПК. Как показано выше, указанные две базовые платформы: производственная, отражающая экономические отношения, и научно-образовательная ЕИИПНОР существуют сами по себе, почти не пересекаясь. Поэтому на рисунке 1 данные платформы соединены пунктирной линией, отражающей настоятельную необходимость осуществить их интеграцию.

Как отмечено выше, одним из критериев отнесения ИС к ЦЭС является наличие биологического фактора. В АПК же ЦЭ подняла огромный пласт научных исследований именно в области биологизации производства, внедрение которых заставляет развитые страны идти по пути интеграции научных и производственных ИС, поскольку цифровизация экономики значительно расширила круг решаемых задач не только в производстве, но и в науке, позволяя чисто теоретическим научным исследованиям активно проникать в производство. Для чего нужны соответствующие интеграционные механизмы с производственными ИС на основе цифровых стандартов, онтологического моделирования и организационных структур.

Поскольку во всем мире научные организации пользуются онтологически и функционально несовместимым ПО, как в научной среде, так и с применяемым фирмами-разработчиками для внедрения коммерческих ИС на аграрных

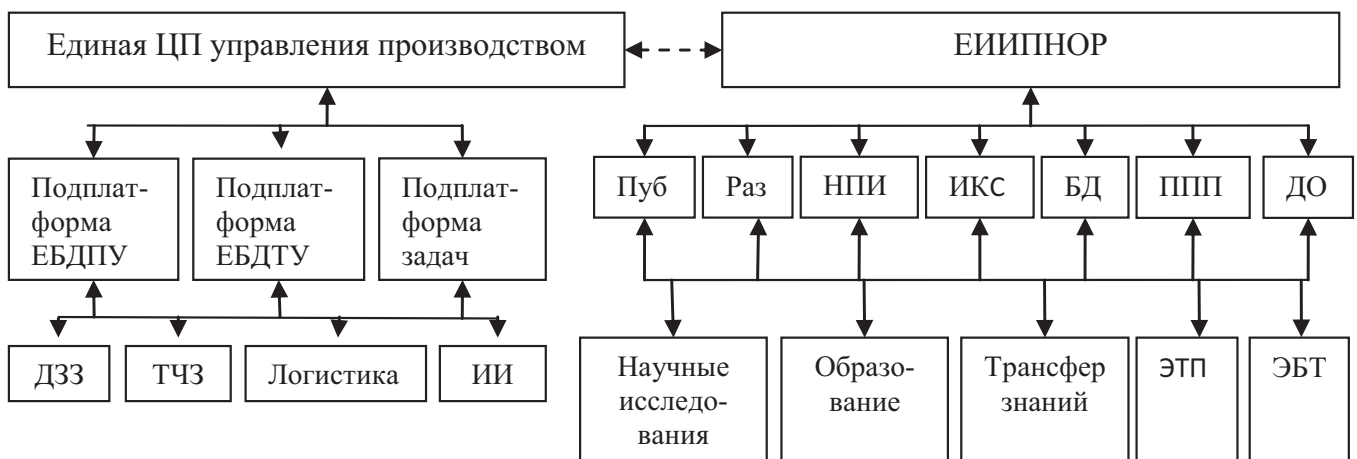


Рисунок 1. Схема цифровой экосистемы АПК
Figure 1. Scheme of the digital ecosystem of the agro-industrial complex

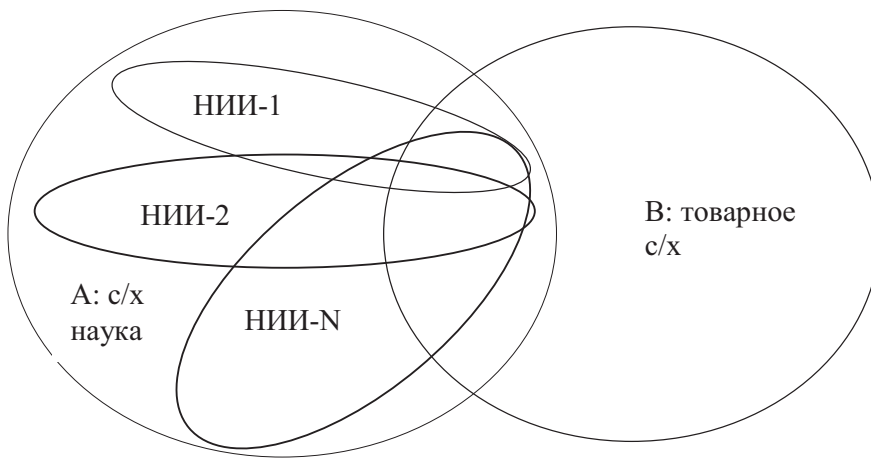


Рисунок 2. Потребность в интеграции аграрных информационных ресурсов на основе онтологического моделирования

Figure 2. The need for the integration of agricultural information resources based on ontological modeling

предприятия, то для ускоренного внедрения современных разработок в эпоху ЦЭ в развитых странах начали создавать и финансировать центры инновационных разработок, которые рассматриваются как новая модель сотрудничества между правительством, бизнесом, с одной стороны, и сельскохозяйственной наукой, с другой стороны [12].

На рисунке 2 представлена потребность в онтологическом моделировании научных (множество А) и производственных (множество В) ИС при формировании единой цифровой экосистемы АПК на принципах их интеграции, для чего необходимо проделать большую работу по онтологическому моделированию всех НИИ (множества НИИ- i , $i=1, \dots, N$), ВУЗов, производственных предприятий с выделением общих пересекающихся частей на базе соответствующего инструментария.

Разработчики программы ЦЭ, скорее всего, понимали, какие громадные изменения нужно сделать в стране, чтобы осуществить цифровую трансформацию реальной экономики, поэтому не акцентировали на данной проблеме внимания, а ограничились в основном только аспектом сугубо предоставления новых форм государственных услуг и цифровизации банковской сферы, представители которой в целях сиюминутных интересов исказили и понятие ЦЭС.

Список источников

1. Использование терминов в речи. Иллюзия понимания. URL: https://studbooks.net/2147718/literatura/ispolzovanie_terminov_rechi_illyuziya_ponimaniya (дата обращения: 20.01.2022).
2. Способы привлечения внимания в заголовках СМИ. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-privlecheniya-vnimaniya-v-zagolovkah-smi/viewer> (дата обращения: 20.01.2022).

3. Филимонов И.В. Экосистема цифровой экономики: проблемы предметной идентификации // Инновации и инвестиции. 2020. № 6. С. 51-58.

4. Senyo, P., Liu, K., Effah, J. (2019). Digital business ecosystem: literature review and a framework for future research. *International journal of information management*, no. 47, pp. 52-64.

5. Hein, A., Schrieck, M., Riasanow, T. (2019). Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*, pp. 1-12.

6. Меденников В.И. Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны // Цифровая экономика. 2019. № 1 (5). С. 25-35.

7. Агеев А.И. Насколько Россия подготовлена к вызовам XXI века // ИГ-ЭНЕРГИЯ от 16.01.2019.

8. Ленчук Е. Цифровая экономика в России? Секундоchку ... URL: <https://zen.yandex.ru/media/freeconomy/cifrovaia-ekonomika-v-rossii-sekundochnku-5ccc6762a8ac8300b3495949> (дата обращения: 17.01.2022).

9. Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И. Интеграция цифровой платформы АПК с цифровыми платформами смежных отраслей // АПК: экономика, управление. 2018. № 10. С. 34-46.

10. Меденников В.И. Теоретические аспекты синтеза структур компьютерного управления агропромышленным производством // Аграрная наука. 1993. № 2. С. 16-18.

11. Ereshko, F.I., Medennikov, V.I., Muratova, L.G. (2018). Modeling of a digital platform in agriculture. *IEEE Xplore Digital Library. Eleventh International Conference Management of Large-Scale System Development (MLSD)*. Moscow, Russia.

12. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Флеров Ю.А. Концепция формирования единого информационного интернет-пространства научно-образовательных ресурсов страны // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2020: Труды тринадцатой международной конференции. М.: ИПУ РАН, 2020. С. 376-385.

13. Tansley, A. (1935). The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Vegetational Concepts and Terms*, pp. 284-307.

14. Экосистема цифровой экономики. URL: https://raec.ru/upload/files/de-itogi_booklet.pdf (дата обращения: 17.06.2021).

References

1. Ispol'zovanie terminov v rechi. Illyuziya ponimaniya [The use of terms in speech. Illusion of understanding]. Available at: https://studbooks.net/2147718/literatura/ispolzovanie_terminov_rechi_illyuziya_ponimaniya (accessed: 20.01.2022).
2. Sposoby privlecheniya vnimaniya v zagolovkakh SMI [Ways to attract attention in media headlines]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-privlecheniya-vnimaniya-v-zagolovkah-smi/viewer> (accessed: 20.01.2022).
3. Filimonov, I.V. (2020). Ekhosistema tsifrovoi ehkonomiki: problemy predmetnoi identifikatsii [Digital economy ecosystem: problems of subject identification]. *Innovatsii i investitsii*, no. 6, pp. 51-58.
4. Senyo, P., Liu, K., Effah, J. (2019). Digital business ecosystem: literature review and a framework for future research. *International journal of information management*, no. 47, pp. 52-64.
5. Hein, A., Schrieck, M., Riasanow, T. (2019). Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*, pp. 1-12.
6. Medennikov, V.I. (2019). Matematicheskaya model' formirovaniya tsifrovyykh platform upravleniya ehkonomikoi strany [Mathematical model of the formation of digital platforms for managing the country's economy]. *Tsifrovaya ehkonomika* [Digital economy], no. 1 (5), pp. 25-35.
7. Ageev, A.I. (2019). Naskol'ko Rossiya podgotovlena k vyzovam XXI veka [How prepared is Russia for the challenges of the XXI century?]. *NG-EHNERGIYA*, 16.01.2019.
8. Lenchuk, E. Tsifrovaya ehkonomika v Rossii? Sekundochnku ... [Digital economy in Russia? Just a second ...]. Available at: <https://zen.yandex.ru/media/freeconomy/cifrovaia-ekonomika-v-rossii-sekundochnku-5ccc6762a8ac8300b3495949> (accessed: 17.01.2022).
9. Ereshko, F.I., Kul'ba, V.V., Medennikov, V.I. (2018). Integratsiya tsifrovoi platformy APK s tsifrovymi platformami smezhnykh otraslei [Integration of the digital platform of the agro-industrial complex with digital platforms of related industries]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 10, pp. 34-46.
10. Medennikov, V.I. (1993). Teoreticheskie aspekty sinteza struktur komp'yuternogo upravleniya agropromyslennym proizvodstvom [Theoretical aspects of the synthesis of computer control structures of agro-industrial production]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 2, pp. 16-18.
11. Ereshko, F.I., Medennikov, V.I., Muratova, L.G. (2018). Modeling of a digital platform in agriculture. *IEEE Xplore Digital Library. Eleventh International Conference Management of Large-Scale System Development (MLSD)*. Moscow, Russia.
12. Ereshko, F.I., Medennikov, V.I., Flerov, Yu.A. (2020). Kontseptsiya formirovaniya edinogo informatsionnogo internet-prostranstva nauchno-obrazovatel'nykh resursov strany [The concept of forming a unified Internet information space of scientific and educational resources of the country]. *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sistem MLSD'2020: Trudy trinadtsatoi mezhdunarodnoi konferentsii* [Managing the development of large-scale MLSD systems'2020: Proceedings of the Thirteenth International Conference]. Moscow, IPU RAN, pp. 376-385.
13. Tansley, A. (1935). The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Vegetational Concepts and Terms*, pp. 284-307.
14. Ekhosistema tsifrovoi ehkonomiki [Digital Economy Ecosystem]. Available at: https://raec.ru/upload/files/de-itogi_booklet.pdf (accessed: 17.06.2021).

Информация об авторе:

Меденников Виктор Иванович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела информационно-вычислительных систем, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4485-7132>, dommed@mail.ru

Information about the author:

Viktor I. Medennikov, doctor of technical sciences, associate professor, leading researcher of the department of information and computing systems, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4485-7132>, dommed@mail.ru





Научная статья

УДК 334.012

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_120

ЛИЧНОЕ ПОДСОБНОЕ ХОЗЯЙСТВО В СТРУКТУРЕ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СТАНОВЛЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Н.В. Решетникова

Институт аграрных проблем — обособленное структурное подразделение
Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр
Российской академии наук», Саратов, Россия

Аннотация. Мировой и отечественный опыт функционирования агропродовольственных систем обуславливает целесообразность и эффективность обеспечения продовольственной безопасности страны на основе сбалансированного развития всех форм хозяйствования — как крупных и средних, так и малых форм агробизнеса. К малым формам хозяйствования в агропродовольственном комплексе относят фермерские и личные подсобные хозяйства населения. Это обосновывает потребность в исследовании теоретических подходов к их формированию и функционированию. Цель исследования заключается в изучении исторических этапов развития личного подсобного хозяйства (ЛПХ), оценке их производственной деятельности, потенциала и возможностей развития. Реализация поставленной цели требует решения следующих задач: анализ исторических предпосылок развития личных подсобных хозяйств населения, классификация ЛПХ, оценка их вклада в продовольственную безопасность и роль в структуре агропродовольственного комплекса. В статье рассматриваются теоретические основы и исторические предпосылки создания и функционирования личных подсобных хозяйств населения, а также их современное состояние. Проведен анализ современной статистики, характеризующей динамику развития личных подсобных хозяйств населения за период 2010 — 2020 гг. Обоснована значимая роль ЛПХ в обеспечении продовольственной безопасности страны на основе анализа динамики структуры производства агропродовольственного комплекса, изучения структуры производства сельскохозяйственной продукции ЛПХ, а также рассмотрение товарности данного типа хозяйств. Раскрыта значимость данного типа хозяйств в условиях кризисов различного характера. Выявлены особенности различных типов личных подсобных хозяйств населения, их важнейшие функции, роль в обеспечении продовольственной безопасности и социально-экономической стабильности страны.

Ключевые слова: агропродовольственный комплекс, личные подсобные хозяйства, малые формы хозяйствования, малые предприятия, социально-экономические трансформации, институциональная структура

PERSONAL PLANNING IN THE STRUCTURE OF THE AGRO-FOOD COMPLEX OF RUSSIA: HISTORICAL BACKGROUND TO FORMATION AND THE PRESENT STATE

N.V. Reshetnikova

Institute of Agrarian Problems, Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

Annotation. World and domestic experience in the functioning of agri-food systems determines the feasibility and effectiveness of ensuring the country's food security based on the balanced development of all forms of management — both large and medium-sized, and small forms of agribusiness. Small forms of management in the agro-food complex include farms and personal subsidiary plots of the population. This justifies the need to study theoretical approaches to their formation and functioning. The purpose of the study is to study the historical stages of the development of personal subsidiary plots (PSK), assess their production activities, potential and development opportunities. Realization of the set goal requires solving the following tasks: analysis of the historical prerequisites for the development of personal subsidiary plots of the population, classification of household plots, assessment of their contribution to food security and their role in the structure of the agro-food complex. The article deals with the theoretical foundations and historical prerequisites for the creation and functioning of personal subsidiary plots of the population, as well as their current state. An analysis of modern statistics characterizing the dynamics of the development of personal subsidiary plots of the population for the period 2010 — 2020 was carried out. The significant role of private household plots in ensuring the country's food security is substantiated on the basis of an analysis of the dynamics of the production structure of the agro-food complex, studying the structure of agricultural production of private household plots, as well as considering the marketability of this type of farms. The significance of this type of farms in conditions of crises of various nature is revealed. The features of various types of personal subsidiary plots of the population, their most important functions, their role in ensuring food security and socio-economic stability of the country are revealed.

Keywords: agro-food complex, personal subsidiary farms, small forms of management, small businesses, socio-economic transformations, institutional structure

Введение. Трансформация российской экономики от плановой к рыночной системе хозяйствования повлекла за собой формирование и развитие многоукладной экономической системы, в которой функционируют, дополняя друг друга крупные, средние и малые формы хозяйствования. Малые формы хозяйствования представлены в агропродовольственном

комплексе индивидуальными предпринимателями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, а также личными подсобными хозяйствами населения.

С начала 90-х годов XX века личные подсобные хозяйства (ЛПХ) населения начали активно развиваться и играть важную роль в решении актуальных социально-экономических

проблем — обеспечение продовольственной и на этой основе экономической безопасности страны. Личные подсобные хозяйства населения обладают большой социальной значимостью: повышают занятость сельского населения, снижают социальное напряжение, создают новые источники дохода, повышают качество жизни. Наиболее полно социальный фактор



раскрывается в период кризисов. В такой ситуации ЛПХ может стать не второстепенным (подсобным), а главным видом деятельности и источником доходов. Также важна роль ЛПХ в сохранении уникальности сельского уклада жизни, передачи опыта сельскохозяйственной деятельности подрастающим поколениям, повышении психологической устойчивости сельского населения, поддержание стабильной экологической обстановки за счет экологически чистого производства.

Методы проведения исследования. Методологической базой исследования является совокупность методов: монографический, анализ и синтез, сравнительный анализ. Исследование проводилось с использованием диалектического (развитие и взаимосвязь явлений) и статистического (статистическое наблюдение, сравнение, анализ динамики и структуры, табличный) методов.

Ход исследования. Вопросы становления и развития малых форм хозяйствования на селе изучались многими отечественными учеными-экономистами. Фундаментальные исследования в этой области осуществляли С.Н. Булгаков, В.Ф. Левитский, А.В. Чаынов, Н.П. Макаров и другие. При этом их видения института личного подсобного хозяйства имели существенные различия. Например, А.В. Чаынов отождествлял развитие крестьянских хозяйств с отсутствием в них наемного труда и постепенной кооперацией. П.А. Столыпин в своих трудах выступал за создание фермерства с крупными земельными участками и наемным трудом, формирование класса «справных хозяев», фермеров европейского образца. [1, с. 74]

Однако, в вопросе сбалансированного и взаимодополняющего развития крупных и малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве, А.В. Чаынов, как и многие другие ученые, был против изолированного развития мелких хозяйств. А.В. Чаынов считал, что важным условием эффективного аграрного производства является интеграция крупных и малых форм хозяйствования на селе.

В начале XX века была распространена теория устойчивости мелкотоварного производства, которая обосновывала устойчивость малых крестьянских хозяйств высокой мотивацией их собственников, возможностью сэкономить на собственном потреблении и направить полученную экономию в инвестиции, способностью оперативно реагировать на рыночные изменения.

Становление и развитие личных подсобных хозяйств реализовывалось в нашей стране в несколько этапов. Можно выделить следующие периоды развития ЛПХ.

1900 — 1917. Вместо термина «ЛПХ» применяется понятие «крестьянское подворье». Сельскохозяйственное производство носит некоммерческий характер и осуществляется в целях обеспечения выживаемости семьи. В это период проходила Столыпинская реформа (1906 — 1917 гг.), которая обеспечила крестьянам право выхода из общины и право собственности на землю.

1917 — 1934. Крестьянские подворья утратили самостоятельность, как субъекты собственности и хозяйствования. В этот исторический отрезок вошли периоды продовольственной разведки, новой экономической политики, коллективизации. В результате организации личных подсобных хозяйств колхозников и работников совхозов произошла трансформация кре-

стьянского подворья в личное подсобное хозяйство как самостоятельную категорию.

1935 — 1939. В качестве организационной формы колхозов была выбрана артель, что предполагало наличие у крестьянской семьи земельного участка. Однако установленные максимальные нормы были в несколько раз меньше, чем прежние размеры землепользования крестьянских семей. В итоге личное подсобное хозяйство в сокращенном варианте повторяло структуру традиционного семейного хозяйства. [1, с. 76]

1939 — 1951. Личные подсобные хозяйства имели важнейшее значение в обеспечении страны продуктами питания в военные и послевоенные годы. Они выступали как дополнительный ресурс повышения эффективности колхозов. В послевоенные годы приусадебные земли представляли на одной специально выделенной территории.

1951 — 1969. Личные подсобные хозяйства стали дополнительным элементом функционирования крупных государственных сельхозтоваропроизводителей (колхозов и совхозов). Они имели ограниченные возможности развития. Также проводилась политика ограничения развития личных подсобных хозяйств посредством налогообложения.

1970 — 1990. В данный исторический период личное подсобное хозяйство способствовало восполнению дефицита сельскохозяйственных продуктов, возникшего в силу их недостаточного производства крупными товаропроизводителями. ЛПХ носит подсобный характер и способствует продовольственному самообеспечению населения. Главенствующая роль в агропродовольственном комплексе отводится крупным сельскохозяйственным предприятиям. При этом они оказывают поддержку личным подсобным хозяйствам в обработке земельных участков, обеспечении удобрениями, семенами и кормами, приобретении скота и птицы. [1, с. 81]

1991 — 1997. Социально-экономическая и политическая трансформация в 90-е годы привела к кардинальным переменам во всех сферах и системах. Переход страны от социалистических отношений к рыночным обусловил передачу сельскохозяйственных земель в частную собственность, что привело к реорганизации совхозов и колхозов, путем паевого раздела земель и их приватизации. Это послужило предпосылкой создания многоукладного агропродовольственного комплекса. В результате переходного периода и процесса масштабной реорганизации возникла ситуация недостаточного удовлетворения спроса населения в продуктах питания. [2, с. 269] Личные подсобные хозяйства населения, а также создаваемые иные малые формы хозяйствования стали вносить значительный вклад в обеспечение страны продовольствием. Повысилась товарность ЛПХ. Необходимость производственной координации и взаимодействия с соседними хозяйствами, потребность в налаживании сбыта производимой продукции послужили предпосылками развития потребительской и сельскохозяйственной кооперации с участием ЛПХ.

1998 — 2005. В это период происходил развития малых форм хозяйствования на селе, в том числе личных подсобных хозяйств, увеличения их количества, производительности, объемов производимой сельскохозяйственной продукции, товарности. Законодательно определены формы и направления государственной

поддержки агропродовольственного комплекса с учетом значительного сектора малого предпринимательства. Определены финансовые и организационные меры поддержки ЛПХ.

2006 — по настоящее время. ЛПХ признаны сельскохозяйственными товаропроизводителями. Многие личные подсобные хозяйства населения избрали коммерческое направление и основной вид сельскохозяйственной деятельности, получили первичный характер занятости. Развитие малых форм хозяйствования на селе стало одним из важнейших направлений поддержки в государственной аграрной политике.

Малые формы хозяйствования представляют собой важное звено агропродовольственной системы. В 2010 году крестьянские (фермерские) хозяйства, индивидуальные предприниматели и личные подсобные хозяйства населения составляли более половины объема производства продукции агропродовольственного комплекса. При этом следует отметить, что доля вклада ЛПХ в производство продукции агропродовольственного комплекса почти в 7 раз больше К(Ф)Х. В 2020 году ситуация в структуре продукции агропродовольственного комплекса изменилась (табл. 1). Однако, малые формы хозяйствования также вносят значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности, ЛПХ в 2 раза превосходят объем производства сельскохозяйственной продукции.

Преобладающее производство личными подсобными хозяйствами сельскохозяйственной продукции характерно не для всех её категорий. Значимая доля в структуре производства продукции агропродовольственного комплекса в 2020 году наблюдается в производстве меда (94,1), картофеля (65,2%), овощей (50,1%), шерсти (44,3%), молока (35,7), яиц (18,0%), скот и птица на убой (16,2%) (табл. 2).

Исследование товарности сельскохозяйственного производства личных подсобных хозяйств населения позволяет сделать вывод о значимом вкладе ЛПХ в обеспечение продовольственной безопасности страны. За анализируемый период с 2010 по 2020 гг. не произошло кардинальных изменений в структуре товарности (табл. 3). Отмечен поступательный рост товарности молока и яиц, который за 10 лет составил молоко — 6,7%, яйца — 6,1%. Отмечено снижение товарности овощей на 2%. В отношении товарности картофеля, а также скота и птицы на убой статистически значимых изменений не произошло.

Результаты. Крестьянское (фермерское) хозяйство и ЛПХ обладают схожими чертами, но при этом имеют принципиальные различия. Обе формы хозяйствования являются семейно-трудовым объединением людей, осуществляющих совместно производство сельскохозяйственной продукции. Различие заключается в цели ведения производственной деятельности и уровня товарности. Даже в условиях роста товарности личных подсобных хозяйств населения основной целью является производство сельскохозяйственной продукции для собственного потребления. Для фермерского хозяйства первоочередной целью выступает производство продукции для ее последующей реализацией, то есть товарное производство. [3, с. 58]

Благодаря оценке товарности ЛПХ можно провести оценку удовлетворенности потребностей их владельцев и вклад хозяйства в создание предложения на агропродовольственном рынке. Мониторинг степени товарности личных





Таблица 1. Структура продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств (в фактически действовавших ценах; в процентах к итогу)
Table 1. Structure of agricultural production by categories of farms (in actual prices; as a percentage of the total)

	2010	2016	2017	2018	2019	2020
Сельскохозяйственные организации	44,8	55,1	55,2	56,5	57,7	58,5
Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	7,2	12,4	12,4	12,5	13,7	14,9
Личные подсобные хозяйства населения	48,0	32,5	32,4	31,0	28,6	26,6

*Сельское хозяйство в России. 2021: Стат.сб./Росстат — С 29 М., 2021. — 100 с.

Таблица 2. Структура производства основных видов сельскохозяйственной продукции в ЛПХ (в процентах от объема производства в хозяйствах всех категорий)
Table 2. Structure of production of main types of agricultural products in household plots (as a percentage of production in farms of all categories)

	2010	2016	2017	2018	2019	2020
Зерно (в весе после доработки)	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7
Сахарная свекла	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Семена подсолнечника	0,7	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Картофель	81,7	69,4	68,9	68,0	65,7	65,2
Овощи	68,3	58,6	55,4	55,1	51,7	50,1
Скот и птица на убой (в убойном весе)	36,5	20,7	19,1	18,0	17,1	16,2
Молоко	49,9	42,1	40,2	38,7	37,4	35,7
Яйца	22,4	19,7	18,8	18,5	18,2	18,0
Шерсть (в физическом весе)	54,5	47,3	47,2	46,5	46,7	44,3
Мед	93,2	94,0	94,0	94,1	94,4	94,1

*Сельское хозяйство в России. 2021: Стат.сб./Росстат — С 29 М., 2021. — 100 с.

Таблица 3. Товарность сельскохозяйственного производства ЛПХ (реализовано в процентах от общего объема производства)
Table 3. Marketability of agricultural production of household plots (sold as a percentage of total production)

	2010	2016	2017	2018	2019	2020
Картофель	15,6	16,2	16,2	16,5	15,5	15,9
Овощи	16,9	15,7	15,8	15,5	14,4	14,9
Скот и птица (в живом весе)	45,7	46,4	46,9	46,4	46,0	45,8
Молоко	30,8	35,8	36,9	36,4	36,5	37,5
Яйца	19,1	22,0	23,1	23,3	25,0	25,2

*Сельское хозяйство в России. 2021: Стат.сб./Росстат — С 29 М., 2021. — 100 с.

подсобных хозяйств населения дает возможность оценить вклад ЛПХ в обеспечение продовольственной безопасности страны и отдельных территорий, оценить ситуацию в экономике агропродовольственного комплекса, степень удовлетворения продовольственного спроса. [4, с.460] Выявление уровня товарности ЛПХ также важно для оценки структуры агропродовольственного комплекса, состояния экономики сектора, разработки и корректировки государственных программ поддержки и мониторинга социальной напряженности.

На основе исследований классификационных признаков Т.В. Зубковой и К.В. Копач можно выделить следующие признаки и типы личных подсобных хозяйств населения. По уровню товарности классифицируют личные подсобные хозяйства: потребительского и потребительско-товарного типа, а также ЛПХ — специализированное рыночное хозяйство. В личном подсобном хозяйстве потребительского типа объем и структура производства обуславливаются потребностями семьи, а товарную часть составляют излишки продукции. ЛПХ потребительско-товарного типа сохраняет потребительское назначение как главную функцию, при этом реализует часть продукции. [5, с. 75] Как правило в хозяйствах данного типа уже наблюдается специализация на одном или нескольких видах продукции. Такой подход к хозяйственной деятельности способствует расширению границ самообеспечения, изменению структуры потребления, так как реализация одних продуктов

и получении на этой основе доходов позволяет увеличить потребление других. [6, с. 67]

Значительное влияние на характер функционирования ЛПХ также оказывает территориальный фактор — распространено деление ЛПХ на пригородные личные хозяйства и удаленные личные хозяйства. Территориальный фактор развития ЛПХ важно учитывать при создании и доработки планов и прогнозов развития сельских территорий. По признаку занятости владельцы хозяйства могут быть: работниками сельскохозяйственных организаций, сотрудниками других сфер, безработные, пенсионеры. [7, с. 261] По уровню оснащенности выделяют ЛПХ имеющие и не имеющие технические средства. По наличию скота: не имеющие скота, имеющие мелкий скот, имеющие корову и мелкий скот. [8, с. 44]

Исследование личных подсобных хозяйств населения с учетом их особенностей позволит более полно оценить их роль в структуре агропродовольственного комплекса и вклад в обеспечение продовольственной безопасности, оценить потребность в государственной поддержке для данного типа хозяйствующих субъектов.

Заключение. Географические, экономические и исторические предпосылки развития агропродовольственного комплекса России обуславливают потребность в развитии всех форм агропромышленного производства, без превалирования какой-либо формы в масштабе страны. В период различных исторических

эпох институт личного подсобного хозяйства вносил значимый вклад в амортизацию результатов экономических кризисов и реформ агропродовольственного комплекса. По отдельным отраслям, подкомплексам и регионам наблюдаются некоторые тенденции преимущественного развития. Однако, в масштабе страны следует говорить о предпочтительном разнообразии и взаимном дополнении. При этом малые формы хозяйствования стали неотъемлемой частью многоукладной аграрной экономики.

Деятельность личных подсобных хозяйств обладает не только важным экономическим, но также и социальным значением. Это обосновывает важность ЛПХ как стабилизирующего института в период социально-экономических трансформаций. Малые формы хозяйствования осуществляют ряд важных функций: социальную, экономическую, экологическую, нравственно-воспитательную. [9, с. 9] Экономическая функция состоит в производстве сельскохозяйственной продукции, как для собственного потребления, так и в целях реализации и получения дохода, обеспечении продукцией агропродовольственного комплекса локальных рынков сбыта. Личные хозяйства граждан также вносят свой вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны. Социальная функция выражается в снижении безработицы и закреплении молодых специалистов на сельских территориях. Экологическая функция осуществляется за счет использования ресурсосберегающих технологий, производства экологически чистой продукции



агропродовольственного комплекса. Нравственно-воспитательная функция включает в себя создание связи нескольких поколений в сельской семье, осуществление передачи опыта ведения сельскохозяйственной деятельности.

Развитие малых форм хозяйствования на селе, в том числе личных подсобных хозяйств населения, является важным направлением социально-экономического развития агропродовольственного комплекса.

Список источников

1. Горбачев О.В. Теория крестьянского хозяйства А.В. Чайнова и личные подсобные хозяйства в советской деревне (вторая половина 1930-х — 1980-е годы) // Вестник Пермского университета. История. 2021. № 2 (53). С. 73-85.
2. Хафизов Д.Ф., Хисматуллин М.М., Мухаметгалеев Ф.Н., Гайнутдинов И.Г., Асадуллин Н.М. Развитие хозяйств населения и крестьянских (фермерских) хозяйств за годы институциональных преобразований. В сборнике: Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики. Материалы I всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 60-летию института экономики. Казань, 2021. С. 267-274.
3. Парамонов П.Ф., Ворошилова И.В., Иваницкий Д.К. Личные подсобные хозяйства населения в современной экономической системе (по материалам Краснодарского края). Краснодар, 2011. 225 с.
4. Пупов Д. Перспективы развития личного подсобного хозяйства в РФ // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 36. С. 458-462.
5. Сарайкин В.А. Экономическая классификация личных подсобных хозяйств как основа для совершен-

ствования методики их текущего наблюдения // Вопросы статистики. 2018. Т. 25. № 2. С. 73-80.

6. Зубкова Т.В. Личное подсобное хозяйство в условиях переходной экономики: 08.00.05 Зубкова, Татьяна Викторовна Личное подсобное хозяйство в условиях переходной экономики (На материалах Пензенской области): Дис. канд. экон. наук : 08.00.05 Пенза, 2005 197 с. РГБ ОД, 61:06-8/323

7. Яхина Г.Р., Газетдинов М.Х. Социально-экономические особенности малых форм хозяйствования в аграрном секторе. В сборнике: Молодые ученые аграрному производству. Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова. Казань, 2021. С. 258-263.

8. Узун В.Я., Сарайкин В.А. Экономическая классификация личных подсобных хозяйств АПК // Экономика, управление. 2012. № 1. С. 41-48.

9. Вахитова З.Т. Развитие фермерских хозяйств и личных подворий граждан в условиях модернизации аграрного производства. Автореферат дис. ... кандидата экономических наук / Ур. гос. гор. ун-т. Екатеринбург, 2016. 22с.

10. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат.сборник / Росстат — С 29 М., 2021. 100 с.

References

1. Gorbachev, O.V. (2021). Teoriya krest'yanskogo hozyajstva A.V. Chayanova i lichnye podsobnye hozyajstva v sovetskoj derevne (vtoraya polovina 1930 — 1980) [The theory of peasant farming by A.V. Chayanov and personal subsidiary plots in the Soviet countryside (second half of the 1930s — 1980s)]. *Vestnik Permskogo universiteta. Istorija*, no. 2 (53), pp. 73-85.
2. Hafizov D.F., Hismatullin M.M., Muhametgaliev F.N., Gajnutdinov I.G., Asadullin, N. M. (2021). Development of households and peasant (farm) households over the years of institutional transformations. *Proceedings of the I vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya 60-letiyu instituta ekonomiki «Aktual'nye problemy gos-*

darstvennogo i municipal'nogo upravleniya v usloviyah cifrovoj transformacii ekonomiki», Kazan', pp. 267-274.

3. Paramonov P.F., Voroshilova I.V., Ivanickij D.K. (2011). *Lichnye podsobnye hozyajstva naseleniya v sovremennoj ekonomicheskoj sisteme (po materialam Krasnodarskogo kraja)*. [Personal subsidiary farms of the population in the modern economic system (based on materials from the Krasnodar Territory)], Krasnodar, 225 p.

4. Pupov D. (2021). *Perspektivy razvitiya lichnogo podsobnogo hozyajstva v RF* [Prospects for the development of personal subsidiary plots in the Russian Federation]. *Innovacii. Nauka. Obrazovanie*. No 36. pp. 458-462.

5. Sarajkin V.A. (2018). *Ekonomicheskaya klassifikaciya lichnyh podsobnyh hozyajstv kak osnova dlya sovershenstvovaniya metodiki ih tekushchego nablyudeniya* [Economic classification of personal subsidiary farms as a basis for improving the methods of their current monitoring] *Voprosy statistiki*, vol. 25. no. 2, pp. 73-80.

6. Zubkova T.V. (2005). *Personal subsidiary farming in the conditions of transitional economy* (Based on the materials of the Penza region) (PhD Thesis). Penza: Penza State Agrarian University.

7. Yakhina G.R., Gazetdinov M.H. (2021). Socio-economic features of small forms of management in the agricultural sector *Proceedings of the Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya pamyati d.e.n., professora N.S. Katkova «Molodye uchenye agramomu proizvodstvu*», Kazan, pp. 258-263.

8. Uzun V. YA., Sarajkin V.A. (2012). *Ekonomicheskaya klassifikaciya lichnyh podsobnyh hozyajstv APK* [Economic classification of personal subsidiary plots of the agro-industrial complex]. *Ekonomika, upravlenie*, no. 1, pp. 41-48.

9. Vahitova Z.T. (2016). *Development of farms and private households of citizens in the context of the modernization of agricultural production*. (PhD Thesis), Ekaterinburg.

10. *Selskoe hozyajstvo v Rossii: 2021 (statisticheskii sbornik)* [Agriculture in Russia: 2021 (Data Book)] Moscow: Rosstat.

Информация об авторе:

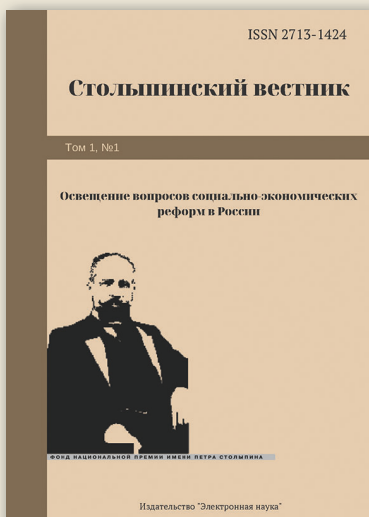
Решетникова Наталия Владимировна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт аграрных проблем — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9290-3861>, Natalia.Resh@mail.ru

Information about the author:

Natalia V. Reshetnikova, candidate of economic sciences, senior researcher, Institute of agrarian problems — a separate structural subdivision of science of the federal research center «Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9290-3861>, Natalia.Resh@mail.ru

✉ Natalia.Resh@mail.ru

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





МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТАХ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

В.А. Шевченко, С.Д. Исаева, Э.Б. Дедова

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия

Аннотация. В условиях юга Европейской части РФ для нужд экономики используются поверхностные воды бассейнов рек Волга, Дон, Кубань и Терек, подземные воды, а также морские воды Каспия в Республике Калмыкия. Доступность воды для орошения снижается из-за конкурирующего спроса со стороны гидроэнергетики, промышленного, хозяйственно-бытового секторов экономики, водного транспорта и т.д. В сельском хозяйстве недостаток воды может быть компенсирован повышением эффективности водопользования и высокой культурой земледелия, увеличением производства продовольствия на единицу площади с учетом имеющихся земельных и водных ресурсов. Разработана информационно-аналитическая модель обоснования управления водохозяйственным комплексом АПК при орошении и сельскохозяйственном водоснабжении. Использование информационно-аналитической модели в процессе совершенствования управления водопользованием в сельском хозяйстве в бассейнах рек Нижней Волги и Кубани в условиях дефицита водных ресурсов обеспечивает экономию водных ресурсов на 10-15%, повышает эффективность водопользования и урожайность сельскохозяйственных культур при сохранении благоприятной экологической обстановки на орошаемых и прилегающих землях. При этом индекс рентабельности инвестиций в выращивание сельскохозяйственных культур с использованием капельного способа полива с дифференцированным режимом орошения составит 2,5-3,5.

Ключевые слова: водные ресурсы, агропромышленный комплекс, водопользование, гидромелиоративные системы, орошение, информационно-аналитическая модель

Original article

DECISION-MAKING MODEL IN INNOVATIVE PROJECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

V.A. Shevchenko, S.D. Isaeva, E.B. Dedova

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

Abstract. In the South European part of Russian Federation, for the needs of economy, the surface water of the basins of the Volga, Don, Kuban and Terek rivers, groundwater, as well as marine waters of the Caspian Sea in the Republic of Kalmykia are used. Water availability for irrigation is reduced due to competing demand from hydropower, industrial, household sectors of the economy, water transport, etc. In agriculture, the water scarcity can be compensated by increasing the efficiency of water use and a high culture of farming, increasing food production per unit area, taking into account the available land and water resources. An information-analytical model of substantiation of the control of the water management of the agro-industrial complex for irrigation and agricultural water supply has been developed. The use of an information-analytical model in the process of improving water use management in agriculture in the basins of the Lower Volga and Kuban rivers under water resources deficiency provides water savings by 10-15%, increases water use efficiency and crop yields while maintaining a favorable environment in irrigated and surrounding lands. At the same time, the index of profitability of investments in the production of growing crops using the drip irrigation method with a differentiated irrigation regime will be 2.5-3.5.

Keywords: water resources, agro-industrial complex, water management, hydro-reclamation systems, irrigation, information-analytical model

Введение

В зоне недостаточного увлажнения экологически безопасное, экономически эффективное и социально ориентированное развитие АПК в значительной мере зависит от наличия доступных водных ресурсов и состояния мелиоративно-водохозяйственного комплекса. Актуальность исследований обусловлена необходимостью повышения водообеспеченности агропромышленного комплекса и сельского населения, создания условий для устойчивого водопользования, охраны водных ресурсов на территории зоны недостаточного увлажнения Европейской части РФ, в том числе в Волгоградской, Астраханской, Ростовской областях, Республике Калмыкия, Краснодарском и Ставропольском краях с учетом тенденций региональных изменений климата. При этом следует отметить, что в последние десятилетия продолжительность засушливых периодов в гидрологических

циклах в аридной зоне увеличилась с 2-3 до 6-7 и более лет [5, 15].

Водообеспечение орошения в условиях водного дефицита является сложной задачей, ее решение должно опираться на обоснованное управление водными ресурсами [12, 13, 19, 20]. Для обеспечения условий устойчивого функционирования системы управления водоснабжением гидромелиоративных объектов в настоящее время широко применяется информационно-логическое и математическое моделирование. В основе принимаемых решений — достоверные данные экологического мониторинга, проведение прогнозных сценарных исследований развития водохозяйственной ситуации на имитационных моделях, постановка и решение оптимизационных многокритериальных задач водопользования. При этом проводится обоснование комплексного использования водных ресурсов, определение объемов и технологии

водопользования, сравнение разных режимов орошения и технологий поливов, анализ факторов роста и развития растений, динамики свойств почвенного покрова, оценка рисков развития неблагоприятных экологических процессов при орошении, определяющих в итоге надежность принимаемых решений и эффективность использования воды.

Методология исследований

Методология исследований базируется на системном подходе, на современных теоретических и прикладных разработках в области системного водопользования, агроэкологии, мелиорации [1, 2, 4, 6-8, 14-20]. Используются экспериментальные методы (полевые экологические изыскания), геоинформационный анализ, методы математической статистики, а также результаты дистанционного зондирования (ИСЗ LANDSAT, SPOT, SENTINEL), находящиеся в



открытом доступе, и векторизации картографического материала. Оценка использования водных ресурсов для целей сельскохозяйственного водоснабжения (хозяйственно-бытового и орошения) проводится в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84, ГОСТ 17.13.03-77, 2874-82, 2761-84, 17.1.03-90 и СанПиН 42-121-4180-86, 212.1.4.559-96. Также использована информация официальных информационных ресурсов Минприроды России и Минсельхоза России по инвентаризации мелиорированных земель и мелиоративных систем различных форм собственности; Государственного водного реестра в части гидромелиоративных систем; Государственного мониторинга водных объектов по гидромелиоративным системам и наблюдениям за водными объектами; статистических форм отчетности и др. Обращение к современным математическим методам и моделям позволяет оптимизировать и сопрягать между собой различные аспекты водохозяйственной деятельности [3, 13].

В основе моделирования — своевременная, достоверная и достаточная информация, получаемая в процессе мониторинга, что позволяет перейти на качественно новый уровень планирования. Поиск оптимального функционирования строится на хорошо изученной структуре водохозяйственной системы, ее параметрах и характеристиках элементов с пространственно-временной привязкой к условиям внешней среды, а также к техническим, эколого-экономическим и социальным требованиям, предъявляемым природно-техногенному гидромелиоративному комплексу как к системе. Постановка многокритериальных оптимизационных задач водообеспечения и водопользования на крупных мелиоративных агрокомплексах предполагает применение социально-экономического, ландшафтного и экологического подходов, определяющих цели и ограничения в моделях оптимизации ресурсопотребления.

Результаты и обсуждение

На основании анализа существующих теоретических разработок [1, 2, 9-12, 14-17], а также прикладных исследований по проведению экологического мониторинга водных ресурсов, земель регулярного и лиманного орошения, технического уровня мелиоративных систем и сооружений [4, 6-8] разработана *информационно-аналитическая модель обоснования принятия управленческих решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования* (рис. 1). Основные принципы, заложенные в модель управления водохозяйственным комплексом АПК (хозяйственно-питьевым водоснабжением и орошением), следующие:

- междисциплинарное научное обоснование планирования использования водных ресурсов на орошение и хозяйственно-питьевое водоснабжение по регионам (текущая ситуация и прогнозная) с приоритетом питьевого водоснабжения и учета водоохраных требований в правовом статусе, равнозначном статусу требований отрасли;
- выделение объемов водных ресурсов для орошения в условиях дефицита на основе оценки эколого-экономической и социальной эффективности планируемой структуры сельскохозяйственного производства;
- оптимизация структуры возделываемых культур на орошаемых землях в зависимости от лимита водных ресурсов;

- комплексное использование водоисточников с учетом напряженности водного баланса, располагаемых объемов и обоснованной потребности в водных ресурсах с акцентом на экономное использование воды питьевого качества при орошении;
 - оптимизация распределения воды в водохозяйственных системах АПК с учетом поставленных целей и возможных ограничений (экономических, земельных, водных ресурсов);
 - нормирование и контроль водопользования с учетом состояния источников водных ресурсов;
 - при планировании водопользования предусматривать объемы водных ресурсов, необходимых для нужд сохранения или улучшения состояния окружающей среды;
 - направленность на поэтапное экологическое восстановление водных источников, связанных с мелиоративными объектами, за счет сокращения диффузного загрязнения, регулирования отбора подземных вод и т.д. с последующим поддержанием их состояния;
 - расширение применения очищенных сточных коммунальных, коллекторно-дренажных, подземных минерализованных вод для сельскохозяйственного водоснабжения и орошения с учетом степени и качества очистки;
 - необходимость совершенствования управления поверхностными водными ресурсами за счет регулирования работы каскадов водохранилищ;
 - обязательность модернизации водохозяйственного комплекса АПК, мелиоративных систем, внедрение инновационных технологий в водопользовании, включая технологию и технику поливов, водоподачу и водоотведение, водоподготовку, очистку сбросных вод и пр.;
 - системное (комплексное, последовательное, поэтапное) проведение модернизации водохозяйственного мелиоративного комплекса, мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов при орошении и сельскохозяйственном хозяйственно-питьевом водоснабжении, намеченных в рамках стратегического планирования и конкретизированных при разработке тактических мер по совершенствованию водопользования;
 - контроль региональными исполнительными органами выполнения запланированных мероприятий, своевременности их проведения, качества реализации, их результативности и эффективности не только в стоимостном выражении, но и в физическом воплощении.
- Информационно-аналитическая модель обоснования принятия управленческих решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования включает:
- *Информационный блок*, в основе которого данные комплексного экологического мониторинга мелиорированных сельскохозяйственных земель;
 - *Аналитический блок* по оценке текущего состояния почвенного покрова и водопользования, рисков развития неблагоприятных экологических процессов, сценарных исследований динамики ситуации;
 - *Блок принятия тактических и стратегических решений* по управлению использованием водных ресурсов и мелиоративным состоянием земель.

Комплексный экологический мониторинг водных ресурсов, мелиоративных систем и мелиорированных земель представляет собой систему непрерывного слежения и контроля, состоящую из трех блоков:

- контроль за количественным и качественным составом воды в различных источниках — поверхностных (реки, водоемы в балках, каналы, озера, водохранилища, пруды), подземных (артезианские горизонты, пресноводные линзы, грунтовые воды), морских, а также смешанных вод;
- контроль за технико-экологическим состоянием мелиоративных систем и сооружений (плотин, дамб, каналов, водорегулирующих, водопроводящих и сбросных гидротехнических сооружений);
- контроль за эколого-мелиоративным состоянием земель регулярного и лиманного орошения и окружающих территорий (параметры состава, свойств и режимов мелиорированных почв, гидрогеологического режима на оросительных системах и процесса подтопления).

Использование информационно-коммуникационных и цифровых технологий в планировании развития сельскохозяйственного водопользования направлено на повышение производительности мелиоративных систем за счет эффективного использования водных, земельных, финансовых, трудовых, энергетических ресурсов, что является стратегическим направлением в развитии и совершенствовании модели управления орошением.

На основе разработанной информационной модели выполнены исследования по водообеспечению АПК и сельского населения юга Европейской части РФ. Выполнен анализ изменения условий формирования водных ресурсов региона за последние десятилетия. Проведены исследования обеспеченности водными ресурсами сельского хозяйства, технического состояния оросительных систем и мелиоративного состояния орошаемых земель. На основе разработанных баз данных комплексного экологического мониторинга выполнена оценка техногенной нагрузки на водные объекты (табл.), показавшая, что поверхностные и подземные воды по регионам используются с разной интенсивностью.

Нагрузка на водные ресурсы оценена исходя из предложений *Организации по экономическому сотрудничеству и развитию* как отношение водоотбора к возобновляемым объемам водных ресурсов. Нагрузка, при прочих равных условиях, принимается как низкая, если составляет менее 10% от возобновляемых ресурсов пресной воды; умеренная или допустимая — от 10 до 20%; средневысокая — при величине водоотбора 20-40%; высокая — 40-60% и очень высокая — более 60%, когда объемы использования определяют истощение водных ресурсов.

Поскольку наличие необходимых объемов водных ресурсов — одно из основных условий развития орошения, для нормализации ситуации в вододефицитных районах требуется поиск дополнительных источников водоснабжения. Исходить необходимо из интегрального научного обоснования потребностей в водных ресурсах в вододефицитных регионах России с учетом их социально-экономического развития, глобальных изменений климата на перспективу до 2035 г. и далее и, конечно, с преференцией хозяйственно-питьевого водоснабжения и учетом потребностей орошения.





Таблица. Оценка техногенной нагрузки на водные ресурсы
Table. Evaluation of technogenic pressure on water resources

Регион	Возобновляемые ресурсы, км³/год		Водоотбор, км³/год			Нагрузка на водные ресурсы	
	подземных вод	поверхностных вод	подземных вод	поверхностных вод	всего	использование, %	степень нагрузки
Республика Калмыкия	0,04	1,1	0,02	0,33	0,35	30,1	средневысокая
Краснодарский край	2,6	23,0	1,2	5,71	6,9	26,9	средневысокая
Астраханская область	0,48	237,7	0,0	0,70	0,7	0,2	умеренная или допустимая
Волгоградская область	1,34	2545,2	0,06	0,91	0,97	3,8	умеренная
Ростовская область	1,4	26,1	0,1	3,32	3,42	13,1	умеренная
Ставропольский край	0,3	6,0	0,07	2,38	2,4	38,2	средневысокая
Самарская область	1,95	236,8	0,2	0,57	0,77	0,3	умеренная
Саратовская область	2,0	241,5	0,07	0,84	0,91	0,3	умеренная

В процессе проведенных исследований оценка потребности в ресурсах для сельхозводоснабжения была выполнена для Самарской, Саратовской, Волгоградской, Ростовской, Астраханской областей, Республики Калмыкия, Краснодарского и Ставропольского краев в перспективе до 2035 г. на основе выполненного прогноза на 2035 г. с учетом развития сельского хозяйства и демографических изменений (рис. 2).

Как вариант, рассмотрен случай восстановления площади орошения в значениях 1980-1990 гг. к 2050 г.

Обеспечение потребностей в водных ресурсах базируется на объективных экологических ограничениях по изъятию поверхностных и подземных вод в речных бассейнах, необходимости применения водосберегающих технологий орошения, адаптации ведения сельского хозяйства.

Безусловный приоритет придается обеспечению питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения. Определены дополнительные источники водных ресурсов.

Выполненные региональные исследования позволили обратить внимание на необходимость развития и совершенствования системы управления орошением в регионе для повышения эффективности водопользования и обеспечения устойчивого ведения сельского хозяйства в изменяющихся климатических условиях. Накопленный многолетний опыт прикладных изысканий и исследований (мелиоративных, почвенных, водно-балансовых и других), а также выбранная методология работ, базирующаяся на системном подходе, применении современных геоинформационных и математических методов, системы комплексного экологического

мониторинга на орошаемых землях сельскохозяйственного назначения, позволили сформировать требования к системе принятия решений по развитию орошения в новых климатических условиях и разработать на их основе рассмотренную информационно-аналитическую модель обоснования принятия управленческих решений для инновационных проектов развития сельскохозяйственного водопользования.

Для реализации взаимосвязи с внешней средой системы принятия решений модель дополняется компонентами, определяющими объемы и структуру водопользования, исходя из планов развития экономики и требований отраслей к объемам и надежности водообеспечения в регионе, к качеству вод; бассейновые мероприятия по ограничению антропогенной нагрузки на водные объекты; согласование решений по управлению водными ресурсами в различных административных и бассейновых образованиях, контроль за сбросом загрязняющих веществ и др. Такой комплексный подход на основе разработанной модели обеспечивает надежность и эффективность принимаемых решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования.

Заключение

Одним из основных потребителей воды является сельское хозяйство, основой устойчивого развития которого в зоне недостаточного увлажнения является орошаемое земледелие. Для минимизации нехватки воды и повышения эффективности ее использования при орошении разработана информационно-аналитическая модель обоснования принятия управленческих решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования.

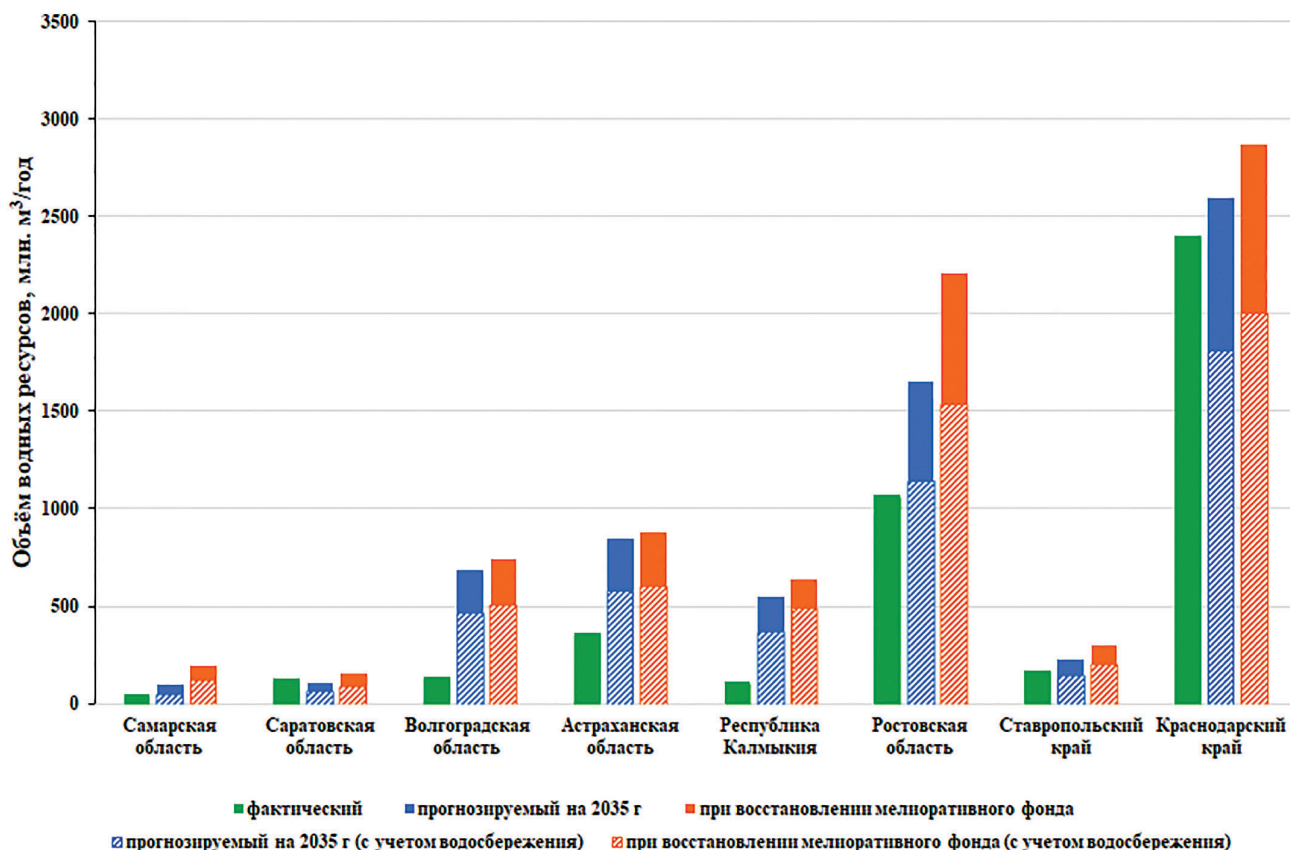


Рисунок 2. Результаты сценарных исследований по определению объемов водных ресурсов, необходимых для орошения по регионам юга Европейской части РФ
Figure 2. Results of scenario studies to determine the volume of water resources needed for irrigation in the South European part of the Russian Federation





Обращение к современным математическим методам и моделям позволяет оптимизировать и сопрягать между собой различные аспекты водохозяйственной деятельности. Модель состоит из информационного блока, в основе которого данные комплексного экологического мониторинга мелиорированных сельскохозяйственных земель, аналитического блока по оценке текущего состояния почвенного покрова и водопользования, рисков развития неблагоприятных экологических процессов, сценарных исследований динамики ситуации и блока принятия тактических и стратегических решений по управлению использованием водных ресурсов и мелиоративным состоянием земель. Сочетание в структуре модели информационно-логического и математического моделирования повышает надежность обеспечения условий устойчивого функционирования системы управления водоснабжением гидромелиоративных объектов.

Список источников

1. Айдаров И.П. Экологические требования к качественному составу оросительных вод, обеспечивающих предотвращение засоления и осолонцевания почв. М.: Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы, 1995. 32 с.
2. Безднина С.Я. Экосистемное водопользование. М.: Рома, 1997. 137 с.
3. Бубер А.Л., Добрачев Ю.П. Задача планирования и управления водными ресурсами в интересах водопользователей АПК // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 5. С. 36-40.
4. Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А., Дедов А.А. Экосистемный мониторинг водных ресурсов и мелиоративных объектов // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3. С. 56-61.
5. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». М.: НИА-Природа, 2018. 298 с.
6. Дедова Э.Б., Дубенко Н.Н., Бородычев В.В., Исаева С.Д., Сазанов М.А. Методические положения создания комплексного мониторинга водных ресурсов и мелиоративных систем Республики Калмыкия. М.: ВНИИГИМ, 2017. 97 с.
7. Дедова Э.Б. Зональная шкала оценки качества поливных вод республики Калмыкия // Синергия. 2018. № 1. С. 88-96.
8. Дедова Э.Б., Вершинин В.В., Хуторова А.О., Шабанов Р.М., Дедов А.А. Комплексный мониторинг состояния водоемов восточного склона Ергенинской возвышенности // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (377). С. 10-16.
9. Информационный сайт о состоянии недр Российской Федерации в 2017 г. URL: http://www.geomonitoring.ru/gmsn_sostoyanie_nedr.html#item2
10. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Южного федерального округа / Информационный сайт о состоянии недр РФ. Южный региональный центр ГМСН. URL: http://geomonitoring.ru/reglament_product.html (дата обращения: 12.09.2019).
11. Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга». URL: <https://inform-raduga.ru/gts/3203>

Информация об авторах:

Шевченко Виктор Александрович, член-корреспондент Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5444-9693>, Scopus ID: 57209792752, Researcher ID: A-8909-2016, contact@vniigim.ru
Исаева София Давидовна, доктор технических наук, заведующая отделом экосистемного водопользования, главный научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9640-2191>, Scopus ID: 57193422572, isaevasofia@gmail.com
Дедова Эльвира Батыревна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, elviola27@gmail.com

Information about the authors:

Viktor A. Shevchenko, corresponding member of the Russian academy of sciences, doctor of agricultural sciences, professor, director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5444-9693>, Scopus ID: 57209792752, Researcher ID: A-8909-2016, contact@vniigim.ru
Sofia D. Isaeva, doctor of technical sciences, head of the department of ecosystem water use, chief researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9640-2191>, Scopus ID: 57193422572, isaevasofia@gmail.com
Elvira B. Dedova, doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, elviola27@gmail.com

12. Исаева С.Д. Научное обоснование экосистемного водопользования // Сельский механизатор. 2019. № 10. С. 22-23.
13. Isaeva S.D., Dedova E.B., Buber, A.A. (2021). Use of Water Resources for Irrigation in the Southern Regions of Russia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 666(4):042020. doi: 10.1088/1755-1315/666/4/042020
14. Кац Д.М., Парфенова Н.И. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель. Вып. 2. М., 1988. 108 с.
15. Кизяев Б.М., Исаева С.Д. Водообеспеченность Российской Федерации в условиях глобального потепления климата // Вестник российской академии наук. 2016. Т. 86. № 10. С. 909-914.
16. Методическое руководство по критериям оценки мелиоративного состояния орошаемых земель Поволжья. Саратов: НПО «ВолжНИИГИМ», 1991. 46 с.
17. Щедрин В.Н. и др. Обеспечение безопасности гидросооружений мелиоративного назначения. М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. 88 с.
18. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России / Минсельхоз РФ. М., 2016. 224 с.
19. Zeyliger, A.M., Ermolaeva, O.S., Sukharev, Y.I. (2021) Method to localize snowmelt runoff pollutant sources of surface water bodies by paired geoinformation and hydrological analyses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 745:12012. doi: 10.1088/1755-1315/745/1/012012
20. Shevchenko, V.A., Isaeva, S.D., Dedova, E.B. (2021). Geosystem approach to using surface and groundwater in agricultural water supply. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* this link is disabled, 867(1):012071. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012071

References

1. Aidarov, I.P. (1995). *Ehkologicheskie trebovaniya k kachestvennomu sostavu orositel'nykh vod, obespechivayushchikh predotvrashchenie zasoleniya i osolontsevaniya pochv* [Environmental requirements for the qualitative composition of irrigation waters, ensuring the prevention of salinization and salinization of soils]. Moscow, Center for scientific and technical information, propaganda and advertising, 32 p.
2. Bezdina, S.Ya. (1997). *Ehkosistemnoe vodopol'zovanie* [Ecosystem water management]. Moscow, Roma Publ., 137 p.
3. Buber, A.L., Dobrachev, Yu.P. (2019). *Zadacha planirovaniya i upravleniya vodnymi resursami v interesakh vodopol'zovatelei APK* [The task of planning and managing water resources in the interests of agricultural water users]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo* [Melioration and water management], no. 5, pp. 36-40.
4. Borodychev, V.V., Dedova, E.B., Sazanov, M.A., Dedov, A.A. (2017). *Ehkosistemnyi monitoring vodnykh resursov i meliorativnykh ob'ektov* [Ecosystem monitoring of water resources and reclamation facilities]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka* [Russian agricultural sciences], no. 3, pp. 56-61.
5. NIA-Priroda (2018). *Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2017 godu»* [State Report "On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2017"]. Moscow, NIA-Priroda, 298 p.
6. Dedova, E.B., Dubenok, N.N., Borodychev, V.V., Isaeva, S.D., Sazanov, M.A. (2017). *Metodicheskie polozheniya sozdaniya kompleksnogo monitoringa vodnykh resursov i meliorativnykh sistem Respubliki Kalmykiya* [Methodological provisions for the creation of integrated monitoring of water resources and reclamation systems of the Republic of Kalmykia]. Moscow, VNIIGIM, 97 p.

7. Dedova, E.B. (2018). Zonal'naya shkala otsenki kachestva polivnykh vod respubliki Kalmykiya [Zonal scale for assessing the quality of irrigation water in the Republic of Kalmykia]. *Sinergiya*, no. 1, pp. 88-96.
8. Dedova, E.B., Vershinin, V.V., Khutorova, A.O., Shabanov, R.M., Dedov, A.A. (2020). Kompleksnyi monitoring sostoyaniya vodoemov vostochnogo sklona Ergeninskoi vozvyshennosti [Integrated monitoring of the state of water bodies of the eastern slope of the Ergenin hill]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (377), pp. 10-16.
9. Informatsionnyi sait o sostoyanii neдр Rossiiskoi Federatsii v 2017 g. [Information site about the state of the Russian Federation's subsoil in 2017]. Available at: http://www.geomonitoring.ru/gmsn_sostoyanie_nedr.html#item2
10. Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii neдр na territorii Yuzhnogo federal'nogo okruga [Information bulletin on the state of the subsoil in the Southern Federal District]. Informatsionnyi sait o sostoyanii neдр RF. Yuzhnyi regional'nyi tsentr GMSN [Information site about the state of the subsoil of the Russian Federation. The Southern regional Center of the GMSN]. Available at: http://geomonitoring.ru/reglament_product.html (accessed: 12.09.2019).
11. Informatsionnyi portal FGBNU VNIИ «Raduga» [Information portal of the Federal State Budgetary Research Institute "Raduga"]. Available at: <https://inform-raduga.ru/gts/3203>
12. Isaeva, S.D. (2019). Nauchnoe obosnovaniye ehkositemnogo vodopol'zovaniya [Scientific justification of ecosystem water use]. *Sel'skii mekhanizator*, no. 10, pp. 22-23.
13. Isaeva S.D., Dedova E.B., Buber, A.A. (2021). Use of Water Resources for Irrigation in the Southern Regions of Russia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 666(4):042020. doi: 10.1088/1755-1315/666/4/042020
14. Kats, D.M., Parfenova, N.I. (1988). *Metodicheskie rekomendatsii po kontrolyu za meliorativnym sostoyaniem oroshayemykh zemel'* [Methodological recommendations for monitoring the reclamation condition of irrigated lands]. Issue 2. Moscow, 108 p.
15. Kizyaev, B.M., Isaeva, S.D. (2016). Vodoobespechenost' Rossiiskoi Federatsii v usloviyakh global'nogo potepeleniya klimata [Water supply of the Russian Federation in the context of global warming]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk* [Bulletin of the Russian academy of sciences], vol. 86, no. 10, pp. 909-914.
16. NPO "VolzhNIIGIM" (1991). *Metodicheskoe rukovodstvo po kriteriyam otsenki meliorativnogo sostoyaniya oroshayemykh zemel' Povolzh'ya* [Methodological guide to the criteria for assessing the reclamation status of irrigated lands of the Volga region] Saratov, NPO "VolzhNIIGIM", 46 p.
17. Shchedrin, V.N. i dr. (2010). *Obespechenie bezopasnosti gidrosooruzhenii meliorativnogo naznacheniya* [Ensuring the safety of hydraulic structures for reclamation purposes]. Moscow, FGNU CNTI "Meliovodinform", 88 p.
18. Ministry of agriculture of the Russian Federation (2016). *Razvitiye melioratsii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya v Rossii* [Development of agricultural land reclamation in Russia]. Moscow, Ministry of agriculture of the Russian Federation, 224 p.
19. Zeyliger, A.M., Ermolaeva, O.S., Sukharev, Y.I. (2021). Method to localize snowmelt runoff pollutant sources of surface water bodies by paired geoinformation and hydrological analyses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 745:12012. doi: 10.1088/1755-1315/745/1/012012
20. Shevchenko, V.A., Isaeva, S.D., Dedova, E.B. (2021). Geosystem approach to using surface and groundwater in agricultural water supply. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* this link is disabled, 867(1):012071. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012071



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК

Научная статья

УДК 322.1+ 631.4

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_129

ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ КАК ОДНО ИЗ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Л. Добрянская, М.С. Петухова

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Аннотация. В статье определены перспективы развития органического земледелия в Новосибирской области на основе расчета почвенно-экологического индекса для различных агроландшафтных зон региона. Показано, что органическое земледелие — это одно из основных направлений устойчивого развития сельского хозяйства, которое станет основополагающим в новом технологическом укладе экономики. На основе проведенного анализа выявлено, что наиболее благоприятным для эффективного осуществления органического производства является Правобережная часть Салаирского кряжа Новосибирской области, в который входят Мошковский, Болотнинский, Тогучинский, Искитимский, Маслянинский, Черепановский, Сузунский и Новосибирский районы. Значение почвенно-экологического индекса здесь составляет 58, что говорит о благоприятных почвенных, экологических и климатических условиях данной агроландшафтной зоны. Именно поэтому, 64% Правобережной части Салаирского кряжа занимают пашни, а урожайность сельскохозяйственных культур традиционно выше, чем в других районах Новосибирской области. Эти территории являются благоприятными для ведения органического земледелия. Помимо этого, географическое положение области позволяет выращивать органическую сельскохозяйственную продукцию на экспорт в азиатские страны по более высоким ценам, нежели продукция традиционного способа производства.

Ключевые слова: органическое земледелие, устойчивое развитие, почвенно-экологический индекс, агроландшафтное зонирование, новый технологический уклад, устойчивое сельское хозяйство

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Новосибирской области.

Original article

ORGANIC FARMING AS ONE OF THE PRIORITY DIRECTIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE NOVOSIBIRSK REGION

S.L. Dobryanskaya, M.S. Petukhova

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article defines the prospects for the development of organic farming in the Novosibirsk region based on the calculation of the soil-ecological index for various agro-landscape zones of the region. It is shown that organic farming is one of the main directions of sustainable development of agriculture, which will become fundamental in the new technological way of the economy. Based on the analysis, it was revealed that the most favorable for the effective implementation of organic production is the Right-bank part of the Salair ridge of the Novosibirsk region, which includes Moshkovsky, Bolotninsky, Toguchinsky, Iskitimsky, Maslyaninsky, Cherepanovsky, Suzunsky and Novosibirsk districts. The value of the soil-ecological index here is 58, which indicates favorable soil, ecological and climatic conditions of this agro-landscape zone. That is why 64% of the Right-bank part of the Salair ridge is occupied by arable land, and crop yields are traditionally higher than in other areas of the Novosibirsk region. These territories are favorable for organic farming. In addition, the geographical location of the region allows you to grow organic agricultural products for export to Asian countries at higher prices than the products of the traditional method of production.

Keywords: organic farming, sustainable development, soil-ecological index, agro-landscape zoning, new technological structure, sustainable agriculture

Acknowledgements: The study was carried out with the financial support of the Government of the Novosibirsk region.

Введение. Устойчивое сельское хозяйство представляет собой такой тип сельскохозяйственного производства, при котором производится достаточное количество сельхозпродукции, не истощая почвенные ресурсы и не загрязняя окружающую среду. Это метод управления растениеводством и животноводством, обеспечивающий долгосрочную продуктивность отраслей без деградации сельскохозяйственных угодий и их природно-ресурсной базы, и ухудшения здоровья человека [1].

Поэтому в настоящее время главной целью государственной аграрной политики должно

стать создание такого уровня производства, при котором становится возможным полное удовлетворение потребностей населения в продовольствии и других нужд государства в сельскохозяйственной продукции, а также сохранение и воспроизводство почвенного плодородия пахотных земель.

Два основных направления устойчивого сельскохозяйственного производства — это органическое и биологизированное сельское хозяйство. Если первое предполагает полный отказ от химических средств защиты растений и минеральный удобрений, то второе — допускает

интегрированную защиту растений и комплексные удобрения, которые содержат как органические вещества, так и химические [2, 3].

В данном исследовании внимание будет уделено органическому земледелию, как одному из приоритетных направлений устойчивого развития сельского хозяйства Новосибирской области [4].

Результаты исследования их обсуждение. Зачастую под органическим производством понимают экстенсивное производство, которое низкоэффективно. Органическое земледелие — это научный метод, использующий интенсивные



технологии, такие как гидротехническая мелиорация, биомелиорация, система севооборотов, агробиотехнологии, точное земледелие, технологии минимальной обработки почвы, механические способы защиты растений [5, 6]. Помимо этого, устойчивое сельское хозяйство подразумевает под собой сохранение органического вещества почвы, выбор культур, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, улучшение биоразнообразия, предотвращение эрозии почв и др. [5]

Органическое земледелие базируется на трех основных принципах:

- 1) взаимозависимость, под которой производство рассматривается как экосистема, когда изменение одного элемента системы приводит к изменению и других элементов;
- 2) разнообразие — в целях поддержания экосистем в естественном состоянии;
- 3) замкнутость системы, т.е. переработка отходов животноводства и использование их в растениеводстве в качестве органических удобрений [2].

Таким образом, органическое сельское хозяйство является эффективным инструментом для обеспечения производства замкнутого цикла, в частности это касается смешанных производств, где сочетается растениеводство и животноводство.

Эффективность органического земледелия во многом зависит от селекции сельскохозяйственных культур, севооборотов, современных агротехнологий (точное земледелие), инновационных биологических препаратов, перспективных природоподобных технологий [4, 7]. Основными критериями экологического земледелия выступают:

- 1) перевод азота воздуха в растительный белок за счёт бобовых культур;
- 2) рыхление и оструктурирование почвы достигается за счёт корневой системы многолетних трав;
- 3) борьба с сорняками, болезнями и вредителями осуществляется за счёт почвозащитных севооборотов, выбора сортов, биологической системы защиты растений;
- 4) отказ от максимальных урожаев;
- 5) сбалансированное применение органических удобрений.

Помимо этого, выполнение природоохранных мероприятий позволяет наряду с существенным экологическим эффектом получить значительную экономическую выгоду.

В экстенсивном земледелии, основанном на минимальном вложении в землю и в производ-

ство, получение урожая на 50-60% обусловлено природными факторами. В интенсивном земледелии за счет сортосмены, высокого уровня химизации резко возрастает роль биологических (28-37%) и техногенных факторов (37-43%) [4].

Новосибирская область, несмотря на сложный почвенный покров, является крупнейшим производителем сельскохозяйственной продукции. Общая сельскохозяйственная освоенность территории Новосибирской области составляет 48%, в то время как в целом по Западной Сибири 33%. В разных природных зонах области распаханность земель различна: в подтайге — от 3 до 10%, лесостепи и степи — до 28-56%. Основное направление развития земледелия в области — производство товарного зерна, в основном яровой пшеницы (до 70% зерновых). Возделывают также некоторые технические культуры, овощные, плодово-ягодные культуры и картофель [4, 8].

Обладая уникальными природными ресурсами (запас пресной воды, почвы с высоким потенциальным плодородием), Новосибирская область в ближайшее время может занять важную нишу в развитии органического сельского хозяйства России. В Новосибирской области более 60 тыс. га — залежные земли, обладающие высоким уровнем естественного плодородия и пригодные для введения в оборот, что является важным потенциалом для развития органического сельского хозяйства [4].

Однако не все сельхозугодия пригодны для органического земледелия, в котором главную роль играет экологическое состояние почвы и ее потенциальное плодородие. Для создания комплексной модели перспектив развития органического земледелия в Новосибирской области нами проведена экологическая оценка почв в баллах, на основании ее свойств, с учетом климатических условий, при которых формировалась почва. Данная оценка выражается в виде обобщенного показателя — почвенно-экологического индекса (далее ПЭИ). В связи с этим, нами произведен расчет ПЭИ для различных агроландшафтных зон Новосибирской области. ПЭИ — это комплексный показатель, который дает возможность проведения объективной оценки состояния почвы и выявления негативных процессов, происходящих в ней. Кроме того, ПЭИ учитывает и климатические параметры агроландшафтной зоны, что делает его универсальным показателем для оценки пригодности территории к органическому земледелию [9, 10].

По ландшафтному районированию территорию Новосибирской области можно разделить на 4 части [11]:

1. Северная часть области (Кыштовский, Северный, Убинский, Усть-Тарский, Венгеровский районы) — включает Васюганское плато, в которое входят Привасюганская низменность и долина р. Оби. Леса здесь занимают около 50% территории. Структура почвенного покрова относительно несложная и представлена на 40-60% полугидроморфными и гидроморфными почвами (глево-подзолистыми, дерновоглебовыми, болотными и лугово-болотными). Однако доля автоморфных зональных почв в Новосибирской области невелика — всего 24,3%. Основной вид землепользования — сенокосы, пастбища, с возделыванием кормовых однолетних и многолетних трав (рис. 1). Для более интенсивного освоения территории необходимо осушение. ПЭИ, согласно расчетам, равен 27.

2. Барабинская низменность (Куйбышевский, Каргатский, Барабинский, Чановский, Татарский, Коченёвский, Убинский, Здвинский, Доволенский, Кочковский районы) занимает 65,5% территории Новосибирской области. Для данной зоны характерно развитие автоморфных зональных черноземов с подтипами оподзоленных, выщелоченных, обыкновенных и серых лесных почв, представленных подтипами темно-серых, серых и светло-серых (осолоделых или оподзоленных). Они сформированы по вершинам грив среди весьма сложных гидроморфных и полугидроморфных почв различной степени засоления и заболоченности, на долю которых приходится около 70% территории. Среди них наиболее широко распространены (до 40,3%) переувлажненные, различной степени засоления или солонцеватые луговые, лугово-болотные почвы, а также солонцы, солончаки и солоды. Менее распространены (до 30%) переувлажненные незасоленные луговые, лугово-болотные, болотные и торфяно-болотные почвы.

Вид землепользования — пашни, сенокосы и пастбища, выращивание ягодных и плодовых культур (рис. 2). ПЭИ равен 35.

3. Северная Кулунда (Баганский, Карасукский, Купинский, Краснозерский, Чистоозёрный районы). В степной зоне из почв автоморфного ряда распространены черноземы южные и частично обыкновенные, что составляет основную долю полевого землепользования (пшеница, гречиха, овес, ячмень, картофель, кукуруза). Они занимают небольшие площади, а общий фон почвенного покрова составляют почвы

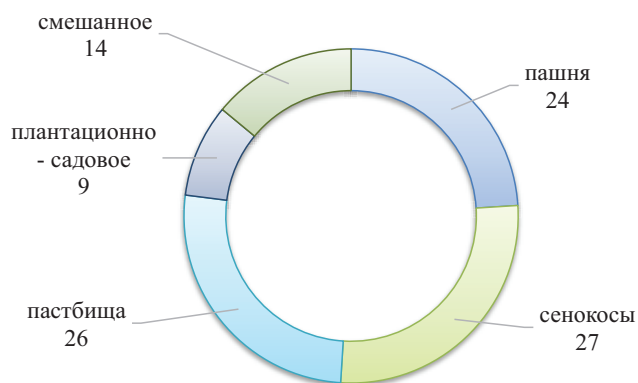


Рисунок 1. Структура сельскохозяйственных угодий в северной части Новосибирской области в 2020 г., %
Figure 1. Structure of agricultural lands in the northern part of the Novosibirsk region in 2020, %

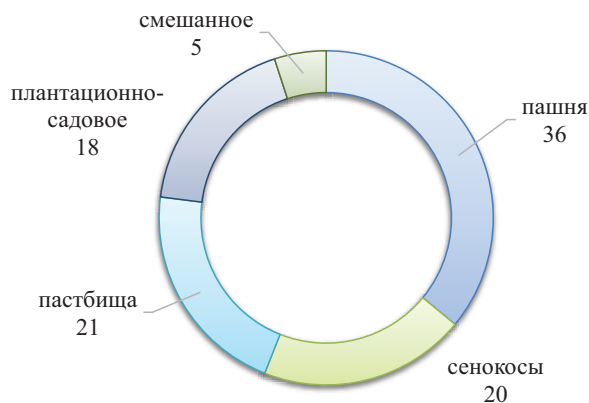


Рисунок 2. Структура сельскохозяйственных угодий в Барабинской низменности в 2020 г., %
Figure 2. Structure of agricultural lands in the Barabinsk lowland in 2020, %

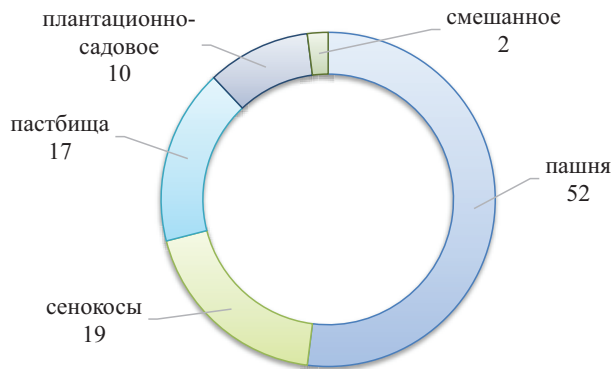


Рисунок 3. Структура сельскохозяйственных угодий в Северо-Кулундинском районе в 2020 г., %
Figure 3. Structure of agricultural lands in the Northern Kulundinsky district in 2020, %

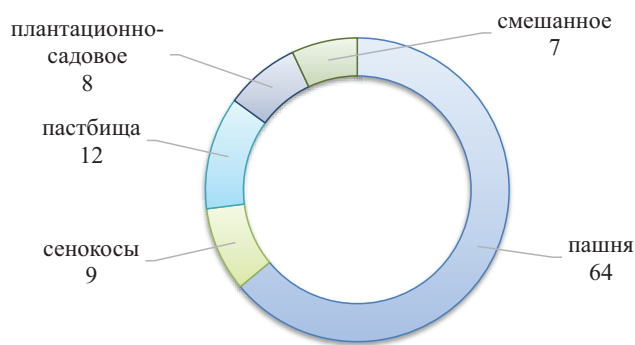


Рисунок 4. Структура сельскохозяйственных угодий в Правобережной части Салаирского кряжа в 2020 г., %
Figure 4. Structure of agricultural lands in the Right-bank part of the Salair ridge in 2020, %

полугидроморфного, гидроморфного и засоленного рядов — лугово-черноземные, луговые, болотные почвы, солончаки, солонцы и солоды. Возможно возделывание зерновых, зернобобовых культур и многолетних трав в почвозащитных севооборотах в системе контурно-мелиоративного земледелия (рис. 3). ПЭИ равен 41.

4. Правобережная часть Салаирского кряжа (Мошковский, Болотнинский, Тогучинский, Искитимский, Маслянинский, Черепановский, Сузунский, Новосибирский районы).

Максимально перспективным районом для развития органического земледелия является Правобережная часть Салаирского кряжа (оптимальное сочетание климатических, почвенных, геоморфологических условий).

Сложная палеогеографическая история этой обширной территории, пестрота материнских пород, разный уровень залегания и разная минерализация грунтовых вод, в сочетании с зональными изменениями климатических условий и растительности, определили формирование на различных частях ее поверхности своеобразных и довольно сложных сочетаний многих типов, подтипов и разновидностей почв. На сравнительно небольшом пространстве от северной к южной границе области встречаются подзолы, дерново-подзолистые, серые лесные, которые сменяются черноземами от оподзоленных до южных включительно. Для лесостепной зоны характерно развитие среди автоморфных почв черноземов с подтипами оподзоленных, выщелоченных, обыкновенных и серых лесных почв, представленных тремя подтипами темно-серых, серых и светло-серых (оподзоленных или осолоделых). Почвы автоморфные широко распространены только на хорошо дренированных пространствах Приобского плато и Присалаирской дренированной равнины. В Барабинской низменности площади, занимаемые ими, небольшие и господствующее положение здесь занимают почвы полугидроморфного, гидроморфного и засоленного рядов развития, представленные серыми лесными глеевыми, лугово-черноземными, луговыми, болотными почвами, солончаками, солонцами и солодами. В долине Оби, пересекающей подзону южной тайги и зону лесостепи, на высоких террасах, сложенных породами, легкими по гранулометрическому составу, под сосновыми борами развиваются дерново-подзолистые и подзолистые почвы, а на низких террасах и в пойме — различной степени развитости луговые и болотные аллювиальные.

Природная обусловленность специализации растениеводства данного района —

производство продовольственного и фуражного зерна пшеницы, ржи, гороха, овса; зеленых, сочных и грубых кормов, полевых капустовых культур и льна. Видовой состав культур: зерновые и зернобобовые — овес, яровая пшеница, многолетние травы — костреч, клевер красный и розовый, люцерна, донник; однолетние травы и силосные — горох с овсом, рапс, озимая рожь, подсолнечник; картофель. Ландшафтно-адаптивная система земледелия способствует развитию разных видов землепользования: пашни, сенокосы и пастбища, плантационно-садовые. Пригодны для возделывания наиболее требовательных культур (овощные, зерновые, зернобобовые) с соблюдением простейших противоэрозионных мероприятий (рис 4). ПЭИ равен 58.

Таким образом, наибольшее значение почвенно-экологического индекса достигнуто в районах Правобережной части Салаирского кряжа, где имеются наилучшие в области условия для развития органического земледелия (рис. 5).

К общим лимитирующим почвенно-климатическим особенностям Новосибирской области, которые необходимо учитывать в практике органического земледелия, относятся:

- недостаточное количество осадков на юге (менее 300 мм), большой дефицит почвенной влаги и значительное ее испарение с поверхности (220-270 мм);

- глубокое промерзание почв и позднее их оттаивание;
- короткий безморозный (90-115 дней) и вегетационный (130-160 дней) периоды;
- частые ветры, сопровождающиеся пыльными бурями;
- поздние весенние и ранние осенние заморозки, низкие температуры воздуха при малоснежных зимах, особенно в южной части
- развития эрозионных процессов;
- отрицательный баланс гумуса [4].

Механизм регулирования и создания устойчивого использования земельных ресурсов с учетом его экологической составляющей представляет собой целостную совокупность методов и инструментов, с помощью которых организуются и координируются процессы использования земель и их охраны, обеспечивается воспроизводство плодородия почв как природно-ресурсного элемента.

Таким образом, органическое земледелие — это современное наукоемкое производство, которое требует соответствующего развития и других отраслей: селекция и семеноводство, агробихотехнологические производства, точное земледелие, производство специальной сельхозтехники. Органическое земледелие требует наличия достаточно высокого технико-технологического потенциала и материально-технического оснащения, а также специализированных знаний, что и тормозит его развитие в регионе.

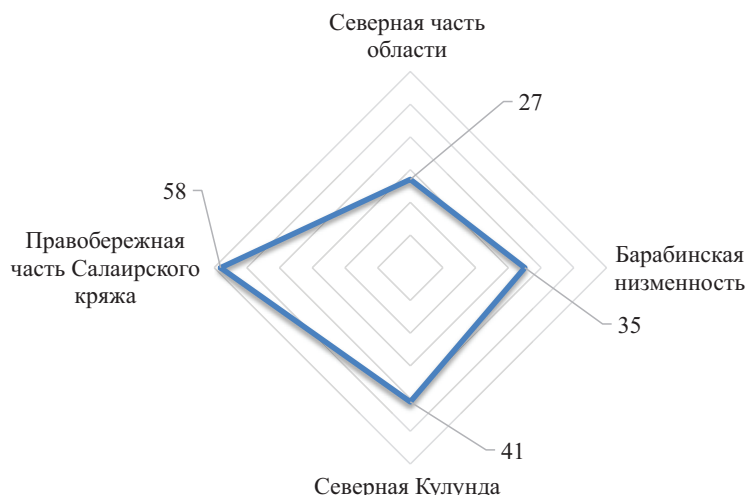


Рисунок 5. Почвенно-экологический индекс для агроландшафтов Новосибирской области в 2020 г.
Figure 5. Soil-ecological index for agricultural landscapes of the Novosibirsk region in 2020





По международным стандартам «органик» в Новосибирской области зарегистрированы только 2 сельхозтоваропроизводителя:

1. КФХ Толстов Сергей Владимирович с культурами рапшопса, горчица белая, чечевица красная, лен, гречиха, пшеница.
2. ООО «Zelenaia Kladovaia Pinenut», производящее масло ядра кедрового ореха, жмых, ядра кедровых орехов.

Несмотря на громадный потенциал, органическое земледелие слабо развито в Новосибирской области, при том, что в регионе имеется крупнейший в России производитель биопрепаратов для сельского хозяйства «Сиббиофарм» [4].

В настоящее время несколько хозяйств находятся в процессе перехода на органический способ производства. Под органическое земледелие в области заявлена площадь 12,9 тыс. га, из них в 2021-2023 гг. года будут введены в оборот 6,35 тыс. га залежных земель под посевы озимой ржи, овса, ячменя, пшеницы, гречихи, лекарственных трав, рыжика, озимой сурепицы [12, 13].

Помимо этого, некоторые сельхозтоваропроизводители области используют в производстве отдельные элементы органического земледелия. Например, в ООО «Рубин» Краснозерского района — биологизированная система земледелия No-Till, в ООО «Алексеевка» Новосибирского района — сидерация как средство биологизации земледелия, в тепличном комплексе «Новосибирский» — биологические средства защиты растений, в АО «Кудряшовское» Новосибирского района — комплексное внесение удобрений (минеральные+органические) [4].

Одна из основных причин, по которой сельхозтоваропроизводители не переходят на органический способ производства — низкая урожайность и продуктивность (снижение, как правило, на 30-50%). Однако такое снижение нивелируется высокими ценами на органическую продукцию. На рынке цена может быть в 2 раза выше, чем на продукцию, произведенную традиционным способом [14].

Заключение. Таким образом, Новосибирская область является перспективным регионом для развития органического производства сельскохозяйственной продукции. Значительная площадь области — юго-восточная, южная и восточная части имеют высокий уровень почвенно-экологического индекса, что говорит об их пригодности для ведения эффективного органического производства. Помимо этого, географическое местоположение региона позволяет осуществлять экспорт органической продукции в азиатские страны, где спрос на нее высокий и при этом ежегодно увеличивается с ростом численности населения.

Развитие органического земледелия в Новосибирской области даст возможность перейти сельскохозяйственному производству региона на новый технологический уклад, основанном на принципах устойчивости. Сохранение

плодородия почв, обеспечение социально-экономического благополучия в сельской местности, поддержка агроэкосистем должны стать основополагающими уже в ближайшем будущем Новосибирской области.

Список источников

1. Зеленая экономика и устойчивое развитие сельского хозяйства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://organic-ca.org/?p=987> (дата обращения 21.12.2021).
2. Anbu S. Organic Farming and Sustainable Agriculture. Environment and Rural Development. India: Novel Corporation, 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/340085155_Organic_Farming_and_Sustainable_Agriculture#fullTextFileContent (дата обращения 21.12.2021).
3. Polushkina T., Akimova Yu., Kovalenko E., Yakimova O. Organic agriculture in the system of the sustainable use of natural resources. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). 2020. Vol. 17. 00219.
4. Рудой Е.В., Петухова М.С., Шелковников С.А. [и др.]. Стратегия научно-технологического развития отрасли растениеводства Новосибирской области до 2035 года. Новосибирск, 2021. 156 с.
5. Ahlem Z., Amine M. Hammas. Organic Farming: A Path of Sustainable Development // International Journal of Economics & Management Sciences. Vol. 6. Is. 5. 1000456.
6. Rudoy E.V., Petukhova M.S., Isaeva G.V., Dobryanskaya S.L. Organic farming as a promising direction of scientific and technological development of crop production in the Novosibirsk region / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 723(3), 032031.
7. Rudoy E.V., Petukhova M.S., Petrov A.F., Kapustyanchik S.Yu., Ruymkina I.N., Ruymkin S.V. Crop production in Russia 2030: Alternative data of the development scenarios. Data in brief. Vol. 29. 105077.
8. Петухова М.С., Исаева Г.В., Добрянская С.Л. Перспективы развития органического земледелия в Новосибирской области // Основы и перспективы органических биотехнологий. 2020. № 4. С. 40-47.
9. Цветнов Е.В., Марахова Н.А., Макаров О.А., Строков А.С., Абдулханова Д.Р. Апробации подхода к определению общественной ценности земель в качестве основы для проведения эколого-экономической оценки ущерба от их деградации // Почвоведение. 2019. № 10. С. 1269-1277.
10. Чибилев А.А., Петрищев В.П., Левыкин С.В., Ашиккалиев А.Х., Казачков Г.В. Методика научных исследований // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 148-155.
11. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / РАСХН. Сибирское отделение СибНИИЗХим. Новосибирск, 2002. 388 с.
12. В Новосибирской области обсудили вопросы развития органического производства в Сибири и выхода на мировые рынки // Союз органического земледелия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://soz.bio/v-novosibirskoj-oblasti-obsudili-voprosy-razvitiya-organicheskogo-proizvodstva-v-sibiri-i-vyhoda-na-mirovyeyuniki/> (дата обращения 28.08.2021).
13. В Новосибирской области положен старт органическому земледелию // Министерство сельского хозяйства Новосибирской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mcs.nso.ru/news/4001> (дата обращения 28.08.2021).
14. Rudoy E.V., Petukhova M.S., Ruymkin S.V., Dobryanskaya S.L., Molyavko A.V. Crop production in Russia 2030:

Scenarios based on data from the scientific and technological development of the sector // Data in brief. 2019. Vol. 25. P. 103980.

References

1. Zelenaya e'konomika i ustojchivoe razvitie sel'skogo xoz'yajstva [Green economy and sustainable development of agriculture]. Available at: <http://organic-ca.org/?p=987> (accessed 21 December 2021).
2. Anbu S. (2020). Organic Farming and Sustainable Agriculture. *Environment and Rural Development*. India: Novel Corporation. Available at: https://www.researchgate.net/publication/340085155_Organic_Farming_and_Sustainable_Agriculture#fullTextFileContent (accessed 21 December 2021).
3. Polushkina T., Akimova Yu., Kovalenko E. [et. all]. (2020). Organic agriculture in the system of the sustainable use of natural resources. *International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019)*, vol. 17, 00219.
4. Rudoy E.V., Petukhova M.S., Shelkovnikov S.A. [et. al]. (2021). Strategiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya otrasli rastenievodstva Novosibirskoj oblasti do 2035 goda [Strategy of scientific and technological development of the crop industry of the Novosibirsk region until 2035]. Novosibirsk, 156 p.
5. Ahlem Z., Amine M. Hammas. Organic Farming: A Path of Sustainable Development. *International Journal of Economics & Management Sciences*, vol. 6, Is. 5, 1000456.
6. Rudoy E.V., Petukhova M.S., Isaeva G.V. [et. all] (2021). Organic farming as a promising direction of scientific and technological development of crop production in the Novosibirsk region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 723(3), 032031.
7. Rudoy E.V., Petukhova M.S., Petrov A.F. [et. all] (2020). Crop production in Russia 2030: Alternative data of the development scenarios. *Data in Brief*, vol. 29, 105077.
8. Petukhova M.S., Isaeva G.V., Dobryanskaya S.L. (2020). Perspektivy razvitiya organicheskogo zemledeliya v Novosibirskoj oblasti [Prospects for the development of organic farming in the Novosibirsk region]. *Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologij*, no. 4, pp. 40-47.
9. Czvetnov E.V., Maraxova N.A., Makarov O.A. [et. all] (2019). Aprobacii podxoda k opredeleniyu obshhestvennoj cennosti zemel' v kachestve osnovy` dlya provedeniya e'kologo-e'konomicheskoy ocenki ushherba ot ix degradacii [Approbation of an approach to determining the social value of lands as a basis for conducting an ecological and economic assessment of damage from their degradation]. *Pochvovedenie*, no. 10, pp. 1269-1277.
10. Chibilev A.A. [et. all]. (2016). Metodika nauchny'x issledovanij [Methodology of scientific research]. *Geografiya i prirodny'e resursy`*, no. 4, pp. 148-155.
11. Adaptivno-landshaftny'e sistemy` zemledeliya Novosibirskoj oblasti [Adaptive landscape farming systems of the Novosibirsk region]. Novosibirsk RASXN: Sib. otdelenie SibNIIZXim, 2002, 388 p.
12. V Novosibirskoj oblasti obsudili voprosy` razvitiya organicheskogo proizvodstva v Sibiri i vy`xoda na mirovy'e rynki. Available at: <http://soz.bio/v-novosibirskoj-oblasti-obsudili-voprosy-razvitiya-organicheskogo-proizvodstva-v-sibiri-i-vyhoda-na-mirovyeyuniki/> (accessed: 28 august 2021).
13. V Novosibirskoj oblasti polozhen start organicheskomu zemledeliyu. Available at: <http://mcs.nso.ru/news/4001> (accessed: 28 august 2021).
14. Rudoy E.V. [et. all] (2019) Crop production in Russia 2030: Scenarios based on data from the scientific and technological development of the sector. *Data in brief*, vol. 25, p. 103980.

Информация об авторах:

Добрянская Светлана Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия, Новосибирский государственный аграрный университет, slb85@bk.ru

Петухова Марина Сергеевна, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник Отраслевого центра прогнозирования и мониторинга научно-технологического развития АПК, Новосибирский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, russian_basket11@mail.ru

Information about authors:

Svetlana L. Dobryanskaya, candidate of biological sciences, associate professor of the department of soil science, agrochemistry and agriculture, Novosibirsk state agrarian university, slb85@bk.ru

Marina S. Petukhova, candidate of economic sciences, leading researcher of the branch center for forecasting and monitoring of scientific and technological development of the agro-industrial complex, Novosibirsk state agrarian university, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, russian_basket11@mail.ru



Научная статья

УДК 338.43

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_133

ФАКТОРЫ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ ИННОВАЦИОННОГО АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

С.А. Шарипов¹, Н.Л. Титов¹, Г.А. Харисов²¹Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, Казань, Россия²Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирязова (ИЭУП), Казань, Россия

Аннотация. Рассмотрены направления развития сельского хозяйства в условиях инновационной экономики, определены актуальные проблемы формирования соответствующей институциональной среды, обуславливающей создание условий организации эффективного использования производственных ресурсов, выявлены перспективные направления развития аграрного производства Республики Татарстан. В статье отмечается, что факторы институциональной среды, способствуя формированию конкурентной среды, определяются условиями государственного регулирования, обеспечивающего развитие экономических условий хозяйствования, поддержку сельскохозяйственных предприятий, развитие (спецификацию) прав собственности, поддержку инноваций на рынке. Формируемая в условиях цифровой экономики институциональная среда способствует внедрению современных технологий, снижению издержек хозяйствующих субъектов, генерирует позитивную динамику в социально-экономическом развитии сельских территорий.

Ключевые слова: институциональные факторы, инновации, сельское хозяйство, цифровая экономика, система земледелия, аграрный бизнес, сельскохозяйственное предприятие, крестьянское (фермерское) хозяйство, местное самоуправление, регион, Республика Татарстан

Original article

FACTORS OF THE INSTITUTIONAL ENVIRONMENT OF INNOVATIVE AGRICULTURAL PRODUCTION AND DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES

S.A. Sharipov¹, N.L. Titov¹, G.A. Kharisov²¹Tatar Institute of Retraining Personals of Agribusiness, Kazan, Russia²Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov (IEML), Kazan, Russia

Abstract. The directions of the development of agriculture in the conditions of an innovative economy are considered, the actual problems of creating an appropriate institutional environment that determines the creation of conditions for the organization of efficient use of production resources are identified, promising directions for the development of agricultural production in the Republic of Tatarstan are identified. The article notes that the factors of the institutional environment, contributing to the formation of a competitive environment, are determined by the conditions of state regulation that ensures the development of economic conditions of management, support for agricultural enterprises, development (specification) of property rights, support for innovations in the market. The institutional environment formed in the conditions of the digital economy promotes the introduction of modern technologies, reduces the costs of economic entities, generates positive dynamics in the socio-economic development of rural areas.

Keywords: institutional factors, innovations, agriculture, digital economy, agriculture system, agricultural business, agricultural enterprise, peasant (farmer) economy, local government, region, Republic of Tatarstan

Введение

Устойчивое развитие агропромышленного комплекса регионов является одной из базовых задач в обеспечении роста экономики и устойчивого социально-экономического развития страны. Решение этой задачи исключительно за счет экстенсивных подходов не представляется возможным вследствие ограниченности земельных, людских и финансовых ресурсов. Необходимы системные решения, когда все проблемы рассматриваются комплексно в едином пакете принимаемых решений, обуславливающих формирование соответствующей институциональной среды инновационного аграрного производства, организуемого в рамках сельских территорий.

В условиях действия негативных трендов в развитии мировой экономики, обусловленных пандемией коронавирусной инфекции, неблагоприятной конъюнктурой мировых товарных рынков, высокой волатильностью финансовых рынков, необходимостью противодействия санкционному давлению на отечественную экономику, резко возрастает

значимость организационных факторов развития и, прежде всего, эффективного использования институциональных ресурсных факторов развития. Принимая во внимание взаимообусловленность процессов потребления ресурсов в общественном производстве, вопросы организации и функционирования эффективных хозяйствующих субъектов и производственных площадок приобретают исключительный приоритет в экономике региона. В этой связи на первый план выдвигаются вопросы формирования и развития институциональной среды, в рамках которой осуществляется функционирование инновационного аграрного производства и развитие сельских территорий. Особую значимость при этом приобретают вопросы цифровизации аграрного производства.

Формирование и развитие институциональных факторов цифровизации экономики направлено на использование информационных систем обработки данных, внедрение «умных» систем сельскохозяйственного производства, современных режимов землепользования, предусматривающих дифференциацию

правомочий. Формируемые институты обуславливают сбалансированное развитие агропромышленного комплекса, приоритетный характер применения инновационных аграрных технологий, взаимодействие предприятий аграрного бизнеса с представительными органами местного самоуправления и их участие в жизнедеятельности сельских жителей, обеспечение позитивной динамики в социально-экономическом развитии сельских территорий.

В организации современного инновационного аграрного производства информационные технологии выступают базовым системообразующим параметром процессов хозяйственной деятельности. Масштабное внедрение инновационных процедур в процессы технологических трансформаций обуславливает переход к «умному» сельскохозяйственному производству, институтам государственной поддержки отечественного аграрного производства, способствующей повышению эффективности производства и развитию систем земледелия.

В ходе трансформации сельскохозяйственных формирований при переходе к рыночной



экономике появились и успешно функционируют новые формы аграрного бизнеса

В исследованиях ученых-аграрников подчеркивается взаимообусловленность процессов организации эффективного сельскохозяйственного производства и взаимодействия предприятий аграрного бизнеса с органами местного самоуправления. Исследованием актуальных проблем развития аграрного сектора экономики, использования производственных ресурсов занимались такие известные ученые, как А.И. Алтухов [7], Н.В. Комов [10], С.Н. Волков [8], А.В. Петриков [11, 12], И.Г. Ушачев [13, 14] и др.

Решение проблем интенсификации экономического развития предусматривает активизацию процедур формирования институциональных факторов инновационного аграрного производства и развития сельских территорий в условиях цифровизации экономики. Применение в производственных процессах информационных систем обеспечивает эффективное использование ресурсов, способствует снижению трансакционных издержек в решении вопросов использования земельных ресурсов, формированию эффективных механизмов взаимодействия сельхозформирований и жителей сельских территорий.

Анализ тенденций развития и функционирования современных производственных комплексов в экономике передовых стран показывает наличие взаимной обусловленности институциональных факторов общественного развития и устойчивого роста экономики. Повышение урожайности обуславливается значительными вложениями в мелиорацию, химизацию и научное обеспечение аграрного производства и требует государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей [9]. Государственная поддержка аграрной сферы выступает в качестве важнейшего фактора институциональной среды, обеспечивающей активизацию использования инновационных технологий в аграрном производстве. В рамках государственной поддержки аграрного производства предусматривается использование экономических составляющих механизма инновационного развития, инновационной инфраструктуры и развитие законодательства в сфере формирования институтов, обеспечивающих регулирование прав интеллектуальной собственности и функционирования инновационных технологий.

Факторы институциональной среды направлены на снижение трансакционных издержек, способствуют спецификации прав собственности. Они предусматривают применение системного подхода к решению вопросов организации аграрного производства, а также обеспечение равного доступа товаропроизводителей к производственным ресурсам и эффективному их использованию [16].

Достижение сбалансированного взаимодействия ресурсов в условиях цифровизации обуславливает эффективное использование природных ресурсов и применяемых современных технологий аграрного производства, повышение конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий, формирование их конкурентных преимуществ на основе инноваций [17].

Необходимо использовать эффективные способы организации аграрного производства. В современных условиях ведущим трендом

интенсивного развития является переход к инновационному развитию аграрной сферы, который в условиях цифровизации отраслей экономики обеспечивается синергетическими эффектами государственной поддержки.

Результаты

Эффективное использование сельскохозяйственными формированиями ресурсов в значительной мере обусловлено соответствующей институциональной средой, учитывающей применяемые технологии, естественный характер производства, качество человеческого капитала, особенности развития сельских территорий. В этих условиях необходимо формирование и развитие институтов, обеспечивающих организацию эффективного взаимодействия всех форм аграрного бизнеса и возможность появления ниш для взаимовыгодного сотрудничества сельских жителей, среднего и крупного аграрного бизнеса.

Каждая общественная формация стоит перед необходимостью решения глобальных задач, требующих лимитированных ресурсов. При этом к числу проблем, стоящих перед обществом, относятся:

- перманентный рост спроса на продукцию сельскохозяйственного производства;
- социальная инерционность инновационного развития и цифровизации общественного производства;
- обеспечение цивилизационных ниш для мелких и средних сельскохозяйственных товаропроизводителей в аграрных экосистемах;
- обеспечение позитивной динамики организации экологически чистого аграрного производства.

Для организации эффективной хозяйственной деятельности крайне важным является соблюдение правила равных возможностей, обеспечивающего добросовестную конкуренцию товаропроизводителей. В случаях нарушения равного доступа к ресурсам для хозяйствующих субъектов, на первый план должны выдвигаться соответствующие институты, гармонизирующие интересы государства, общества, органов местного самоуправления в части обеспечения контроля тенденций и динамики демографических, производственных и экологических процессов в хозяйственной деятельности сельскохозяйственных формирований.

Инновационные технологии, информационные системы, современные режимы землепользования являются важнейшими составляющими в управлении современным производством. В процессах организации аграрного производства и использования земельных угодий земле отводится роль ведущего элемента объектных отношений [10]. При этом взаимодействие органов местного самоуправления и предприятий аграрного бизнеса должно обеспечивать использование земельных угодий в качестве системообразующего компонента институциональной среды, способствующего развитию систем земледелия и достижению организации эффективного аграрного производства.

Элементы систем земледелия, такие как: уровень технического оснащения, применяемые аграрные технологии, характеризующиеся используемыми в аграрном производстве удобрениями и средствами биологической защиты растений, достижениями научно-технического прогресса, в условиях цифровой экономики выступают переменными параметрической

настройки информационных систем в современных инновационных технологических комплексах. Отражая потенциал почвенных характеристик и климатических особенностей земельных угодий, элементы систем земледелия, в значительной мере, определяют конфигурацию информационных систем, а также компоненты и функциональные задачи систем управления аграрным производством.

Обсуждение

Организация современного аграрного производства основывается на необходимости совершенствования управления такими составляющими, как: земельные ресурсы, технологические ресурсы, людские ресурсы и их взаимодействия с территориальным базисом — сельскими территориями в условиях цифровой трансформации.

Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» инициированы национальные проекты, в которых устанавливаются приоритеты развития в сфере демографии, здравоохранения, образования, жилья и городской среды, экологии, безопасных и качественных автомобильных дорог, производительности труда и поддержки занятости, науки, цифровой экономики, культуры, малого и среднего предпринимательства и поддержки индивидуальной предпринимательской инициативы, международной кооперации и экспорта.

В этой связи Правительством Российской Федерации сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7. Рассматривая ведущие тренды цифровизации и механизмы ее регулирования в аграрном производстве, следует отметить особую значимость практических аспектов включения в систему производственных процессов земельных участков, как особого вида производственного ресурса и как особый объект имущественного права. В процессах организации аграрного производства земельные участки, попадая в сферу действия нескольких видов права, требуют институциональных решений в части развития спецификаций прав собственности, предусматривающих специальные решения в сфере цифровых технологий организации управления аграрным производством.

В рамках тенденций общественного развития была принята программа «Цифровое сельское хозяйство», предусматривающая в рамках формируемой единой цифровой платформы агропромышленного комплекса переход к программно-технологическим системам аграрного производства, обеспечивающим полную цифровизацию сельского хозяйства.

Современное сельскохозяйственное производство хозяйств разных категорий базируется на цифровых технологиях, использующих достижения робототехники, программно-технологические комплексы, базы данных, системы распределенной обработки данных. При этом повышение производительности труда обеспечивается информационными технологическими комплексами на уровне предприятия, фермы, поля, теплицы и других структурных элементов аграрного производства. Комплексная



реализация этих компонентов принесет выгоду как государству, так и сельскохозяйственным товаропроизводителям. Переход к цифровым технологиям предусматривает цифровизацию земельного кадастра и внедрение информационных систем аграрного производства.

В аграрной сфере Республики Татарстан эффективно функционируют сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства, семейные фермы и личные подсобные хозяйства населения. По состоянию на 2020 г. на сельхозугодия Республики Татарстан приходится 4,5 млн га, из которых 3,4 млн га составляет пашня. Население республики составляет более 3,9 млн человек, в том числе сельское население — 901 тыс. человек, 852 сельских поселений. Инвестиционные вложения в АПК Республики Татарстан за период с 2016 по 2020 гг. составили 121,4 млрд руб. [5].

Сельское хозяйство республики устойчиво развивается и, в целом, имеет положительную динамику хозяйственной деятельности. (табл.) [1, 2, 3, 4, 6]. В хозяйствах всех категорий в 2020 г. по сравнению с 2010 г. валовая продукция сельского хозяйства выросла на 169,60%, а валовой сбор зерновых культур (в весе после

доработки) увеличился на 686,65%. За тот же период в хозяйствах всех категорий производство сахарной свеклы, картофеля, овощей, мяса и яиц увеличилось, соответственно, на 215,58, 145,33, 43,68, 24,0 и 29,03% и составило, соответственно, 2150,8 тыс. т, 1174,2 тыс. т, 325,8 тыс. т, 528,6 тыс. т и 1468,8 млн шт.

Валовая продукция сельскохозяйственных организаций в 2020 г. по сравнению с 2010 г. выросла на 193,71%, а в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйств рост валовой продукции за аналогичный период, соответственно, составил 111,54 и 561,25%. За аналогичный период все организационные формы аграрного сектора экономики республики демонстрируют положительную динамику сельскохозяйственного производства.

В сельскохозяйственных организациях производство сахарной свеклы выросло более чем в 3 раза, овощей — в 2 раза. В хозяйствах населения производство картофеля, овощей увеличилось, соответственно, на 151,85 и 13,81%. А в крестьянских (фермерских) хозяйствах производство сахарной свеклы, картофеля, мяса, молока и яиц выросло, соответственно, на 100,48, 160,29, 13,55, 41,86 и 333,77% (табл.).

Формирование институтов рыночной экономики, обеспечивая конкурентную среду и, как следствие, инновационное развитие экономики, обуславливает рост производительности труда и эффективное использование производственных ресурсов предприятий аграрного бизнеса [15]. Реализация эффективного рыночного механизма определяется развитием экономических условий хозяйствования, спецификацией прав собственности, поддержкой инноваций на рынке, поддержкой сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Выводы

Увеличение спроса на продукцию сельскохозяйственного производства обусловлено растущей численностью населения, высокой волатильностью на мировых рынках продовольствия, сопровождающихся истощением биоресурсов и снижением продуктивности используемых аграрных технологий. Для создания высокотехнологичного аграрного сектора экономики необходим переход к инновационным технологиям и цифровым платформам, внедрение которых ограничивается инерционностью социального сознания, когда в обществе

Таблица. Продукция сельского хозяйства Республики Татарстан по категориям хозяйств (2005-2020 гг.)
Table. Agricultural products of the Republic of Tatarstan by categories of farms (2005-2020)

	2005 г.	2010 г.	2015 ¹⁾ г.	2016 ¹⁾ г.	2017 ¹⁾ г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2020 г. к 2005 г., %	2020 г. к 2010 г., %
Хозяйства всех категорий										
Валовая продукция, млн руб.	61 603,0	98 043,7	211 810,1	229 812,8	235 297,3	226 034,2	248 781,2	264 328,7	429,08	269,60
Зерно (в весе после доработки), тыс. т	4 137,0	661,1	3 367,7	4 115,1	4 879,8	3 657,6	4 167,9	5 200,8	125,71	786,65
Сахарная свекла, тыс. т	2 038,3	681,5	2 011,8	2 327,3	3 101,2	2 109,1	2 804,4	2 150,8	105,52	315,58
Картофель, тыс. т	1 451,0	478,6	1 307,6	1 143,7	1 164,3	1 189,6	1 214,1	1 174,2	80,92	245,33
Овощи, тыс. т	280,4	226,7	328,5	330,9	341,7	327,7	343,9	325,8	116,20	143,68
Скот и птица на убой в живом весе, тыс. т	308,7	426,3	468,8	486,2	491,6	502,2	517,8	528,6	171,24	124,00
Молоко, тыс. т	1 535,4	1 932,9	1 753,7	1 774,5	1 823,8	1 848,0	1 896,1	1 942,6	126,52	100,50
Яйца, млн шт.	1 060,0	1 138,3	1 177,0	1 143,6	1 187,5	1 387,4	1 501,8	1 468,8	138,57	129,03
Сельскохозяйственные организации										
Валовая продукция, млн руб.	31 528,0	45 220,2	100 422,5	110 699,2	115 221,0	108 342,6	124 622,7	132 814,5	421,26	293,71
Зерно (в весе после доработки), тыс. т	3 577,6	578,8	2 753,9	3 348,2	3 851,5	2 890,8	3 151,6	3 900,3	109,02	673,87
Сахарная свекла, тыс. т	1 952,3	590,8	1 793,9	1 992,1	2 713,3	1 868,9	2 391,5	1 968,2	100,82	333,15
Картофель, тыс. т	188,2	44,0	173,0	106,6	110,8	124,3	121,3	78,6	41,76	178,79
Овощи, тыс. т	78,6	35,5	82,7	86,2	100,9	84,0	86,6	75,5	96,09	212,72
Скот и птица на убой в живом весе, тыс. т	156,7	261,3	322,9	339,8	345,1	354,4	368,4	380,0	242,58	145,41
Молоко, тыс. т	872,3	1 127,0	1 032,0	1 066,1	1 111,9	1 140,4	1 175,4	1 225,8	140,53	108,77
Яйца, млн шт.	711,2	825,8	862,0	827,7	864,7	1 055,1	1 164,7	1 127,7	158,56	136,56
Хозяйства населения										
Валовая продукция, млн руб.	27 042,9	48 426,5	95 491,5	100 153,1	98 913,4	98 653,0	98 808,6	102 439,0	378,80	211,54
Картофель, тыс. т	1 223,7	423,9	1 088,0	1 001,4	1 020,0	1 031,2	1 059,7	1 067,6	87,25	251,85
Овощи, тыс. т	200,1	189,3	219,7	216,1	209,5	212,0	217,1	215,4	107,68	113,81
Скот и птица на убой в живом весе, тыс. т	143,3	143,8	130,0	128,6	127,5	126,9	126,2	124,6	86,96	86,62
Молоко, тыс. т	584,8	678,1	581,5	569,4	554,0	552,6	546,0	535,5	91,57	78,97
Яйца, млн шт.	314,0	304,8	305,2	304,5	305,4	307,7	307,4	307,7	97,99	100,95
Крестьянские (фермерские) хозяйства²⁾										
Валовая продукция, млн руб.	3 032,1	4 397,0	15 896,0	18 960,5	21 162,9	19 038,6	25 349,8	29 075,2	958,91	661,25
Сахарная свекла, тыс. т	86,0	90,8	217,9	334,1	386,9	239,5	412,1	182,0	211,59	200,48
Картофель, тыс. т	39,2	10,8	46,6	35,8	33,5	34,1	33,1	28,0	71,48	260,29
Скот и птица на убой в живом весе, тыс. т	8,8	21,1	15,9	17,8	19,0	20,9	23,2	24,0	274,17	113,55
Молоко, тыс. т	78,3	127,8	140,2	139,1	157,9	155,1	174,7	181,3	231,55	141,86
Яйца, млн шт.	34,8	7,7	9,8	11,4	17,4	24,6	29,6	33,4	95,98	433,77

¹⁾ Данные пересчитаны на основе итогов Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года.

²⁾ Включая индивидуальных предпринимателей.





наблюдается неготовность перехода к функционированию в условиях развернутой инновационной трансформации и цифровизации общественного производства.

Земля представляет собой особый объект хозяйствования, она включена во все технологические процессы аграрного производства. В условиях цифровой экономики процессы проектирования и внедрения информационных систем в контуре управления агропромышленного комплекса основываются на широком применении сетевых технологий, нейронных сетей, систем управления базами данных, распределенной обработки данных, информационных массивов земельных ресурсов.

Современные аграрные технологии представляют собой высокотехнологичные автоматизированные производственные комплексы и требуют значительных инвестиционных вложений. В этих условиях необходима помощь государства представителям малого и среднего аграрного бизнеса, обеспечивающая им доступ на рынок. Государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей снижает барьеры входа на рынок, обеспечивает им доступ к кроссплатформенным технологическим решениям.

Таким образом, формирование институциональной среды, обеспечивающей организацию и эффективное использование земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве, цифровую трансформацию общественного производства, способствует снижению транзакционных издержек, внедрению инновационных технологий, развитию инфраструктуры, повышению эффективности аграрного производства, активизации участия жителей сельских территорий в хозяйственной деятельности.

Список источников

1. Сельское хозяйство Республики Татарстан: статистический сборник / Татарстанстат. Казань: ТО ФСГСпоРТ, 2010. 363 с.
2. Сельское хозяйство Республики Татарстан: статистический сборник / Татарстанстат. Казань: ТО ФСГСпоРТ, 2015. 371 с.
3. Сельское хозяйство муниципальных образований Республики Татарстан: статистический сборник / Татарстанстат. Казань: ТО ФСГСпоРТ, 2020. 240 с.
4. Сельское хозяйство Республики Татарстан: статистический сборник / Татарстанстат. Казань: ТО ФСГСпоРТ, 2020. 106 с.
5. Сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. URL: <http://agro.tatarstan.ru/rus>
6. Сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы. URL: <https://www.fedstat.ru/>
7. Алтухов А.И. Современные проблемы пространственного развития сельского хозяйства страны и возможные подходы к их решению // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 11. С. 2-12.

Информация об авторах:

Шарипов Салимзян Ахтямович, член-корреспондент Российской академии наук, член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, доктор экономических наук, профессор, научный сотрудник, tipka_umo@mail.ru
Титов Николай Леонидович, временно исполняющий обязанности ректора, tipkia@mail.ru
Харисов Гумер Амирович, кандидат экономических наук, доцент, g.kharisov@gmail.com

Information about the authors:

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

8. Волков С.Н. Состояние и перспективы развития отрасли землеустройства в Российской Федерации // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2020. № 7 (186). С. 5-14.

9. Жученко А.А. Государственное регулирование в производстве и использовании продовольствия в развитых странах запада: механизм и инструменты // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2013. № 2. С. 22-28.

10. Комов Н.В. О создании системы единого государственного управления земельными ресурсами России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019. № 1 (168). С. 5-8.

11. Петриков А.В. Основные направления реализации современной агропродовольственной и сельской политики // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 1. С. 3-9.

12. Петриков А.В. Новые тенденции развития сельского хозяйства и приоритеты аграрной политики в России // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Т. 230. № 4. С. 275-284.

13. Ушаев И.Г. Сельские территории России: состояние и приоритеты развития // Представительная власть — XXI век: законодательство, комментарии, проблемы. 2021. № 1-2 (184-185). С. 5-12.

14. Ушаев И.Г. Тенденции и перспективы развития АПК Российской Федерации // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 113-122.

15. Шарипов С.А., Титов Н.Л., Харисов Г.А. Повышение производительности труда и эффективности использования производственных ресурсов предприятий аграрного бизнеса // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 1. С. 2-7.

16. Шарипов С.А., Харисов Г.А. Оценка эффективности использования производственных ресурсов АПК // АПК: экономика, управление. -2017. № 3. С. 65-71.

17. Шарипов С.А., Харисов Г.А. Формирование конкурентных преимуществ сельскохозяйственных предприятий на основе инноваций // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 4. С. 2-7.

References

1. TO FSGSpORT (2010). *Sel'skoe khozyaistvo Respubliki Tatarstan: statisticheskii sbornik* [Agriculture of the Republic of Tatarstan: statistical collection]. Kazan, TO FSGSpORT, 363 p.
2. TO FSGSpORT (2015). *Sel'skoe khozyaistvo Respubliki Tatarstan: statisticheskii sbornik* [Agriculture of the Republic of Tatarstan: statistical collection]. Kazan, TO FSGSpORT, 363 p.
3. 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.
4. TO FSGSpORT (2020). *Sel'skoe khozyaistvo Respubliki Tatarstan: statisticheskii sbornik* [Agriculture of the Republic of Tatarstan: statistical collection]. Kazan, TO FSGSpORT, 106 p.
5. *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>
6. *Sait Edinoi mezhvedomstvennoi informatsionno-statisticheskoi sistemy* [Website of the Unified interdepartmental information and statistical system]. Available at: <https://www.fedstat.ru>
7. Altukhov, A.I. (2021). *Sovremennye problemy prostanstvennogo razvitiya sel'skogo khozyaistva strany i voz-*

mozhyne podkhody k ikh resheniyu [Modern problems of spatial development of agriculture of the country and possible approaches to their decision]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 11, pp. 2-12.

8. Volkov, S.N. (2020). *Sostoyanie i perspektivy razvitiya otrasli zemleustroystva v Rossiiskoi Federatsii* [The conditions and prospects of land use planning development in the Russian Federation]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 7 (186), pp. 5-14.

9. Zhuchenko, A.A. (2013). *Gosudarstvennoe regulirovanie v proizvodstve i ispol'zovanii prodovol'stviya v razvitykh stranakh zapada: mekhanizm i instrumenty* [State regulation in production and using food in developed countries of the West: mechanism and tools]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 2, pp. 22-28.

10. Komov, N.V. (2019). *O sozdanii 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.

11. Petrikov, A.V. (2016). *Osnovnye napravleniya realizatsii sovremennoi agroprodovol'stvennoi i sel'skoi politiki* [The Main directions of the modern agri-food and rural policy]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 3-9.

12. Petrikov, A.V. (2021). *Novye tendentsii razvitiya sel'skogo khozyaistva i priority agrarnoi politiki v Rossii* [New trends in the development of agriculture and priorities of agricultural policy in Russia]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of the Free Economic Society of Russia], vol. 230, no. 4, pp. 275-284.

13. Ushachev, I.G. (2021). *Sel'skie territorii Rossii: sostoyanie i priority razvitiya* [Rural areas of Russia: state and development priorities] *Predstavitel'naya vlast' — XXI vek: zakonodatel'stvo, kommentarii, problemy* [Representative power — 21st century: legislation, commentary, problems], no. 1-2 (184-185), pp. 5-12.

14. 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.

15. Sharipov, S.A., Titov, N.L., Kharisov, G.A. (2021). *Povyshenie proizvoditel'nosti truda i effektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennykh resursov predpriyatii agrarnogo biznesa* [Improving labor productivity and efficiency of the use of production resources of agricultural enterprises]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 1, pp. 2-7.

16. Sharipov, S.A., Kharisov, G.A. (2017). *Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennykh resursov APK* [Assessment of the efficiency of the use of agricultural production resources]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 3, pp. 65-71.

17. Sharipov, S.A., Kharisov, G.A. (2020). *Formirovanie konkurentnykh preimushchestv sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii na osnove innovatsii* [Formation of competitive advantages based on innovations for agricultural enterprises]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 4, pp. 2-7.



Научная статья

УДК 338.43:332.1

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_137

ВЛИЯНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ РЕГИОНОВ НА ИХ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

**Н.М. Сергеева¹, Е.Л. Золотарева², А.А. Головин³,
М.Н. Уварова⁴, Д.А. Зюкин⁵**

¹Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

²Курский государственный университет, Курск, Россия

³Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

⁴Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

⁵Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, Курск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается влияние агроспециализации регионов на их экономическое развитие на примере Центрального федерального округа (ЦФО). Сельское хозяйство сегодня остается одной из важнейших отраслей экономики во многих регионах страны, что связано с их географическими и историческими особенностями. Регионы ЦФО, обладая высоким аграрным потенциалом и оптимально его используя, обеспечивают решение важной стратегической задачи — достижение продовольственной независимости страны в условиях продовольственного эмбарго. Кроме того, развитие сельского хозяйства способно оказать стимулирующее воздействие на смежные отрасли, такие как легкая промышленность, в связи с чем агроспециализация регионов выступает как путь экономического развития на основе имеющегося природно-экономического потенциала. В исследовании была проанализирована доля сельского хозяйства и ее изменение в структуре валового регионального продукта (ВРП) регионов ЦФО за период 2015-2019 гг., по результатам которого субъекты федерального округа были разделены на 2 кластера в зависимости от наличия агроспециализации. Также в разрезе сформированных кластеров проведен сравнительный анализ изменения основных социально-экономических индикаторов с целью оценки влияния агроспециализации на их общее экономическое развитие. В ходе работы было установлено, что в группу регионов с агроспециализацией вошли все субъекты Центрально-Черноземного экономического района, а также соседние Орловская и Брянская области. Несмотря на более высокие значения показателей в регионах с агроспециализацией, в других регионах, где агросфера не является ведущим звеном, отмечается более динамичный рост значений ключевых индикаторов. Это свидетельствует о том, что агроспециализация и природно-экономический потенциал для активного развития сельского хозяйства на данный момент не дает преимуществ регионам в динамике их развития.

Ключевые слова: Центральный федеральный округ, структура валового регионального продукта, сельское хозяйство, агроспециализация, экономическое развитие, кластеризация

Original article

INFLUENCE OF AGRICULTURAL SPECIALIZATION OF REGIONS ON THEIR ECONOMIC DEVELOPMENT

**N.M. Sergeeva¹, E.L. Zolotareva², A.A. Golovin³,
M.N. Uvarova⁴, D.A. Zyukin⁵**

¹Kursk State Medical University, Kursk, Russia

²Kursk State University, Kursk, Russia

³Southwest State University, Kursk, Russia

⁴Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

⁵Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Abstract. The article examines the influence of the agro-specialization of regions on their economic development on the example of the Central Federal District. Agriculture today remains one of the most important sectors of the economy in many regions of the country, which is associated with their geographical and historical characteristics. The regions of the Central Federal District, possessing a high agrarian potential and using it optimally, provide a solution to an important strategic task — achieving food independence of the country in the context of a food embargo. In addition, the development of agriculture can have a stimulating effect on related industries, such as light industry, in connection with which the agro-specialization of regions acts as a way of economic development based on the existing natural and economic potential. The study analyzed the share of agriculture and its change in the structure of gross regional product of the regions of the Central Federal District for the period 2015-2019, according to the results of which the subjects of the federal district were divided into 2 clusters depending on the availability of agricultural specialization. Also, in the context of clusters formed, a comparative analysis of changes in the main socio-economic indicators was carried out in order to assess the impact of agricultural specialization on their general economic development. In the course of the work, it was found that the group of regions with agro-specialization included all the subjects of the Central Black Earth Economic Region, as well as the neighboring Oryol and Bryansk regions. Despite the higher values of indicators in regions with agricultural specialization, in other regions where the agricultural sector is not a leading link, there is a more dynamic growth in the values of key indicators. This indicates that agro-specialization and natural and economic potential for the active development of agriculture at the moment does not provide advantages to the regions in the dynamics of their development.

Keywords: Central Federal District, structure of gross regional product, agriculture, agro-specialization, economic development, clustering



Введение

Вопросы экономического развития регионов страны сегодня являются одними из наиболее значимых, что связано с реализацией стратегии долгосрочного социально-экономического развития России. При этом в основе достижения высоких темпов экономического роста лежит наиболее полная реализация потенциала регионов, в особенности их заведомо сильных сторон [1].

В условиях дефицита возможностей для развития высокотехнологичных отраслей промышленности, одним из путей к экономическому росту на уровне регионов является реализация заложенных резервов, в том числе природных. Центральный федеральный округ (ЦФО) не богат природными ресурсами, чтобы на основе их добычи строить стратегию по диверсификации экономики и переходу к новому технологическому укладу [2]. С другой стороны, Центрально-Черноземный экономический район и несколько прилегающих областей обладают высоким аграрным потенциалом, что в последнее десятилетие дало хороший толчок к развитию не только самой отрасли, но и всей экономической системы [3, 4].

Учитывая географические и исторические особенности, сельское хозяйство и сегодня остается одной из важнейших отраслей экономики во многих регионах ЦФО. Обладая высоким аграрным потенциалом и оптимально его используя, эти регионы обеспечивают решение по-прежнему актуальной и проблемной задачи — достижение продовольственной независимости [5, 6]. Более того, развитие сельского хозяйства способно оказать стимулирующее воздействие на смежные отрасли, такие как легкая промышленность (главным образом пищевая). Поэтому агроспециализация регионов выступает не как характеристика отсталости или недоразвитости высокотехнологичного сектора, а как путь экономического развития на основе имеющегося природно-экономического потенциала [7, 8].

Вместе с тем активное развитие агропромышленного комплекса находится в зависимости от ряда факторов, среди которых к числу главных относят наличие соответствующих природно-климатических условий, создающих предпосылки для сельскохозяйственного производства, а также наличие инвестиций для его практической реализации [9, 10]. Поэтому достижение экономического развития регионов на основе реализации агропотенциала является сложным и многоаспектным процессом, чем и обусловлена актуальность исследования.

Методика исследования

В качестве основного критерия оценки степени агроспециализации в регионах выступает удельный вес сельского хозяйства в структуре валового регионального продукта (ВРП). Регионы с показателем свыше 10% мы оцениваем как имеющие специализацию на сельскохозяйственной деятельности, учитывая высокую мультипликативность отрасли.

В ходе исследования регионы ЦФО были кластеризованы по двум критериям: доля сельского хозяйства в структуре ВРП в 2019 г. и темп изменения его удельного веса за период 2015–2019 гг. Мы исходим из того, что оценка характера изменения удельного веса сельского хозяйства в структуре ВРП имеет принципиальное значение для агроспециализированных регионов, отражая сравнительные темпы развития

отрасли на фоне других. На основе такого подхода формируется 4 кластера регионов в зависимости от величины доли сельского хозяйства в структуре ВРП и направления ее изменения в исследуемом периоде.

В качестве базисного периода был выбран 2015 г., поскольку он отражает первые негативные последствия введенных санкций и ответных российских мер, а в качестве отчетного — 2019 г., предшествующий началу очередного экономического кризиса на фоне пандемии коронавируса. Для достижения поставленных в исследовании задач из группировки были исключены Москва и Московская область, поскольку они принципиально отличны по ресурсным возможностям и состоянию экономической системы.

С целью выявления степени влияния агроспециализации регионов на их экономическое развитие было отобрано 3 группы факторов, включающих основные социально-экономические индикаторы в абсолютном и относительном выражении всего и в расчете на душу населения, и проведен сравнительный анализ их значения и динамики вариации в исследуемом периоде, а также рассчитаны среднегрупповые значения. Сопоставление данных в регионах ЦФО и между сформированными группами позволяет дать оценку наличию закономерности и степени влияния активного развития сельского хозяйства на общее экономическое развитие отдельных территорий страны.

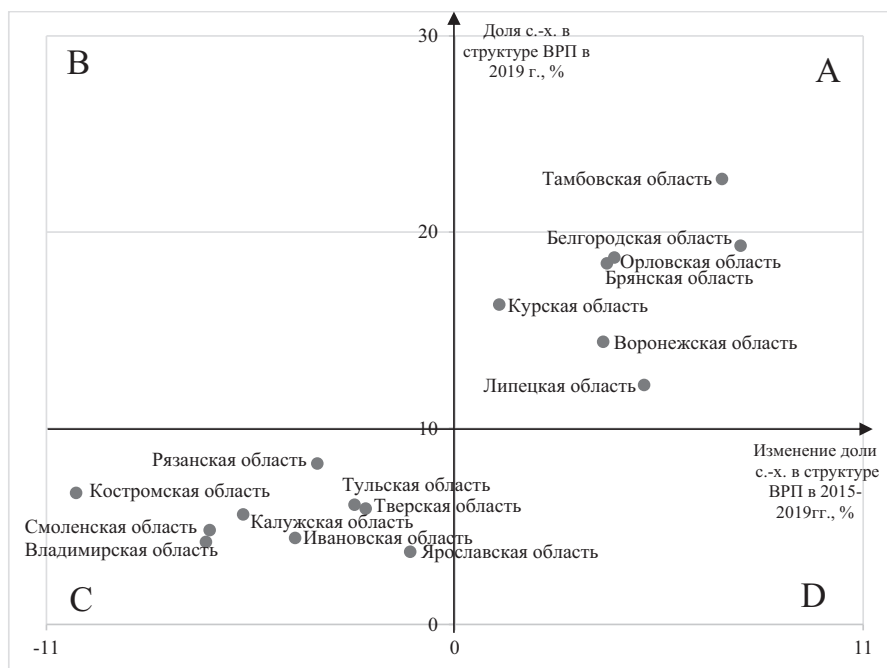
Результаты исследования

Все 16 субъектов ЦФО распределились только по 2 группам — А и С, в то время как кластеры В и D оказались пустыми, что связано с тем обстоятельством, что в ЦФО отсутствуют регионы с низкой долей сельского хозяйства в структуре ВРП и положительной динамикой ее изменения (В), а также с высокой долей сельского хозяйства и отрицательной динамикой ее изменения (D)

соответственно. Получается, что одна группа регионов с выделяющейся агроспециализацией, и этот показатель увеличивается, усиливая влияние отрасли на внутрирегиональные экономические процессы. Для второй группы характерен спад в агросфере из-за смещения акцента в сторону других экономических сфер, имеющих сравнительно более высокий потенциал, что основывается на изначально менее благоприятных природно-климатических факторах.

В результате в группу регионов с наиболее динамичным развитием сельского хозяйства (А) вошли 7 субъектов ЦФО, среди которых лидирует Тамбовская область с удельным весом сельского хозяйства 22,7% в структуре ВРП. Вторая позиция по доле сельского хозяйства в экономике региона принадлежит Белгородской области (19,3%), а третья — Орловской области (18,7%). Курская область замыкает пятерку лидеров, имея долю сельского хозяйства в структуре ВРП на уровне 16,3%, а Воронежской и Липецкой областям принадлежат 6 и 7 места соответственно. Стоит отметить, что в группу регионов с выраженной агроспециализацией вошли все субъекты Центрально-Черноземного экономического района (ЦЧР), а также Орловская и Брянская области, не входящие в его состав. В результате можно говорить о том, что регионы Черноземья по-прежнему вносят существенный вклад в развитие агропромышленного комплекса ЦФО.

В группу регионов, где агроспециализация не является ведущим звеном региональной экономики и отмечается тенденция к снижению ее вклада в формирование ВРП, вошли оставшиеся 9 субъектов ЦФО. При этом самая низкая доля сельского хозяйства в структуре ВРП отмечается в Ярославской (3,7%) и Владимирской (4,2%) областях, а самые высокие темпы снижения удельного веса сельского хозяйства — в Костромской (-10,2%), Смоленской (-6,6%) и Владимирской (-6,7%) областях (рис.).



Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели [11]

Рисунок. Группировка регионов ЦФО в разрезе удельного веса сельского хозяйства в структуре ВРП и темпов его изменения (2015–2019 гг.)

Figure. Grouping of the Central Federal District regions in terms of the share of agriculture in the structure of gross regional product and the rate of its change (2015–2019)



Сравнительный анализ изменения индекса физического объема ВРП в разрезе групп показал, что в регионах с агроспециализацией за последние 5 лет наметилась отрицательная динамика к сокращению показателя, что также подтверждается снижением среднего по группе значения — с 102,6 до 101%. При этом в разрезе регионов группы «А» наибольшее снижение можно отметить в Тамбовской и Липецкой областях, где в 2019 г. значение индекса физического объема ВРП стало менее 100%. Вместе с тем в группе регионов, где сельское хозяйство имеет меньшее влияние на экономику региона, напротив, за последние 5 лет наметилась положительная динамика к росту индекса физического объема ВРП, причем более высокими темпами, поскольку среднее по группе значение выросло с 99,5 до 101,4% и превысило средний показатель в первой группе. Оценка изменения индексов промышленного производства показала, что в группе регионов с агроспециализацией темпы развития промышленности несколько ниже, чем в другой. Так, в группе «А» показатель вырос с 103 до 105,8%, в то время как в группе «С» — с 98,2 до 105,9%, что подтверждает наиболее динамичный рост промышленности в регионах с низкой долей сельского хозяйства в структуре ВРП. При этом в данной группе регионов высокая динамика за последние годы отмечается во Владимирской и Костромской областях, где прирост превысил 15%, в то время как в группе «А» самый высокий темп прироста отмечается в Воронежской области — 10,6%. В результате более динамичный рост физического объема ВРП в регионах второй группы связан с активным развитием промышленности, которая составляет основу их специализации, в то время как агроспециализированные регионы ЦФО имеют более низкие темпы промышленного развития (табл. 1).

Учитывая дифференциацию регионов по площади и, соответственно, численности населения, важными показателями сопоставления являются душевые. Сопоставление ВРП на душу населения показало наличие положительной динамики во всех регионах, вместе с тем среднее значение в группе «А» как в 2015 г., так и в 2019 г. на порядок выше аналогичного показателя в группе «С». За 5 лет ВРП на душу населения в регионах с агроспециализацией выросло с 325 до 434 тыс. руб., в то время как в регионах второй группы — с 276 до 400 тыс. руб., в результате чего сегодня разрыв составляет порядка 8,5%. Вместе с тем необходимо отметить тот факт, что в регионах группы «С» темпы прироста ВРП на душу населения превышают аналогичный показатель для группы «А», что подтверждается динамикой изменения средних значений.

В свою очередь, оценка динамики среднедушевых доходов населения в разрезе рассматриваемых групп регионов показала, что в субъектах с агроспециализацией доходы населения несколько выше и растут более динамично, чем в регионах другой группы. Так, в 2019 г. величина среднедушевых доходов среди агрорегионов выросла до 29,8 тыс. руб., а среди не специализирующихся на сельском хозяйстве — до 27,4 тыс. руб., что на 9% ниже (табл. 2).

Размер инвестиций в основной капитал в расчете на душу населения в группе «А» имеет устойчивую тенденцию к росту, но вместе с тем — существенную дифференциацию в разрезе регионов. В 2019 г. наименьший размер инвестиций на душу населения отмечался в Брянской области, а наибольший — в Липецкой

области. При этом самый динамичный прирост можно выделить в Курской области — 98,8% за 5 лет. В целом рост среднего по группе значения величины инвестиций на душу населения за 5 лет составил более 25%, а показатель вырос с 85,7 до 107,4 тыс. руб. Сравнение данных с другой группой регионов показало наличие общей дифференциации в размере инвестиций на душу населения, что подтверждается динамикой среднего группового значения, которое к 2019 г. выросло лишь до 72,2 тыс. руб. на человека. При этом размер инвестиций к концу исследуемого периода превысил 100 тыс. руб. на человека только в Тульской и Калужской областях. В результате можно говорить о том, что для регионов с агроспециализацией характерна общая тенденция к более активному социально-экономическому развитию, поскольку в них, в сравнении с регионами второй группы, наблюдаются более высокие значения основных индикаторов.

Оценка экономического потенциала регионов на основе динамики общего объема ВРП также показала наличие дифференциации как между группами, где более высокие результаты отмечаются как в агрорегионах страны, так и внутри них. Так, в первой группе среднее значение ВРП за 5 лет выросло с 119 до 144 млрд руб., в то время как во второй группе показатель практически вдвое ниже и составляет 65 и 84 млрд руб. в 2015-2019 гг. соответственно. Среди регионов с агроспециализацией лидирующую позицию по размеру ВРП занимает Воронежская и Белгородская области, а самое низкое значение отмечается в Орловской области. Среди регионов второй группы лидерами являются Калужская и Тульская области. Стоит отметить, что, несмотря на более низкие значения

показателей в регионах, не связанных с агроспециализацией, в них отмечается более высокая динамика по сравнению с агрорегионами, что может быть связано с активным развитием промышленности и прочих сфер.

Общий объем инвестиций в основной капитал также имеет устойчивую тенденцию к росту в исследуемом периоде. При этом среди агрорегионов лидером также является Воронежская область, где показатель превысил 1 трлн руб. в 2019 г., а наименьшее значение можно выделить в Орловской области. При этом среднее по группе значение выросло с 440 до 578 млрд руб., что характеризует прирост практически на треть. В регионах второй группы среднее значение объема инвестиций в основной капитал выросло за 5 лет более чем на 42% и к концу исследуемого периода достигло 455 млрд руб., что на порядок ниже уровня первой группы (табл. 3).

Трудовой потенциал регионов ЦФО характеризуется отрицательными тенденциями, связанными с практически повсеместным сокращением численности рабочей силы. Исключение составляет Белгородская, Воронежская и Липецкая области, в которых имеется небольшой прирост. Несмотря на наличие дифференциации численности рабочей силы в регионах внутри групп, между сопоставляемыми группами также отмечается различие. Так, средняя величина численности рабочей силы среди регионов с агроспециализацией составляет 660 тыс. человек, что на 1,1% ниже уровня базисного периода. Вместе с тем в регионах, где агроспециализация не является ведущим направлением, за 5 лет средний размер рабочей силы снизился в большей степени — на 3,8%, а показатель составил 580 тыс. человек.

Таблица 1. Сравнительный анализ изменения основных показателей развития экономики и промышленности в разрезе групп регионов ЦФО (2015-2019 гг.)

Table 1. Comparative analysis of changes in the main indicators of economic and industrial development in the context of groups of regions of the Central Federal District (2015-2019)

Группа	Регионы	Индекс физического объема ВРП, %			Индекс промышленного производства, %		
		2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %
А	Тамбовская область	106,9	97,7	-9,2	104,4	102	-2,4
	Белгородская область	103	102	-1	103,3	103,6	0,3
	Орловская область	102,4	102,8	0,4	97,6	106,8	9,2
	Брянская область	101,5	102,3	0,8	109,1	118,4	9,3
	Курская область	102,9	102,7	-0,2	103,1	102	-1,1
	Воронежская область	100,5	101,3	0,8	100,9	111,5	10,6
	Липецкая область	101	98,2	-2,8	102,8	96,2	-6,6
	Среднее значение	102,6	101,0	-1,6	103,0	105,8	2,8
С	Рязанская область	98,1	101,3	3,2	91,1	106,1	15
	Костромская область	98,6	101,5	2,9	91,4	108,2	16,8
	Тульская область	105,6	100,1	-5,5	105,2	107,2	2
	Тверская область	99,4	98,4	-1	98,7	103,2	4,5
	Калужская область	94,6	102,3	7,7	93,8	105,7	11,9
	Смоленская область	99,1	100	0,9	100,6	105,1	4,5
	Ивановская область	101,3	102,5	1,2	99,2	102,8	3,6
	Владимирская область	98,4	106,4	8	96,1	111,3	15,2
	Ярославская область	100,4	100,1	-0,3	107,3	103,7	-3,6
	Среднее значение	99,5	101,4	1,9	98,2	105,9	7,7

Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели [11]





Таблица 2. Сравнительный анализ изменения основных социально-экономических индикаторов (в текущих ценах) в расчете на душу населения в разрезе групп регионов ЦФО (2015-2019 гг.)
Table 2. Comparative analysis of changes in the main socio-economic indicators (in current prices) per capita by groups of regions of the Central Federal District (2015-2019)

Группа	Регионы	ВРП на душу населения, тыс. руб.			Среднедушевой доход, тыс. руб.			Инвестиции на душу населения, тыс. руб.		
		2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %
А	Тамбовская область	300	350	16,7	24,9	28,2	13,2	111,4	119,2	7,1
	Белгородская область	448	617	37,9	28,0	32,4	15,4	95,0	108,1	13,7
	Орловская область	273	361	32,1	22,1	26,1	17,9	62,9	75,9	20,6
	Брянская область	221	332	50,4	23,4	28,4	21,1	50,6	53,5	5,5
	Курская область	301	449	49,1	25,3	29,1	15,1	65,9	131,1	98,8
	Воронежская область	346	431	24,7	29,4	32,0	9,0	113,5	128,1	12,9
	Липецкая область	388	500	28,7	27,1	32,5	19,9	100,4	135,8	35,3
	Среднее значение	325	434	33,5	25,7	29,8	16,0	85,7	107,4	25,3
С	Рязанская область	285	392	37,5	23,7	26,9	13,5	47,8	62,3	30,1
	Костромская область	246	319	29,9	21,9	25,3	15,3	41,9	41,2	-1,6
	Тульская область	316	463	46,4	25,5	28,6	12,2	70,0	120,7	72,5
	Тверская область	252	384	52,4	23,7	27,2	15,0	56,1	68,2	21,6
	Калужская область	336	542	61,1	27,4	31,4	14,4	91,8	107,6	17,2
	Смоленская область	267	371	38,9	23,7	27,4	15,8	57,2	73,9	29,1
	Ивановская область	175	250	42,9	22,3	25,8	15,7	24,9	38,0	52,6
	Владимирская область	263	395	50,1	22,7	25,4	11,7	51,0	66,1	29,6
	Ярославская область	348	483	38,6	26,6	28,7	7,7	59,3	71,7	12,4
Среднее значение	276	400	44,9	24,2	27,4	13,2	55,6	72,2	59,4	

Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели [11]

Таблица 3. Сравнительный анализ экономического, инвестиционного и трудового потенциала в разрезе групп регионов ЦФО (2015-2019 гг.)
Table 3. Comparative analysis of economic, investment and labor potential by groups of Central Federal District regions (2015-2019)

Группа	Регионы	Валовый региональный продукт, млрд руб.			Инвестиции в основной капитал, млрд руб.			Численность рабочей силы, тыс. человек		
		2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %
А	Тамбовская область	118	121	2,5	317	354	11,7	526	500	-4,9
	Белгородская область	147	167	13,7	693	956	37,9	806	826	2,5
	Орловская область	48	56	16,5	208	266	27,6	385	347	-9,9
	Брянская область	62	64	2,7	272	398	46,3	624	595	-4,6
	Курская область	74	145	96,5	337	497	47,4	571	569	-0,4
	Воронежская область	265	298	12,6	806	1003	24,4	1162	1182	1,7
	Липецкая область	116	155	33,5	449	570	27,0	595	598	0,5
	Среднее значение	119	144	21	440	578	31,4	667	660	-1,1
С	Рязанская область	54	69	27,7	323	436	34,9	538	535	-0,6
	Костромская область	27	26	-4,2	161	203	26,4	325	310	-4,6
	Тульская область	106	178	68,3	478	682	42,7	803	793	-1,2
	Тверская область	73	86	17,4	330	485	47,2	704	676	-4,0
	Калужская область	93	108	16,8	340	545	60,4	535	537	0,4
	Смоленская область	55	69	26	257	348	35,6	530	483	-8,9
	Ивановская область	26	38	47,8	181	250	38,4	548	517	-5,7
	Владимирская область	72	90	26	368	537	45,8	760	721	-5,1
	Ярославская область	75	90	19,4	443	607	37,0	688	650	-5,5
Среднее значение	65	84	29,2	320	455	42,2	603	580	-3,8	

Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели [11]



Выводы и рекомендации

По результатам кластеризации регионов ЦФО в контексте развития агросферы было сформировано два кластера, при этом в группу регионов с наличием агроспециализации вошли все субъекты Центрально-Черноземного экономического района, а также соседние Орловская и Брянская области. Следовательно, Черноземье по-прежнему остается ведущим сектором, в котором сформирован аграрный базис округа, что связано с его более высоким природно-экономическим потенциалом. На основе сравнительной оценки основных социально-экономических индикаторов в разрезе сформированных кластеров регионов ЦФО было выявлено, что в среднем в регионах с агроспециализацией отмечается более высокий уровень как среднедушевых доходов и инвестиций в расчете на душу населения, так и ВРП в расчете на душу населения. При этом в регионах, где агросфера не является значимым элементом экономики, отмечается более динамичный рост значений ключевых индикаторов. Это во многом связано с низкой статистической базой сравнения этих регионов, однако также характеризует состояние экономики, где более сильная завязка на аграрной сфере не позволяет обеспечить динамичное развитие.

В сложившихся условиях важное значение имеет эффективная региональная политика, успешная реализация которой должна быть направлена на обеспечение мультипликативного эффекта за счет активизации совокупного ресурсного потенциала регионов и перехода к инновационной модели их развития.

Список источников

1. Mikheeva, N. (2020). Qualitative Aspect of the Regional Growth in Russia: Inclusive Development Index. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 611-626. doi: 10.1111/rsp3.12289
2. Борисова И.С. Особенности управления устойчивым развитием экономики региона с преобладающим видом хозяйственной деятельности // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2018. Т. 9. № 2. С. 312-326.
3. Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А. Тенденции развития сельскохозяйственного производства в регио-

нах-лидерах АПК России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5 (383). С. 22-26.

4. Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А. Оценка динамики развития сельскохозяйственного производства в регионах России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 6 (384). С. 84-88.

5. Головин А.А., Зюкин Д.А., Бондарева Г.А., Спицына А.О. Оценка сельскохозяйственной специализации регионов Центрального федерального округа с позиции использования земельных ресурсов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 81-89.

6. Липченко Е.А. Продовольственная безопасность в условиях структурных трансформаций продовольственной сферы экономики // АПК: экономика, управление. 2020. № 9. С. 4-10.

7. Алещенко В.В., Алещенко О.А. «Умная специализация» регионов Сибири в сфере сельскохозяйственного производства // ЭКО. 2020. № 7 (553). С. 111-129.

8. Nefedova, T, Treivish, A. (2020). Russia's early developed regions within shrinking social and economic space. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 641-655. doi: 10.1111/rsp3.12278

9. Zyukin, D., Svyatova, O., Soloshenko, R. (2016). Conditions and perspectives of Russian sugar market development. *Economic annals*, vol. 161, no. 9-10, pp. 47-50.

10. Несенюк Е.С. Методика оценки инвестиционной привлекательности региона // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 168-175.

11. Регионы России. Социально-экономические показатели 2020. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 20.12.2021).

References

1. Mikheeva, N. (2020). Qualitative Aspect of the Regional Growth in Russia: Inclusive Development Index. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 611-626. doi: 10.1111/rsp3.12289
2. Borisova, I.S. (2018). Osobennosti upravleniya ustoi-chivym razvitiem ekonomiki regiona s preobladayushchim vidom khozyaistvennoi deyatel'nosti [Features of sustainable development management of the region's economy with a predominant type of economic activity]. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitiye)* [MIR (Modernization. Innovation. Research)], no. 2, pp. 312-326.
3. Kharchenko, E.V., Petrova, S.N., Zyukin, D.A. (2021). Tendentsii razvitiya sel'skokhozyaistvennogo proizvod-

stva v regionakh-liderakh APK Rossii [Trends in the development of agricultural production in the leading regions of the agro-industrial complex of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (383), pp. 22-26.

4. Kharchenko, E.V., Petrova, S.N., Zyukin, D.A. (2021). Otsenka dinamiki razvitiya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva v regionakh Rossii [Assessment of the dynamics of agricultural production development in the regions of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (384), pp. 84-88.

5. Golovin, A.A., Zyukin, D.A., Bondareva, G.A., Spitsyna, A.O. (2021). Otsenka sel'skokhozyaistvennoi spetsializatsii regionov Tsentral'nogo federal'nogo okruga s pozitsii ispol'zovaniya zemel'nykh resursov [Assessment of agricultural specialization of the regions of the central federal district from the standpoint of the use of land resources] *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 2, pp. 81-89.

6. Lipchenko, E.A. (2020). Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh strukturnykh transformatsii prodovol'stvennoi sfery ekonomiki [Food security in the context of structural transformations of the food sector of the economy]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 9, pp. 4-1.

7. Aleshchenko, V.V., Aleshchenko, O.A. (2020). «Umnaya spetsializatsiya» regionov Sibiri v sfere sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [“Smart specialization” of Siberian regions in the field of agricultural production]. *ECO* [ECO], no. 7 (553), pp. 111-129.

8. Nefedova, T, Treivish, A. (2020). Russia's early developed regions within shrinking social and economic space. *Reg Sci Policy Pract.*, no. 12, pp. 641-655. doi: 10.1111/rsp3.12278

9. Zyukin, D., Svyatova, O., Soloshenko, R. (2016). Conditions and perspectives of Russian sugar market development. *Economic annals*, vol. 161, no. 9-10, pp. 47-50.

10. Nesenjuk, E.S. (2021). Metodika otsenki investitsionoi privlekatel'nosti regiona [Methodology for assessing the investment attractiveness of the region]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 1, pp. 168-175.

11. Регионы России. Социально-экономические показатели 2020 [Regions of Russia. Socio-economic indicators 2020]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (accessed: 20.12.2021).

Информация об авторах:

Сергеева Наталия Митрофановна, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8281-7035>, sergeevamedical@yandex.ru

Золотарева Елена Леонидовна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и учета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6435-5378>, zolotyрева@yandex.ru

Головин Алексей Анатольевич, доктор экономических наук, профессор кафедры международных отношений и государственного управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4962-2022>, dr.golovin2013@yandex.ru

Уварова Марина Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных технологий и математики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1834-6224>, uvarovamn@mail.ru

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

Information about the authors:

Natalia M. Sergeeva, candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of the department of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8281-7035>, sergeevamedical@yandex.ru

Elena L. Zolotareva, doctor of economic sciences, professor of the department of economics and accounting, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6435-5378>, zolotyрева@yandex.ru

Alexey A. Golovin, doctor of economic sciences, professor of the department of international relations and public administration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4962-2022>, dr.golovin2013@yandex.ru

Marina N. Uvarova, candidate of economic sciences, associated professor of the department of information technology and mathematics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1834-6224>, uvarovamn@mail.ru

Danil A. Zyukin, candidate of economic sciences, senior researcher of the Research center, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru





Научная статья

УДК 631.1

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_142

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.И. Уланова

Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

Аннотация. Животноводческая отрасль играет важную роль в народном хозяйстве, поскольку разведение сельскохозяйственных животных в значительной степени обеспечивает население страны продуктами питания, сырьем для пищевой промышленности, лекарственными средствами, кормами и т.д. В настоящее время российское животноводство обеспечивает более 60% продукции сельскохозяйственной отрасли и соответственно приоритетно для экономики как отдельно взятой территории, так и страны в целом. В статье представлены результаты исследования аграрной отрасли, в частности животноводства в экономике региона, на примере Пензенской области, для которой обеспечение продовольственной безопасности является приоритетной задачей на современном этапе. В целом ситуация в животноводческой отрасли области свидетельствует об устойчивой тенденции развития, в частности свиноводства и птицеводства. Начиная с 2018 по 2020 гг. наблюдается положительная динамика. Так, в 2020 г. поголовье свиней увеличилось по сравнению с 2019 г. на 71,3 тыс. голов, а по сравнению с 2017 г. — на 136,6 тыс. голов. В 2020 г. надоено 8514 кг молока в расчете на одну корову молочного стада, что на 1015 кг больше, чем годом ранее, а по сравнению с 2016 г. надой увеличился на 3361 кг. Несмотря на положительную динамику развития отрасли, регион сталкивается с широко распространенными проблемами, которые могут влиять на продуктивность и эффективность производства. С целью улучшения экономических условий развития отрасли и решения важных проблем органы местного и регионального самоуправления оказывают государственную поддержку сельхозпроизводителям, которая разработана таким образом, чтобы максимально охватить все сферы животноводческой деятельности. Сегодня очевидно, что в Пензенском регионе наблюдается благоприятный инвестиционный климат и за последнее время были реализованы значительные проекты, благодаря которым стоит ожидать улучшения значений по ряду социально-экономических показателей. На основе исследования автор приходит к выводу, что важнейшее значение для дальнейшего развития животноводства имеет продуманная государственная поддержка сельхозтоваропроизводителей региона, и отрасль, демонстрируя современные показатели, имеет все возможности для будущего развития области и страны в целом.

Ключевые слова: животноводство, продукция животноводства, скотоводство, птицеводство, свиноводство, регион, Пензенская область, продовольственная безопасность, государственная поддержка, сельхозтоваропроизводители, инвестиции, субсидии, грантовая поддержка

Original article

ANALYSIS OF LIVESTOCK DEVELOPMENT IN PENZA REGION

O.I. Ulanova

Penza State Agrarian University, Penza, Russia

Abstract. The livestock industry plays an important role in the national economy, as livestock breeding largely provides the country's population with food, raw materials for the food industry, medicines, fodder, etc. At present, the Russian livestock breeding provides more than 60% of the agricultural industry production and, accordingly, is a priority for the economy of both a particular territory and the country as a whole. The article presents the results of a research on agrarian sector, in particular livestock in regional economy, by the example of Penza region, for which ensuring food security is a priority at the present stage. In general, the situation in the livestock industry of the region shows a steady development trend, in particular in pig and poultry breeding. From 2018 to 2020, there is a positive trend. For example, in 2020, the number of pigs increased by 71,300 head compared to 2019, and by 136,600 head compared to 2017. In 2020, 8,514 kg of milk was yielded per cow of a dairy herd, which is 1,015 kg more than a year earlier, and compared to 2016, the milk yield increased by 3,361 kg. Despite the positive development of the industry, the region faces widespread problems that can affect productivity and efficiency of production. In order to improve the economic conditions for the sector's development and address important problems, local and regional authorities provide state support to agricultural producers, which is designed to cover all areas of livestock production as much as possible. Today it is obvious that Penza region has a favourable investment climate and significant projects have been implemented recently, due to which one should expect the values of a number of socio-economic indicators to improve. Based on the research, the author concludes that well thought-out state support of the region's agricultural producers is essential for the further development of livestock farming, and demonstrating current performance, has all the potential for future development of the region, and the country as a whole.

Keywords: livestock breeding, livestock products, cattle breeding, poultry farming, pig breeding, region, Penza region, food security, state support, agricultural producers, investments, subsidies, grant support

Введение

Животноводство представляет собой стратегически важную отрасль экономики Российской Федерации, поскольку производство животноводческой продукции гарантирует возможность занятости большого числа граждан, тем самым наращивая национальное богатство страны. Устойчивое развитие животноводческой отрасли, наряду с растениеводством, оказывает благоприятное воздействие, с одной стороны, на удовлетворение населения ценными

продуктами питания, а с другой, на обеспечение продовольственной безопасности как отдельно взятой территории, так и страны в целом.

В настоящее время российское животноводство обеспечивает более 60% продукции сельскохозяйственной отрасли. Ведущими сферами отрасли выступают скотоводство, овцеводство, свиноводство и птицеводство и др.

Пензенская область — это регион, где обеспечение продовольственной безопасности является приоритетной задачей на современном этапе.

Как субъект государства область входит в экономический район Приволжского федерального округа (ПФО), ориентированный на развитие сельского хозяйства и, прежде всего, животноводства.

Цель и методы исследования

В качестве объекта исследуется сфера животноводства Пензенской области. Цель исследования заключается в изучении динамики животноводческой отрасли в экономике Пензенской области.



Теоретическую базу исследования составили научные разработки российских авторов, изучавших проблемы сельского хозяйства, в частности животноводческой отрасли. Результаты базируются на материалах Федеральной службы государственной статистики и материалах Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области, воспроизводящих развитие отраслей сельского хозяйства.

Методологическую основу данной работы составили общенаучные и частные методы. Основными являются следующие: метод научной абстракции, сравнительный анализ, описание информации, контент-анализ, систематизация, обобщение полученных результатов.

Результаты исследования

Аграрная сфера Пензенской области за последние несколько лет существенно возрастает и занимает достойное второе место после промышленности. Регион отличается достаточным количеством ресурсов для продуктивного развития животноводческой отрасли, в которой преобладают мясомолочное направление и птицеводство, чему способствует и местный климат. Численность поголовья скота, его структура и продуктивность определяют качество развития отрасли.

Характерно, что по количеству крупного рогатого скота область занимает 40 место,

свиней — 28, а овец и коз — 31 из всех субъектов Российской Федерации.

В настоящее время развитием животноводства в регионе занимаются все категории хозяйств. Скотоводство (52%) и овцеводство (66%) в большей части сконцентрировано в хозяйствах населения, свиноводство (89%) и птицеводство (92%) преобладают в сельскохозяйственных предприятиях.

В целом ситуация в животноводческой отрасли области свидетельствует об устойчивой тенденции развития, в частности свиноводства и птицеводства. Поголовье основных видов скота в хозяйствах всех категорий области за период 2016-2020 гг. представлено в таблице 1.

Данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области свидетельствуют о том, что в среднем за рассматриваемый период происходило снижение поголовья крупного рогатого скота ежегодно на 3%. Поголовье свиней в 2017 г. снизилось по сравнению с 2016 г. на 88,1 тыс. голов. Начиная с 2018 г. по 2020 г. наблюдается положительная динамика. Так, в 2020 г. поголовье увеличилось по сравнению с 2019 г. на 71,3 тыс. голов, а по сравнению с 2017 г. — на 136,6 тыс. голов. Кроме того, поголовье овец и коз имеет незначительную тенденцию к сокращению, в среднем оно составило 3,5%. В 2020 г. по сравнению с 2019 г. поголовье овец и коз сократилось на 0,3 тыс. голов [1].

Таблица 1. Поголовье основных видов скота в хозяйствах всех категорий Пензенской области, тыс. голов [1]

Table 1. The number of the main types of livestock in farms of all categories of the Penza region, thousand heads [1]

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Крупный рогатый скот	179,3	175,8	167,2	162,5	159,9
в том числе коровы	79,6	77,6	71,4	68,5	66,8
Свиньи	256,8	168,7	204,0	234,0	305,3
Овцы и козы	117,7	113,6	107,7	102,7	102,4

Таблица 2. Продуктивность скота и птицы в крупных, средних, малых сельхозорганизациях (включая микропредприятия) Пензенской области [1]

Table 2. Productivity of livestock and poultry in large, medium, small agricultural organizations (including microenterprises) of the Penza region [1]

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Надой молока на одну корову, кг	5153	5820	6571	7499	8514
Средняя годовая яйценоскость кур-несушек, шт.	245	250	243	242	238
Средний годовой настриг шерсти с одной овцы (в физическом весе), кг	0,6	0,2	1,7	2,3	2,2
Выращено крупного рогатого скота в расчете на 1 голову, имевшуюся на начало года, кг	113	115	125	136	158
Выращено свиней в расчете на 1 голову, имевшуюся на начало года, кг	201	252	198	260	260

Таблица 3. Производство основных видов продукции животноводства в хозяйствах всех категорий Пензенской области, значение показателя за год [1]

Table 3. Production of the main types of livestock products in farms of all categories of the Penza region, the value of the indicator for the year [1]

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Скот и птица на убой (в живом весе), тыс. т	285,2	289,7	322,5	389,6	397,7
Молоко, тыс. т	336,0	343,5	341,5	344,3	384,3
Яйца, млн шт.	292,7	293,5	250,1	263,7	299,0

Одной из ведущих компаний, осуществляющей производство молока в регионе является ООО УК «Русмолоко». В 2020 г. компания произвела 131 тыс. т молока, что на 43% больше, чем в 2019 г., поголовье крупного рогатого скота увеличилось на 23% — до 30750 голов. Рост показателей обусловлен успешным развитием проектов компании, в частности, в Сердобском районе запланировано расширение молочно-товарного комплекса с 5,2 тыс. до 7,2 тыс. дойных коров. В Наровчатском — строительство производственных объектов для выращивания около 3 тыс. голов молодняка [2].

Основой развития животноводства является продуктивность сельскохозяйственных животных, данные показатели представлены в таблице 2.

Согласно официальным данным, в сельскохозяйственных организациях области в 2020 г. надоено 8514 кг молока в расчете на одну корову молочного стада, что на 1015 кг больше, чем годом ранее, а по сравнению с 2016 г. надой увеличился на 3361 кг. Средняя годовая яйценоскость кур-несушек в 2020 г. сократилась по сравнению с 2019 г. на 4 шт., или на 1,65%. Средний годовой настриг шерсти с одной овцы имеет тенденцию к росту, однако в 2020 г. он сократился на 0,1 кг по сравнению с 2019 г. [1].

К увеличению продуктивности молочного стада приводит деятельность сельхозтоваропроизводителей, во-первых, закупка нетелей в Дании, во-вторых, применение молочных блоков с системой управления стадом по израильской технологии, в-третьих, приобретение новой сельхозтехники и др.

Основным направлением в животноводстве Пензенской области в соответствии с показателями Территориального органа Федеральной службы государственной статистики являются производство скота и птицы на убой в живом весе, производство молока и яиц (табл. 3).

Данные свидетельствуют о том, что в области в среднем за период 2016-2020 гг. наблюдается устойчивая тенденция роста по всем показателям. Так, ежегодное увеличение производства скота и птицы на убой в живом весе составило 8,9%, молока — 3,5%, яиц — 1,1%. По итогам 2020 г. в хозяйствах всех категорий произведено 397,7 тыс. т скота и птицы на убой в живом весе, что на 2,1% больше, чем за 2019 г. Валовой надой молока в 2020 г. составил 384,3 тыс. т, превысив на 11,6% показатель 2019 г. За 2020 г. в сельхозорганизациях получено 299,0 млн шт. куриных яиц, производственный показатель превысил показатель 2019 г. на 13,4% [1].

В реализации данного направления отрасли активное участие принимают многие компании, среди которых лидирующее место занимает ООО УК «Дамате». В настоящее время успешно реализуются проекты по выращиванию и переработке индейки, в компании работают 10130 человек. Развиваются все бизнес-направления, вводятся новые производственные мощности, которые требуют увеличения численности рабочих мест.

В настоящее время Пензенский край является одним из ведущих аграрных регионов. Так, обеспечивая местное население основными продуктами питания, поставки осуществляются во многие субъекты Российской Федерации, а также страны ближнего и дальнего зарубежья (Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Узбекистан, страны Евросоюза, Сербию, Вьетнам, Гонконг, страны Западной Африки, ОАЭ и др.).





Таблица 4. Средние цены производителей сельскохозяйственной продукции, реализованной сельскохозяйственными организациями Пензенской области, руб./т [1]

Table 4. Average prices of producers of agricultural products sold by agricultural organizations of the Penza region, rubles/ton [1]

Средние цены производителей сельскохозяйственной продукции	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Скот и птица (в живом весе)	86226,97	89123,5	97896,86	95451,54	95596,61	118580,87
В том числе: КРС	86529,91	93528,78	87364,33	98826,03	148185,77	129892,41
Свиньи	88399,66	92441,01	99673,10	92077,05	92039,47	118317,71
Молоко	20662,18	24517,30	24451,31	26374,50	26535,89	28410,94
Яйца куриные в скорлупе свежие, тыс. шт.	3655,03	3487,24	3674,86	4606,00	4327,98	5391,41

По данным мониторинга территориальной службы статистики по Пензенской области, в регионе отмечены средние цены производителей сельскохозяйственной продукции, реализованной сельскохозяйственными организациями области (табл. 4).

Цены на реализуемые товары за период с 2016 по 2021 гг. в основном имеют неоднородную тенденцию к увеличению. Так, средние цены на скот и птицу (в живом весе), яйца куриные в 2021 г. выросли более чем на 20% по сравнению с 2019 г., на молоко — на 7%. Однако в рассматриваемый период отмечалось и снижение цен на данную продукцию.

В целях совершенствования экономических процессов важную роль играют инвестиции, имеющие отношение к истокам хозяйственной деятельности. Инвестиционные процессы являются существенным механизмом развития как микро-, так и макропоказателей, цифровизации всех отраслей экономики, в том числе и сельского хозяйства, экономического роста в целом. Продвижение современных инвестиций способствует изменению народнохозяйственного комплекса государства.

Пензенская область — это регион с высоким ресурсным потенциалом, что дает возможность для благоприятного вложения капитала. На рисунке 1 представлен объем инвестиций в основную капитал всех отраслей экономики, в том числе и в сельское хозяйство.

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области, инвестиции в основной капитал Пензенской области в 2016 г. составили 64946,0 млн руб., прирост в 2017 г. — 10,9%, в 2018 г. — 20,9% к предыдущему году, в 2019 г.

рост сократился и составил 2,6% к показателю 2018 г., в 2020 г. объем инвестиций составил 94531,0 млн руб., что на 5,8% больше 2019 г., что объясняется продолжением реализации в области крупных инвестиционных проектов [1].

Приоритетными направлениями привлечения инвестиций в аграрный сектор, в том числе животноводческую отрасль, могут быть увеличение производства сельскохозяйственной продукции на основе повышения продуктивности животноводства, совершенствование племенной работы, увеличение доли полноценных кормов и премиксов в рационе животных, увеличение поголовья высокопродуктивных пород и др. [3].

В настоящее время в регионе реализуется более 40 инвестиционных проектов, в том числе и с иностранным участием. Значительными инвесторами в животноводство являются ГК «Дамате», ООО «Русмолоко» и др.

ООО «Русмолоко» является существенным сельхозпроизводителем молочной продукции в России. Молочное животноводство, растениеводство, семеноводство являются основными направлениями развития организации в соответствии с долгосрочной инвестиционной программой. Структурные подразделения компании размещены в девяти районах области.

«Русская молочная компания» в полном объеме завершила реализацию проекта строительства молочного комплекса на 7200 голов дойного стада в Сердобском районе Пензенской области. Совокупный объем инвестиций в проект за все время его реализации составил 7 млрд руб. Финансовым партнером выступил АО «Россельхозбанк». Проект был реализован в несколько этапов. «Русмолоко» ввела

в эксплуатацию первую очередь комплекса на 5200 голов в конце 2019 г., а в начале 2021 г. приступила к реализации проекта расширения фермы до 7200 голов дойного стада.

Выход комплекса на полную мощность запланирован на 2022 г. и предполагает рост производства молока до 300 т/сутки или свыше 100000 т молока высшего сорта в год. Молочная ферма вмещает 17500 голов высокопродуктивного скота голштинской породы [4].

ГК «Дамате» реализовала проект автоматизированного производства по выпуску и заморозке фаршей из мяса механической обвалки на заводе Пензенской области. В данный проект, не имеющий аналогов в Российской Федерации по уровню автоматизации по переработке птицы, было инвестировано 420 млн руб. Внедренные технологии положительно влияют на качество производимого «Дамате» сырья [5].

Животноводство активно развивается, постепенная модернизация, внедрение цифровизации и совершенствование технологий делает отрасль еще более перспективной. Несмотря на положительную динамику развития отрасли, регион сталкивается с широко распространенными проблемами, которые могут влиять на продуктивность и эффективность производства (рис. 2).

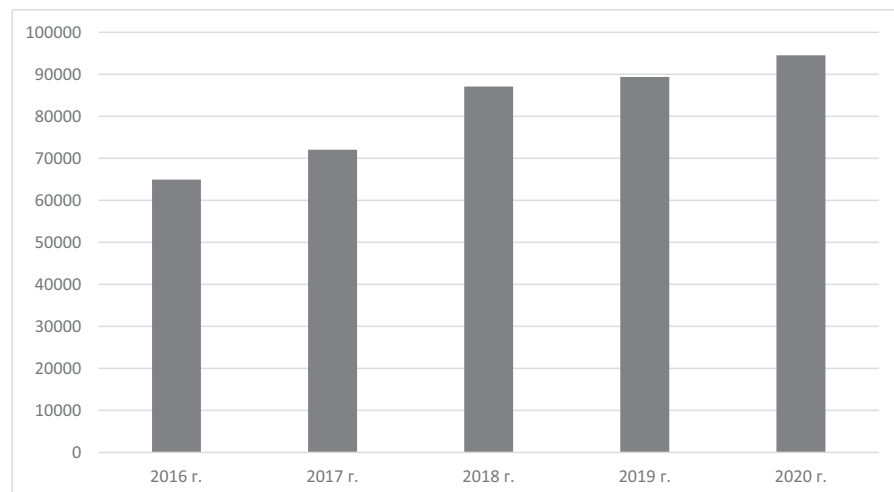


Рисунок 1. Объем инвестиций в основной капитал, млн руб. [1]

Figure 1. The volume of investments in fixed assets, million rubles [1]



Рисунок 2. Проблемы развития отрасли животноводства

Figure 2. Problems of livestock industry development



Необходимо понимать, что решение проблем по отдельности не приведет к должному результату, так как они представляют собой единый комплекс. Так, решение экономических вопросов тесно связано с экологической составляющей, неправильная технология выращивания и содержания сельскохозяйственных животных, применение некачественных кормов, антибиотиков, различных добавок может привести к сокращению расходов, но и ухудшению качества продукции и, следовательно, к потере рынка сбыта, где современная конкуренция довольно высока.

Чтобы быть в лидерах сельхозтоваропроизводителям необходимо, начиная с первых этапов планирования, решать проблемы экономического характера с целью предложения потребителям высококачественной продукции. Для повышения доступности продукции сельского хозяйства с улучшенными потребительскими свойствами в Российской Федерации был принят Федеральный закон № 159-ФЗ «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками», вступающий в силу с 1 марта 2022 г. [6].

В Пензенской области сельское хозяйство, в частности животноводство, является одной из основных составляющих экономического развития [7], и органы местного и регионального самоуправления, с целью улучшения экономических условий развития отрасли и решению важных проблем, оказывают государственную поддержку сельхозпроизводителям. Система предоставления господдержки разработана таким образом, чтобы максимально охватить все сферы животноводческой деятельности. Так, поддержание осуществляется в виде субсидий на поддержку растениеводства, животноводства, модернизацию объектов агропромышленного комплекса, а также субсидирование затрат, связанных с уплатой процентов по кредиту. В соответствии с постановлением Правительства Пензенской области от 24.07.2017 г. № 354-пП (с последующими изменениями), государственная поддержка в виде субсидирования осуществляется на поддержку племенного животноводства, мясного скотоводства и оленеводства, в области молочного животноводства, собственного производства молока, производства пищевого яйца и др. [8]. Также Министерство сельского хозяйства Пензенской области в последнее время особое внимание уделяет грантовой поддержке («Агростартап», «Начинающий фермер», «Семейная ферма», грант на развитие материально-технической базы сельскохозяйственных потребительских кооперативов, «Агропрогресс» и др.) [9, 10, 12]. Более того, государственная поддержка сельскохозяйственным товаропроизводителям осуществляется в виде агрострахования (страхование крупного и мелкого рогатого скота, лошадей, свиней, птицы и других видов животных), которое осуществляется в соответствии с Федеральным законом ФЗ-260 и другими нормативно-правовыми актами [11]. При этом 50% стоимости страхового полиса

оплачивается государством. Кроме того, к приоритетным мерам господдержки можно отнести и помощь в расширении рынка сбыта продукции животноводства.

Выводы

Таким образом, проведенный анализ показал, что животноводство дает населению необходимые для жизнедеятельности продукты питания, занимает приоритетный сектор в традиционном сельском хозяйстве и обеспечивает продовольственную безопасность страны. В настоящее время можно с уверенностью констатировать, что животноводческая сфера Пензенской области имеет положительную динамику формирования и остается самым перспективным видом деятельности. Сегодня очевидно, что в Пензенском регионе наблюдается благоприятный инвестиционный климат и за последнее время были реализованы значительные проекты, благодаря которым стоит ожидать улучшения значений по ряду социально-экономических показателей. Важнейшее значение для дальнейшего развития животноводческой отрасли имеет продуманная государственная поддержка сельхозтоваропроизводителей региона. Очевидно, что животноводство, демонстрируя современные показатели, имеет все возможности для будущего развития области и страны в целом.

Список источников

1. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. URL: <https://pnz.gks.ru/>
2. «Русмолко» и пензенские власти заключили соглашение о расширении молочных мощностей. URL: <https://www.dairynews.ru/news/rusmolko-i-penzenskie-vlasti-zaklyuchili-soglashenie>
3. Лапина М.А. Вопросы инвестирования в сельское хозяйство Пензенской области // Никоновские чтения. 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-investirovaniya-v-selskoe-hozyaystvo-penzenskoj-oblasti>
4. «Русмолко» завершила проект на 7200 голов дойного стада в Пензенской области. URL: <http://www.rusmolco.com/>
5. «Дамате» запустила первое в стране полностью автоматическое производство фарша. URL: <https://acdamate.com/press-center/news/-damate-zapustila-pervoe-v-strane-polnostyu-avtomaticheskoe-proizvodstvo-farsha/>
6. Федеральный закон от 11 июня 2021 г. № 159-ФЗ «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400788577/>
7. Уланова О.И. Особенности современного инновационного развития Пензенской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 2. С. 36-37.
8. Субсидии в заявительном порядке. URL: <https://cx.mbpenza.ru/support/subsidii-v-zayavitelnom-poryadke>
9. Грантовая поддержка. URL: <https://cx.mbpenza.ru/support/grantovaya-podderzhka>
10. Моисеев В.Е., Уланова О.И. Экономические реформы России: учебно-методическое пособие. Пенза: РИО ПГСХА, 2005.

11. Проблемы и основные направления повышения эффективности функционирования АПК региона в условиях глобализации и импортозамещения: монография / под общ. ред. О.А. Столяровой, Р.Р. Юнйевой. Пенза: РИО ПГСХА, 2015. С. 47-60.

12. Samygin, D., Baryshnikov, N., Vinnichik, L., Glasunov, I. (2017). Strategic models of optimization of support of farmers. *Ponte*, vol. 73, no. 4, pp. 146-157.

References

1. Ofitsial'nyi sait Territorial'nogo organa Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Penzenskoi oblasti [The official website of the Territorial Authority of the Federal State Statistics Service for the Penza Region]. Available at: <https://pnz.gks.ru>
2. «Русмолко» и пензенские власти заключили соглашение о расширении молочных мощностей [“Rusmolco” and the Penza authorities signed an agreement to expand dairy capacity]. Available at: <https://www.dairynews.ru/news/rusmolko-i-penzenskie-vlasti-zaklyuchili-soglashenie>
3. Lapina, M.A. (2013). Voprosy investirovaniya v sel'skoe khozyaistvo Penzenskoi oblasti [Issues of investment in the Penza Region's agriculture]. *Nikonovskie chteniya*. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-investirovaniya-v-selskoe-hozyaystvo-penzenskoj-oblasti>
4. «Русмолко» завершила проект на 7200 голов дойного стада в Пензенской области [“Rusmolco” has completed a project for a 7, 200-head dairy herd in Penza region]. Available at: <http://www.rusmolco.com/>
5. «Дамате» запустила первое в стране полностью автоматическое производство фарша [“Damate” launches the country's first fully automatic minced meat production]. Available at: <https://acdamate.com/press-center/news/-damate-zapustila-pervoe-v-strane-polnostyu-avtomaticheskoe-proizvodstvo-farsha/>
6. Federal'nyi zakon ot 11 iyunya 2021 g. № 159-FZ «O sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'e i prodovol'stvii s uluchshennymi kharakteristikami» [Federal Law No. 159-FZ of June 11, 2021 “On Agricultural products, raw materials and food with improved characteristics”]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400788577/>
7. Ulanova, O.I. (2015). Osobennosti sovremennogo innovatsionnogo razvitiya Penzenskoi oblasti [Features of modern innovation development of Penza region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 36-37.
8. Subsidii v zayavitel'nom poryadke [Subsidies on an application basis]. Available at: <https://cx.mbpenza.ru/support/subsidii-v-zayavitelnom-poryadke>
9. Grantovaya podderzhka [Grant support]. Available at: <https://cx.mbpenza.ru/support/grantovaya-podderzhka>
10. Moiseev, V.E., Ulanova, O.I. (2005). *Ehkonomicheskoe reformy Rossii: uchebno-metodicheskoe posobie* [Economic reforms in Russia: study guide]. Penza, RIO PGSHA.
11. Stolyarova, O.A., Yunyayeva, R.R. (ed.) (2015). *Problemy i osnovnye napravleniya povysheniya ehffektivnosti funktsionirovaniya APK regiona v usloviyakh globalizatsii i importozameshcheniya: monografiya* [Problems and main directions of improving the efficiency of the agro-industrial complex of the region in the context of globalization and import substitution: monograph]. Penza, RIO PGSHA, pp. 47-60.
12. Samygin, D., Baryshnikov, N., Vinnichik, L., Glasunov, I. (2017). Strategic models of optimization of support of farmers. *Ponte*, vol. 73, no. 4, pp. 146-157.

Информация об авторе:

Уланова Ольга Ивановна, кандидат культурологии, доцент кафедры управления, экономики и права, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3178-7331>, ulanova.o.i@pgau.ru

Information about the author:

Olga I. Ulanova, candidate of cultural studies, associate professor of the department of management, economics and law, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3178-7331>, ulanova.o.i@pgau.ru





Научная статья

УДК 332

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_146

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЗДАВАЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

**Т.В. Папаскири, В.Н. Семочкин, Е.В. Черкашина,
Ж.Н. Баканова, В.П. Радионов**

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена вопросам влияния образуемых водохранилищ на использование сельскохозяйственных земель, попадающих в различные зоны водохранилищ. В статье определены основные зоны влияния водохранилищ на сельскохозяйственные угодья, выявлена степень воздействия водохранилищ на функциональные возможности отдельных видов продуктивных угодий в различных зонах водохранилищ. Авторами определены зоны влияния водохранилищ на прилегающие к ним территории, а также даны предложения по выявлению и снижению отрицательного воздействия на использование сельскохозяйственных угодий при образовании водохранилища.

Ключевые слова: водохранилище, зоны влияния водохранилищ, подтопление, затопление, берегопереработка, мелководья, нижний бьеф, верхний бьеф, сельскохозяйственные угодья

Original article

FEATURES OF THE IMPACT OF THE CREATED RESERVOIRS ON THE CHANGE IN THE CONDITIONS OF USE OF ADJACENT AGRICULTURAL LAND

**T.V. Papaskiri, V.N. Semochkin, E.V. Cherkashina,
Z.N. Bakanova, V.P. Radionov**

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article is devoted to the issues of the influence of the formed reservoirs on the use of agricultural land falling into various zones of reservoirs. The article defines the main zones of influence of reservoirs on agricultural lands, reveals the degree of impact of reservoirs on the functionality of certain types of productive lands in different zones of reservoirs. The authors have identified the zones of influence of reservoirs on the territories adjacent to them, and also made proposals to identify and reduce the negative impact on the use of agricultural land during the formation of a reservoir.

Keywords: reservoir, reservoir impact zones, flooding, flooding, coastal processing, shallow waters, downstream, upstream, agricultural land

Создание водохранилищ связано с коренной трансформацией природной среды и организации территории прилегающих к ним земель. При их строительстве происходит затопление обширных территорий, в том числе и сельскохозяйственных угодий, перенос построек и инженерных коммуникаций. После затопления начинается развитие таких природных процессов, как переформирование берегов, повышение уровня грунтовых вод, изменение климата, почв, растительности. Организация нового водоема влечет за собой изменение русла реки и ее водного режима в зоне подпора.

Водный режим земель, попадающих в зону влияния водохранилища, меняется в значительной степени: часть сельскохозяйственных земель становятся подтопленными, часть подлежат временному затоплению, кроме того, после заполнения водохранилища появляются

острова и полуострова, подъезд к которым затруднен, образуются недостатки землепользований, такие как сложная конфигурация участка, вклинивание, вкрапливание, чересполосица, дальнотельность, нерациональный размер землепользования, нерациональная структура угодий. Исходя из этого, необходимо провести анализ использования сельскохозяйственных земель в новых условиях после образования водохранилища, выявить неиспользуемые и неэффективно используемые угодья, определить целесообразность их использования с учетом трансформации в менее ценные угодья с учетом уменьшения чистого дохода, а также вследствие увеличения затрат на транспортные расходы к труднодоступным участкам.

Основной задачей в связи с этим является приведение пространственной организации территории в соответствие с изменившейся

структурой производства, формирование организационно-территориальных условий для охраны и рационального использования земель, как в межотраслевом аспекте, так и в конкретных сельскохозяйственных предприятиях. Из этого в свою очередь следует, что использование затрагиваемых созданием водохранилища земель должно основываться на научном прогнозировании последствий, вызываемых новыми условиями в природе и хозяйствах окружающей территории и исходить из объективной экономической оценки этих последствий.

Образование водохранилищ является одним из основных методов устранения или смягчения неравномерности распределения стока на территории, позволяя накапливать запасы воды, что создает оптимальные условия для рационального использования водных ресурсов.



Водные ресурсы создаваемых водохранилищ используются для многих целей: для гидроэнергетики; коммунально-питьевого водоснабжения; промышленного водоснабжения, в том числе для предприятий тепловой и атомной энергетики; сельского хозяйства: для орошения земель, водоснабжения ферм и других объектов сельскохозяйственного назначения; водного транспорта; рыбного хозяйства; развития рыболовства и водного спорта; сплава леса; регулирования стока крупных рек и предотвращения наводнения и подтопления поселений и других земель; разведения ценных пород ихтиофауны и др.

Наряду с изложенными выше положительными функциями водохранилищ, имеются и создаваемые ими отрицательные факторы:

- разрушение берегов и их переработка;
- оползневые явления, в зону которых попадают сельскохозяйственные угодья;
- изъятие плодородных земель под обширные массивы затопления;
- подтопление сельскохозяйственных угодий, в результате которого земли снижают урожайность, переводятся в менее ценные угодья или вообще выбывают из сельскохозяйственного оборота.

Строительство водохранилищ решает следующие задачи:

- эффективное и полное использование создаваемых гидроэнергетических объектов для выработки запланированных мощностей электроэнергии;
- водохозяйственное регулирование речного стока в целях водоснабжения, водного транспорта, орошения, рыбного хозяйства и др.
- комплексное использование водных ресурсов образуемого водохранилища;
- охрана окружающей природной и социальной среды. [1]

Оценка социальных, экономических, экологических последствий, вызываемых созданием водохранилищ, должна производиться в соответствии с требованиями действующего законодательства Российской Федерации, что также должно учитываться в разрабатываемых законодательных актах [2, 3]. В результате данной оценки определяются основные направления для минимизации возможных неблагоприятных последствий, с учетом положительного воздействия водохранилища на хозяйственную и иную деятельность в зоне его влияния.

Изменения, вносимые созданием водохранилищ в организационно-хозяйственное устройство прилегающих земель, проявляются на определенных территориях, которые принято называть зонами воздействия водохранилища, а их совокупность — зоной водохранилища. Изучение материалов обследований зон созданных водохранилищ показывает, что каждому водохранилищу присущи определенные зоны воздействия. Изменения, происходящие на территории ряда из них, не оказывают существенного влияния на организационно-территориальные условия использования земли. К таким зонам, как правило, относятся зоны климатического и энергетического влияния водохранилищ. Полный учет всех остальных зон влияния создаваемого водохранилища необходим для использования угодий в новых условиях.

При наполнении водохранилища создается подпор грунтовых вод, в силу чего земли, прилегающие к водохранилищу, подвергаются частичному заболачиванию, а под воздействием волн — смыву, размыву и т.п. Распространение подпора грунтовых вод по территории зависит от местных гидрогеологических условий и может происходить в диапазоне от нескольких десятков метров до нескольких километров от берега водохранилища. Анализ современного состояния подтопления территорий водохранилищами гидроэлектростанций на территории Российской Федерации показал, что для большинства водохранилищ площадь подтопленных земель составляет в среднем 10-15% от площади, затопленной водохранилищами. На отдельных водохранилищах (на равнинных реках) площадь подтопленных земель может достигать до 70-80%.

На мелиоративную обстановку отрицательно влияет неблагоприятное состояние рек, когда большинство из них перестали выполнять роль естественных дренах. В результате хозяйственной деятельности (строительстве запруд, водоемов) многие из них заилились, берега в ряде мест обрушились и они перестали быть естественными дренами. В результате подтопления и проявления в связи с этим инженерно-геологических процессов возникает напряженная экологическая ситуация.

Развитие подтопления в зонах влияния водохранилищ вызывает:

- подтопление сельскохозяйственных угодий;
- заболачивание, засоление, осолонцевание почв при соответствующих грунтово-почвенных условиях;
- деградацию растительных комплексов, гибель лесов или снижение бонитета со всеми неблагоприятными последствиями для животного мира;
- изъятие из сельскохозяйственного оборота значительных площадей пахотных угодий, сенокосов, пастбищ;
- затопление памятников истории и культуры, деградацию и уничтожение уникальных исторических ландшафтов;
- подтопление скотомогильников, свалок, кладбищ, полигонов бытовых и промышленных отходов, тем самым загрязняя прилегающие сельскохозяйственные угодья. [3]

Создание водохранилища влияет прямо или косвенно как на изымаемые территории под строительство, так и на прилегающие к нему земли.

Выделяют следующие основные зоны прямого воздействия водохранилища в верхнем бьефе:

- а) Зона постоянного затопления — принимается в пределах уреза воды в водохранилище при нормальном подпорном уровне (далее НПУ) с учетом кривой подпора обеспеченностью (вероятностью повторения) 10% (площадь, которая будет заполнена водой в границах от меженного уреза воды в реке в естественных условиях до отметки нормального подпорного уровня с учетом кривой подпора при максимальном расходе воды 10% обеспеченности за летне-осенний период), территория, находящаяся ниже отметки НПУ.

Эта зона навсегда выходит из хозяйственного использования. Из нее выносятся все народнохозяйственные объекты и производится санитарная очистка в соответствии с

установленными требованиями. Затопляемые земли изымаются, переводятся в водный фонд, а сельскохозяйственные угодья компенсируются.

б) Зона временного затопления

Зону временного затопления образует территория, нижней границей которой служит граница зоны постоянного затопления, а верхней границей — линия уреза воды при прохождении паводков определенной повторяемости.

Зоной временного затопления считается площадь, которая подвергается паводковому воздействию после создания подпора, когда паводки вероятностью превышения 1% для населенных пунктов и 5% для сельскохозяйственных земель превышают ежегодные более чем на 0,5 м. Обычно это имеет место в верхней части водохранилища. [4]

Строения и сооружения из этой зоны при указанных условиях затопления выносятся, сельскохозяйственные земли не изымаются, но в случае снижения их продуктивности из-за увеличения длительности половодных и паводковых затоплений, по сравнению с характерными условиями, они могут быть переведены в другие виды сельскохозяйственных угодий (сенокосы, пастбища).

В случае, когда длительность затоплений не позволяет использовать земли для сельскохозяйственной деятельности, они изымаются.

Зона временного затопления разделяется на 2 вида:

- зона периодического временного затопления;
- зона эпизодического временного затопления с обеспеченностью меньшей, чем указано для зоны периодического временного затопления. Эта зона учитывается только в особых случаях, например, при обосновании отметки форсированного уровня водохранилища.

В зоне периодического затопления формируются болотные и торфяно-глеевые почвы с высокой степенью заторфованности и большим содержанием закисных форм железа.

в) Зона повышения уровня грунтовых вод (подтопления). Предельно допустимой глубиной залегания уровня грунтовых вод считается глубина 1 м для сельскохозяйственных угодий, 2 м — для сельских населенных пунктов, 3 м — для городов и поселков городского типа;

г) зона переформирования берегов водохранилищ;

д) зона климатического влияния.

Зоны косвенного влияния в верхнем бьефе:

а) зона, выбывающая из прежнего хозяйственного использования по производственно-экономическим соображениям;

б) зона отчуждения под объекты, строительство которых вызывается созданием или эксплуатацией водохранилища.

Зоны влияния в нижнем бьефе:

а) зона влияния многолетнего и сезонного регулирования стока рек;

б) зона влияния недельного и суточного регулирования стока рек;

в) зона полного или частичного изъятия земель стока из реки (при отводе воды из водохранилищ в деривационные водоводы, каналы переброски стока и т.д.)

Все перечисленные выше зоны влияния водохранилищ на природные условия и хозяйственную деятельность прилегающих террито-



рий образуют сложные сочетания: на одну и ту же территорию могут оказывать воздействие и временные затопления, и подтопление, и изменение климата или многолетнее, сезонное, недельное и суточное регулирование речного стока в нижнем бьефе. [5]

Таким образом, наиболее сильное воздействие на сельскохозяйственные угодья и возможность их использования оказывают зоны, представленные на рис. 1.

Влияние водохранилищ на сельскохозяйственную деятельность весьма значительно.

Это воздействие многообразно и неодинаково на разных участках каждого водохранилища и в разных географических регионах.

Основные факторы негативного воздействия зон водохранилища на сельскохозяйственные угодья представлены на рисунке 2.

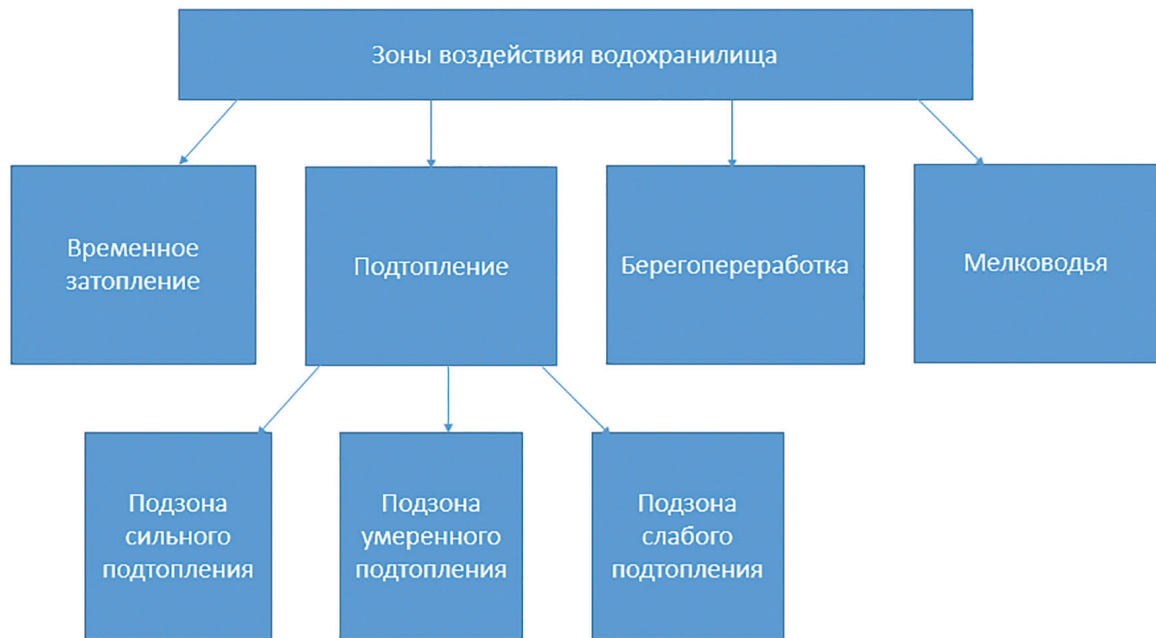


Рисунок 1. Основные зоны воздействия водохранилища, оказывающие наибольшее влияние на прилегающие сельскохозяйственные угодья
Figure 1. Main zones of influence of reservoir, providing the greatest impact on the adjacent agricultural land

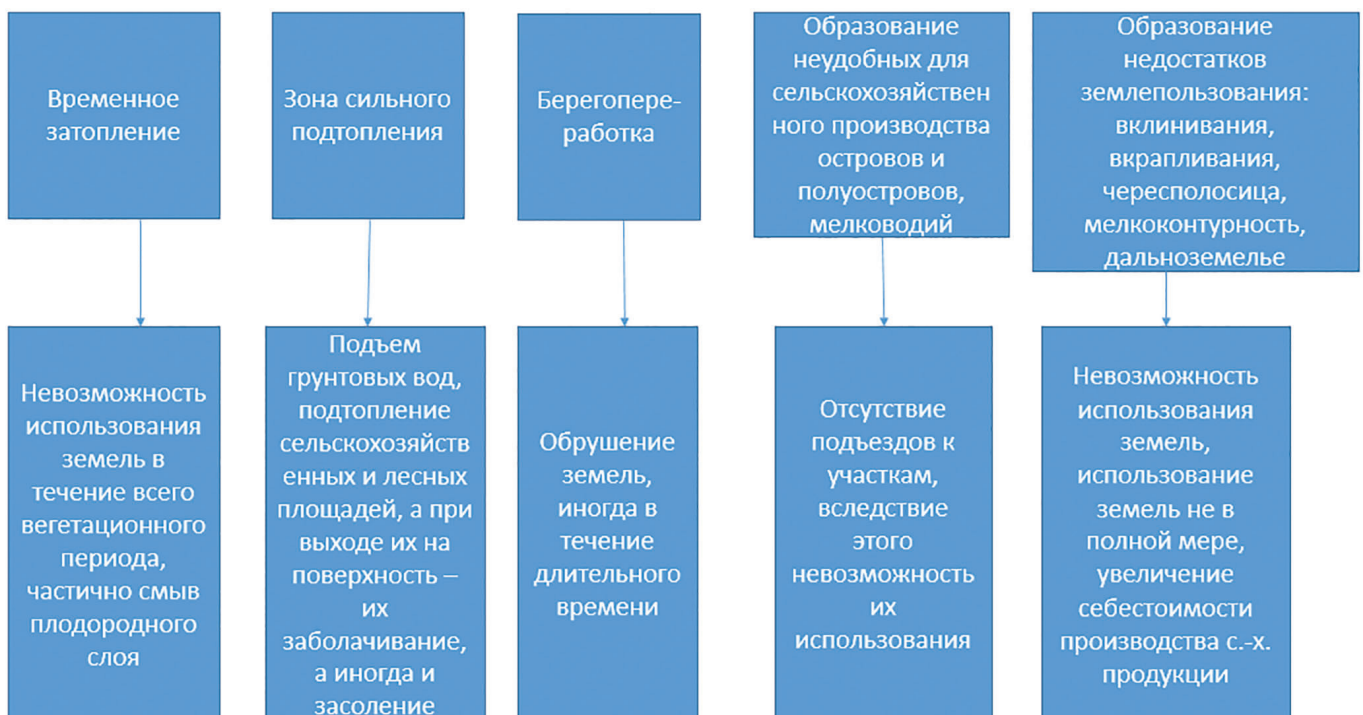


Рисунок 2. Основные факторы негативного воздействия зон водохранилища на сельскохозяйственные угодья
Figure 2. Main factors of negative impact of zones of reservoir on agricultural land



Для сельскохозяйственных земель в зоне временного затопления принято учитывать территории, подвергающиеся затоплению средней повторяемостью не реже одного раза в 5 лет. Однако, даже в этой зоне влияние временного затопления на различные сельскохозяйственные угодья не одинаково. Временное затопление садов, виноградников, ягодников и других многолетних насаждений приводит к значительному снижению урожайности и даже гибели насаждений. Весенние затопления (разной продолжительности) пашни приводят к задержке сроков сева и невозможности выращивания многих культур, а летне-осенние (в период вегетации) — к гибели посевов. В зоне временного затопления, как правило, невозможно выращивать озимые культуры.

Отрицательное влияние временных затоплений на сенокосы и пастбища отмечается лишь при длительном их нахождении под водой в летне-осенний период. В этом случае происходит их заиливание, изменение видового состава растительности (уменьшается количество злаковых трав, увеличивается количество осоковых), травостой редет, происходит его угнетение, а иногда и гибель трав. Как показывает практика, в первый год после наполнения водохранилища наиболее значительно воздействию временного затопления подвергаются пахотные угодья. После сработки водохранилища, они освобождаются от воды, как правило, полностью смытыми и утрачивают свое значение как сельскохозяйственные угодья.

По заключениям специалистов, исследовавших затопляемые угодья, суходольные сенокосы, подвергавшиеся временному затоплению в течение 15-20 дней в дальнейшем использовались по своему назначению, а сенокосы и пастбища, подвергавшиеся затоплению на срок более 30 дней, оказались сильно заболоченными и больше не использовались. Все естественные кормовые угодья, повторно подвергшиеся временному затоплению в следующем году на срок более 15 дней, полностью утратили свою продуктивность. Они оказались лишенными всякой растительности, кроме камыша, начавшего развиваться на этих землях. Необходимо отметить, что влияние временного затопления на кормовые угодья не всегда имеет ярко выраженный отрицательный характер. Кратковременное весеннее затопление, как правило, благоприятно отражается на травостое этих угодий.

Анализируя сенокосы, находящиеся в поймах рек в средней полосе России, можно сделать вывод, что часто они расположены на пойменных дерново-луговых почвах различного механического состава. Образование таких почв под воздействием регулярного паводкового затопления сопровождается формированием особых водно-химических и химико-биологических условий, которых не может быть на суходолах и водоразделах, и, кроме того, накоплением больших запасов азотной и минеральной пищи растений. Эти почвы являются источниками огромных запасов органического вещества, образованных многовековым процессом осаждения плодородных частиц. Они могут быть распаханы и включены в овощные и овоце-кормовые севообороты.

Влияние затоплений на растения зависит от фазы их роста и продолжительности

затопления. При затоплении в ранневесенний период, когда растения еще не начали расти, они лучше выдерживают затопление, чем в период их вегетации. В особенности неблагоприятно на растения действует застой вод при установлении теплой погоды в конце весны, когда содержащийся в воде кислород израсходован, а луговые травы перешли в активное состояние и начали отрастать. Ежегодное отложение наилка — также важный экологический фактор, оказывающий воздействие на рост растений, так как нанесение на них наилка может надолго задержать начало вегетации или совсем погубить их.

Наилки высотой 1-2 см обычно не оказывают на травы неблагоприятного влияния и, наоборот, хорошо воздействуют на рост ценных в кормовом отношении видов. Однако его увеличение, хотя бы на 1 см, отрицательно воздействует на их состояние. Чем больше у растений выражена способность к вегетативному размножению, тем лучше они выносят перекрытие иловыми отложениями, так как они легко перемещают стебли из более глубоких слоев к поверхности почвы. Нанесение наилка, состоящего из рыхлых, несвязанных песчаных и супесчаных частиц, растения переносят легче, чем суглинистых и глинистых, так как они, подсыхая, образуют плотную корку, через которую побеги могут пробиться лишь по трещинам.

Степень отрицательного воздействия зависит от природно-климатических условий (продолжительность вегетационного периода; вероятность повторения отрицательного сдвига сроков затопления за многолетний период; состав и высотное расположение сельскохозяйственных угодий в долине реки). При зимних затоплениях и образовании наледей на пойме с вероятностью повторения более 25% травостой на сенокосах и пастбищах разрушается и деградирует в болотный (гигрофиты) с крайне низкой кормовой и хозяйственной ценностью (2-2,5 центнеров кормовых единиц с гектара). Создание водохранилищ обуславливает паводковое затопление земель в нижнем бьефе гидроузлов осветленной (без плодородного наилка) водой, что снижает на 20% продуктивность сенокосов и пастбищ, расположенных в пределах горизонта паводка 25%-ной вероятности.

При определении влияния гидротехнического строительства на использование пойменных земель, их продуктивность в нижнем бьефе гидроузла необходимо учитывать следующие основные условия:

- водный режим в значительной степени определяет качественную и экономическую ценность пойменных земель. От условий затопления земель зависит степень сельскохозяйственной освоенности пойменных земель, высотное расположение, состав и качество сельскохозяйственных угодий. Водный режим необходимо анализировать как в целом за вегетационный период, так и отдельно — весенний, летний и осенний периоды, в каждом из которых те или иные факторы водного режима могут быть положительными и отрицательными. Причем действие этих факторов различно в зависимости от строения (рельефа) поймы, гидрологических, агроклиматических и других местных условий. Положительным обычно является затопление земель в период весеннего

половодья, отрицательным — затопление земель в летне-осенний период — в период созревания и уборки урожая. Влияние весеннего паводкового затопления происходит как через обводнение земель, так и через обогащение почвы илом.

Обезвоживание поймы происходит в результате снижения горизонтов весеннего половодья и сокращения длительности затопления земель. Наиболее отрицательно обезвоживание влияет на пойменные заливные сенокосы, расположенные в пределах горизонта паводка 25%-ной вероятности повторения.

Снижение вероятности (частоты) и продолжительности затопления поймы не оказывает отрицательного влияния на использование пахотных земель.

Сельскохозяйственное использование земель по видам угодий наравне с прочими факторами определяется допустимой продолжительностью и частотой затопления:

- для пашни 1-3 суток продолжительностью не чаще 1 раза в 10 лет;
- для искусственных сенокосов 15-25 дней повторяемостью не чаще 1 раза в 4 года (искусственные сенокосы предполагают способ разделки природных травяных угодий, при котором уничтожаются существующие травостой и дернина, и создается новый искусственный травостой).
- для улучшенных сенокосов до 40 дней повторяемостью не чаще 1 раза в 4 года;
- под естественные сенокосы с продолжительностью 40-60 дней.

Превышение указанных величин может привести к изменениям в использовании земель по видам угодий (трансформации пашни в искусственные сенокосы, искусственные сенокосы в естественные и т.д.). Необходимость трансформации угодий следует обосновывать соответствующими расчетами, поскольку при определенных условиях они могут выдерживать более длительные и частые затопления (например, пашня до 10-15 дней).

Под ухудшением качества сельскохозяйственных угодий при гидротехническом строительстве следует считать уменьшение объема производства сельскохозяйственной продукции или неблагоприятного изменения состава производимой продукции, увеличение ежегодных затрат на производство продукции и снижение качества мелиоративного состояния земель, планируемых к сельскохозяйственному освоению в результате воздействия отрицательных факторов водного режима рек. Ухудшение качества (продуктивности) сельскохозяйственных угодий при гидротехническом строительстве вызывается: обезвоживанием поймы, увеличением продолжительности затопления в весенне-летний период, неблагоприятным сдвигом сроков затопления земель, периодическим затоплением в зимний период, весенним затоплением осветленными (без плодородного наилка) паводковыми водами, затоплением территории.

В связи с вышесказанным можно сделать вывод, что принципы определения последствий временного затопления не могут быть одинаковыми для различных условий. Поэтому в зависимости от продолжительности и повторяемости в течение различных периодов года временных затоплений, местных почвенных



и климатических условий негативные последствия этих затоплений будут выражаться:

- в безвозвратной потере сельскохозяйственных угодий под влиянием водохранилища;
- в необратимости снижения производительных свойств (в том числе и плодородия) сельскохозяйственных угодий, вызывающем необходимость изменения использования этих земель.

В нижних бьефах гидроузлов с водохранилищами многолетнего и сезонного регулирования на использование сельскохозяйственных земель влияют изменения режима обводнения и удобрения илом пойменных лугов в периоды половодья, зимние затопления. Сокращение высоты и длительности половодий и изменение их сроков приводят к осуходоливанию лугов, при котором снижается кормовая ценность и урожайность травостоя, а также повышается их зависимость от погодных условий. Уменьшение отложений плодородного ила также ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и трав.

На крупных водохранилищах существенное значение имеет установление влияния на продуктивность сельскохозяйственных угодий временных затоплений от ветрового нагона воды — подъема уровня воды, вызванного воздействием ветра на водную поверхность. Исходя из практического опыта, в период максимального уровня водохранилищ (месяцы май-июль) в результате действия ветров, вызывающих нагон волны и господствующих в направлении берегов с пологими склонами уровень воды может быть выше на 25-30 см, а иногда и до 50-55 см выше, чем у подветренного берега. Сельскохозяйственные земли, подвергающиеся действию нагона волны в течение длительного времени, выбывают из использования. [6]

Исследование созданных крупных водохранилищ показывает, что основные потери сельскохозяйственных угодий приходятся на естественные сенокосы и пастбища. При этом следует иметь в виду, что эти угодья, как правило, размещаются на пойменных и припойменных землях, обладающих высоким плодородием, и являются основным источником получения кормов для животноводства в сельскохозяйственных организациях.

При образовании водохранилищ в потери сельскохозяйственных угодий, кроме затопления земель, включаются потери от берегообрушения и часть сельскохозяйственных угодий, попадающих в зону сильного подтопления. Для земель сильного подтопления характерно изменение свойств почв во всем профиле, кроме того, они подвергаются смыву, размыву. В силу этого половина (50%) сельскохозяйственных угодий, расположенных на сильно подтопленных землях, полностью выбывает из сельскохозяйственного производства. Подъем грунтовых вод к поверхности земли вызывает подтопление сельскохозяйственных и лесных угодий, а при выходе данных вод на поверхность — их заболачивание, а иногда и засоление.

Влияние подтопления на сельское хозяйство в различных природных зонах оценивается неодинаково. Во влажных зонах оно усиливает естественное высокое увлажнение почв и имеет отрицательные последствия для их

плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. В зонах недостаточного увлажнения в ряде случаев подтопление может быть благоприятным для получения более высоких и устойчивых урожаев, если не сопровождается подъемом минерализованных вод и засолением почв. Чтобы вызвать дополнительное подпочвенное орошение земель могут быть проведены мероприятия для создания подпора грунтовых вод, (как, например, на осушительных системах с двойным регулированием уровней грунтовых вод).

В зонах подтопления деревья, кустарники и травянистая растительность по-разному реагируют на изменение влагообеспеченности. Древесно-кустарниковая растительность, как правило тяжелее, чем травянистая, реагирует на подъем грунтовых вод и большей частью гибнет при сильном подтоплении. В зонах умеренного и слабого подтопления водное и минеральное питание, как правило, улучшается и прирост древесины увеличивается иногда на 50-70%. Видовой состав трав видоизменяется в меньшей степени, чем древесно-кустарниковая. При сильном подтоплении из травостоя выпадают многие ценные виды трав, например, бобовые и многие злаковые. При умеренном и слабом подтоплении улучшается не только водный, но и питательный режим, в результате чего увеличивается общая масса ценных злаковых трав. Основных изменений в условиях произрастания и в видовом составе флоры не отмечается, более существенны сдвиги фаз произрастания растительности.

Определение размера нарушений в сельском хозяйстве вследствие изменения водного режима рек в нижнем бьефе гидроузла производится с учетом всего комплекса конкретных местных условий, способных влиять на действие тех или иных факторов воздействия гидрологического и гидрогеологического режимов на продуктивность и сельскохозяйственное использование прилегающих земель. К ним следует отнести: климат, рельеф, почвы, мелиоративное состояние земель, состав растительности, что требует сбора и анализа большого количества информации.

Современный подход анализа земельно-ресурсной информации основан на сборе, анализе и интерпретации больших данных.

Для осуществления мониторинга и анализа больших данных рассматриваемой тематики необходимо использовать новые цифровые технологии землеустройства, чему посвящены целый ряд работ [9-11].

Особое внимание из последствий создания водохранилищ для сельского хозяйства на пойменных землях уделяется проблеме ограничения внесения удобрений, так как в аридной зоне многие речные долины наиболее благоприятны для выращивания сельскохозяйственных культур благодаря наличию воды и плодородных земель, ежегодно удобряемых илом. При изучении влияния подтопления на земельные участки, находящиеся выше НПУ на 1-2 м, даже несмотря на удаленность на 400-500 м от береговой линии, были наблюдения, показывающие, что почвы находились в состоянии избыточного увлажнения, а растения в угнетенном состоянии. Это необходимо учитывать при природообустройстве и землеустройстве. [7, 8]

На участках в пределах превышения поверхности до 0,25-0,3 м над НПУ в результате действия подтопления и ветровой волны вся растительность оказалась погибшей. На отдельных участках этой зоны наблюдалась сильная заболоченность береговой полосы. При отсутствии действия ветровой волны, на заболоченных участках бурно развивались осока и камыш. На землях, занятых кормовыми угодьями и расположенных выше НПУ от 0,35 м до 0,6 м, действие подтопления оказывается меньше. В этих условиях происходит изменение травостоя в сторону ухудшения его качества. По заключению специалистов, изучающих, процессы подтопления земель, продуктивность сенокосов и пастбищ на подтопленных площадях снизилась примерно в 2 раза.

Сельскохозяйственные культуры на подтопленной пашне в большинстве случаев погибли или находились в крайне угнетенном состоянии. При этом, урожайность подтопленных сенокосов и пастбищ на участках с отметками НПУ +0,6-1 м оказалась несколько выше обычной. По подсчетам, она увеличилась в среднем на 25%. На землях с таким же режимом подтопления овощи были угнетены от избыточного увлажнения, а зерновые развивались лучше, чем на не подтопленных землях.

В связи с этим зону подтопления дифференцируют по степени воздействия на все виды сельскохозяйственных угодий с тем, чтобы всесторонне оценить последствия подтопления при разработке мероприятий по зонам водохранилища.

Подводя итог вышесказанному, при создании крупных водохранилищ происходят значительные изменения прилегающей территории. Вследствие затопления могут возникать: перестроение берегов, повышение уровня грунтовых вод, изменение климата, почв, растительности. Основной задачей в связи с этим является анализ дальнейшего использования земель, преобразование пространственной организации территории в соответствии со структурой производства в новых условиях. Использование сельскохозяйственных угодий должно основываться на объективной экономической оценке последствий, вызываемых образованием водохранилища, что требует применения современных цифровых технологий и постоянном мониторинге и анализе ситуации.

Список источников

1. Семочкин В.Н., Баканова Ж.Н., Баканова Д.М. Некоторые особенности межхозяйственного землеустройства в зонах создания крупных водохранилищ// Московский экономический журнал. 2018. № 5 <http://qje.su/nauki-ozemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-5-2018-89/>.
2. Российская Федерация. Законы. Водный кодекс Российской Федерации [Текст]: федеральный закон: официальный текст по состоянию на 31 января 2011. М.: Омега-Л, 2011. 48 с.
3. Федеральный закон «О землеустройстве»: Проект / С.Н. Волков, В.Н. Хлыстун, Н.В. Комов [и др.]. — Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет по землеустройству, 2020. 144 с.
4. Постановление Правительства РФ от 18.04.2014 N 360 (ред. от 17.05.2016) «Об определении границ зон затопления, подтопления» (вместе с «Правилами



определения границ зон затопления, подтопления») <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-18042014-n-360/>

5. Абазов Н.В., Апарцин А.С., Беляев Л.С. и др. Системные исследования в энергетике: ретроспектива научных направлений СЭИ-ИСЭМ: Вехи полувекового пути (к 50-летию института, 1960-2010). Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева. Новосибирск: Издательство «Наука», 2010. 685 с.

6. Разумова Н.В., Спиридонов В.П., Таранов А.А. Опасные природные процессы и явления на территории Приволжского федерального округа России // Вестник Российской Академии естественных наук. 2011. Т. 11. № 2. С. 52-59.

7. Васильева М.И. Природноресурсовые факторы энергетики в российском законодательстве // Энергетическое право. 2010. № 1. С. 23-32.

8. Недикова Е.В., Постолов В.Д. Основы природообустройства и землеустройства: Учебное пособие. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2014. 191 с.

9. Papaskiri T.V., Semochkin V.N., Ananicheva E.P. [et al.] Digital land management and land resource data generation / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Moscow, 10 марта 2020 года. Moscow, 2020. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/579/1/012131.

10. Volkov S.N., Cherkashina E.V., Shapovalov D.A. Digital land management: new approaches and technologies / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, Moscow, 28 марта 2019 года. — Moscow: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 012074. DOI 10.1088/1755-1315/350/1/012074.

11. Demyanova, A. D., Schastlivetskaya E.A., Lipski S.A. Information support of management of the land resources of the Russian Federation / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, Moscow, 28 марта 2019 года. — Moscow: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 012056. DOI 10.1088/1755-1315/350/1/012056.

References

1. Semochkin V.N., Bakanova Z.N., Bakanova D.M. (2018). Nekotorye osobennosti mezhkhozyaistvennogo zemleuстройства в зонах создания крупных водохранилищ [Some features of inter-farm land management in areas of creation of large reservoirs]. *Moskovki ekonomicheskii zhurnal* (electronic journal), no. 5. Available at: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-5-2018-89/> (accessed 11 February 2022).

2. Omega-L. Moscow (2011). Rossiiskaya Federatsiya. Zakoni. Vodniy kodeks Rosiiskoi Federatsii [Russian Federation. Laws. Water Code of the Russian Federation]. Official text as of January 31. 48 p.

3. Volkov S.N., Khlystun V.N., Komov N.V. (2020). Federalniy zakon O zemleuстроитве: Proekt [Federal Law «On land administration»: Project]. Moscow. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education State University of Land Use Planning. 144 p.

4. Postanovleniye Pravitelstva RF ot 18.04.2014 N 360 (red. ot 17.05.2016) «Ob opredelenii granits zon zatopleniya, podtopleniya» (vmeste s «Pravilami opredeleniya granits zon zatopleniya, podtopleniya») [Order of the Government of the Russian Federation of 18.04.2014 N.360 (edition as of 17.05.2016) «On definition of the borders of the zones of flooding» (together with «The Rules for definition of borders of zones of flooding»)]. Available at: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-18042014-n-360/> (accessed 11 February 2022).

5. Abasov N.V., Apartsyn A.S., Belyaev L.S. (2010). Sistemniye issledovaniya s energetike: retrospektiva nauchnykh napravlenii: Vехi poluvekovogo puti (k 50 letiyu instituta, 1960-2010) [System researches in power industry: retrospective of scientific directions: milestones of half century way (dedicated the 50th anniversary of the institute, 1960-2010)]. Russian Academy of Sciences, Siberia Department. Melentyev Institute of systems of power energy. Novosibirsk: Academic scientific and publishing, producing and polygraphic, and book distributing centre of the Russian academy of sciences «Publishing House «Science», 685 p.

6. Razumova N.V., Spiridonov V.P., Taranov A.A. (2011). Vestnik Rossiyskoi akademii estestvennykh nauk [Herald of the Russian Academy of Natural Sciences]. Opasnyye prirod-

nyye protsessy i yavleniya na territorii Privolzhskogo federalnogo okruga Rossii [Dangerous natural processes and phenomena on the territory of the Privolzhskiy federal district of Russia], vol. 11, no. 2, p. 52-59.

7. Vasilyeva M.I. (2010). Prirodnoresursovye factory energetiki v rossiiskom zakonodatel'stve [Natural resources' factors of power energy in the Russian Law]. *Energeticheskoye pravo* [Energy Law], no. 1. p. 23-32.

8. Nedikova E.V., Postolov V.D. (2014). Osnovy prirodobustroystva i zemleuстроитва: uchebnoye posobiye dlya studentov po spetsyalnostyam 120700.62 — «Zemleuстроитvo I kadastry», 120700.68 — «Zemleuстроитvo I kadastry», 280100.62 — «Prirodobustroystvo i vodopolzovaniye». [Basics of the environmental engineering and land use planning: Training manual for students according to the specialties: 120700.62 — «Land use planning and cadastres», 120700.68 — «Land use planning and cadastres», 280100.62 — «Environmental engineering and water use»]. Ministerstvo sel'skogo khozyaistva Rossiiskoy Federatsii [Ministry of agriculture of the Russian Federation]. Voronezhskii gosudarstvennyi agrarniy universitet im. Imperatora Petra I [Emperor Peter I Voronezh state agrarian university], 191 p.

9. Papaskiri T.V., Semochkin V.N., Ananicheva E.P. (2020). Digital land management and land resource data generation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Moscow, March 10, 2020. Moscow. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/579/1/012131.

10. Volkov, S.N., Cherkashina, E.V., Shapovalov, D.A. (2019). Digital land management: new approaches and technologies. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, Moscow, March 28, 2019. Moscow: Institute of Physics Publishing. P. 012074. DOI 10.1088/1755-1315/350/1/012074.

11. Demyanova A.D., Schastlivetskaya E.A., Lipski S.A. (2019). Information support of management of the land resources of the Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, Moscow, March 28, 2019. Moscow: Institute of Physics Publishing. P. 012056. DOI 10.1088/1755-1315/350/1/012056.

Информация об авторах:

Папаскири Тимур Валикович, доктор экономических наук, профессор кафедры землеустройства, врио ректора, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t-papaskiri@mail.ru

Семочкин Виталий Николаевич, кандидат экономических наук, профессор кафедры землеустройства, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7453-9998>, vns1947@yandex.ru

Черкашина Елена Вячеславовна, доктор экономических наук, профессор кафедры землеустройства, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1371-7778>, 3531777@rambler.ru

Баканова Жанна Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1854-6952>, bakanoff@bk.ru

Радионон Владимир Павлович, кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства, Государственный университет по землеустройству, radionova_logo@mail.ru

Information about the authors:

Timur V. Papaskiri, doctor of economics, professor of the department of land management, acting rector, State university of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t-papaskiri@mail.ru

Vitaly N. Semochkin, candidate of economic sciences, professor of the department of land management, State university of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7453-9998>, vns1947@yandex.ru

Elena V. Cherkashina, Doctor of Economics, Professor of the Department of Land Management, State university of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1371-7778>, 3531777@rambler.ru

Zhanna N. Bakanova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of land management, State university of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1854-6952>, bakanoff@bk.ru

Vladimir P. Radionov, candidate of economic sciences, associate professor of the department of land management, State university of land use planning, radionova_logo@mail.ru



Научная статья

УДК 504.058

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_152

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКИ ЦИМЛА НА ОСНОВЕ РАСЧЁТА ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ЕЕ ТЕРРИТОРИИ

В.А. Широкова, М.О. Мулин

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен метод оценивания эколого-хозяйственного баланса водосборной территории реки Цимла. Оценка эколого-хозяйственного баланса (далее — ЭХБ) — важный подход к установлению и поддержанию гармоничных отношений между хозяйственной деятельностью человека и природой. Представленная территория водосборной территории реки Цимла расположена в степях Волгоградской и Ростовской областях. Исследуемый район подвержен антропогенной нагрузкой (далее — АН), выраженной интенсивным использованием земельных ресурсов, при этом территория водосбора подвержена овражно-балочной эрозии, что увеличивает степень АН оказываемой на данной территории. В связи с этим важно проводить оценку ЭХБ для определения сбалансированности соотношения нарушенных и ненарушенных земель. Оценка ЭХБ производится методом расчета коэффициентов абсолютной и относительной АН, а также расчётом коэффициента естественной защищённости ненарушенных или слабонарушенных ландшафтов. Для определения категорий земель на водосборной территории — использован метод дистанционного зондирования. С помощью космических изображений были определены категории земель и дана оценка их современного состояния. В геоинформационной программе ArcGIS Pro рассчитаны соотношение территории каждой категории земель к площади водосборной территории. Итогом работы служит расчет коэффициентов АН и подведение общих итогов современной оценки ЭХБ водосборной территории реки Цимла.

Ключевые слова: эколого-хозяйственный баланс, антропогенная нагрузка, водосборная территории, экологическая оценка, категории земель, хозяйственная деятельность, естественные ландшафты

Original article

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC PRESSURES ON THE LAND FUND OF THE CATCHMENT AREA OF THE CIMLA RIVER ON THE BASIS OF CALCULATION OF THE ECOLOGICAL-ECONOMIC BALANCE OF ITS TERRITORY

V.A. Shirokova, M.O. Mulin

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article discusses a method for assessing the ecological and economic balance of the catchment area of the Cimla River. Assessment of the ecological and economic balance (hereinafter — EEB) is an important approach to establishing and maintaining harmonious relations between human economic activity and nature. The presented territory of the catchment of the Cimla River is located in the steppes of the Volgograd and Rostov regions. The study area is subject to anthropogenic pressure (hereinafter referred to as AP), expressed by the intensive use of land resources, while the catchment area is subject to gully and gully erosion, which increases the degree of AP exerted on this territory. In this regard, it is important to assess EEB to determine the balance of the ratio of disturbed and undisturbed lands. Estimate EEB is assessed by the method of calculating the coefficients of the absolute and relative AP, as well as by calculating the coefficient of natural protection of undisturbed or slightly disturbed landscapes. To determine the categories of lands in the catchment, the method of remote sensing was used. With the help of space images, the categories of lands were determined and an assessment of their current state was given. In the geographic information program ArcGIS Pro, the ratio of the territory of each land category to the catchment area is calculated. The result of the work is the calculation of the AP coefficients and the summing up of the general results of the modern EEB assessment of the catchment area of the Cimla River.

Keywords: ecological-economic balance, anthropogenic pressures, catchment area, environmental assessment, land categories, economic activities, natural landscapes

Введение. Работа выполнена в лаборатории геоэкологии на кафедре экологии, почвоведения и природопользования Государственного университета по землеустройству и в лаборатории охраны вод в Институте Водных проблем РАН.

Цель исследования — оценить антропогенную нагрузку на земельный фонд водосборной территории реки Цимла на основе расчёта эколого-хозяйственного баланса ее территории.

Объект исследования — водосборная территория бассейна реки Цимла.

Цимла — малая река, длиной 186 км, протекающая по территориям Волгоградской и

Ростовской областей, впадает в Цимлянское водохранилище [9].

Актуальность проводимого исследования обусловлена необходимостью поиска альтернативных методов наблюдений за современным состоянием земельного фонда в условиях интенсивной антропогенной нагрузки и нехватке данных наземных наблюдений.

Исследование проводилось методом дистанционного зондирования в геоинформационной программе ArcGIS Pro.

ЭХБ — сбалансированное соотношение различных видов антропогенной деятельности и интересов различных групп населения на

территории с учетом потенциальных возможностей природы, что обеспечивает устойчивое развитие природы и общества, воспроизводство природных ресурсов и не вызывает негативных экологических изменений и последствий [1].

Для оценки ЭХБ водосборной территории реки Цимлы использовались следующие характеристики:

- соотношение земель по их видам и категориям;
- площадь каждой категории земель;
- интенсивность использования сельскохозяйственных земель;
- степень АН природных ландшафтов;



- степень естественной защищенности территории.

Оценка ЭХБ водосборной территории реки Цимлы проводилась с помощью картографического материала, разработанного в геоинформационной программе.

Порядок проведения расчёта ЭХБ.

Порядок проведения расчёта ЭХБ Цимлы разделен на два этапа: на первом этапе разработка картографического обеспечения исследования, а на втором — оценка ЭХБ по полученным данным.

1 этап. Разработка картографического обеспечения исследования

В условиях сокращения регулярных наземных наблюдений и экспедиционных обследований на первый план в качестве информационных источников о состоянии сельскохозяйственных территорий выходят картографические и дистанционные материалы и ГИС-технологии для их синтеза, преобразования, интерпретации, получения новых данных.

Разработка картографического материала проводилась с помощью геоинформационной программы ArcGIS Pro.

В программе ArcGIS методом космического мониторинга построена картосхема распределения категорий земель по водосборной территории р. Цимла (рис. 1). На картосхеме отражены все категории земель, представленные на водосборной территории реки Цимлы. Всего категорий — шесть. Для большей информативности на картосхему добавлена диаграмма распределения категорий земель.

На рисунке 1 видно, что большая часть земель (93%) занята землями сельскохозяйственного назначения, к которым относятся пашни, животноводческие фермы и мелиоративные защитные лесополосы.

Деление земель по категориям проведено согласно ст.7 «Земельного кодекса РФ» от 25.10.2001 N 136-ФЗ [8]:

- **земли транспорта** — железная дорога, автомобильная дорога федерального значения и региональные дороги;
- **земли населенных пунктов** — сельские поселения и крупнейший населенный пункт на территории водосбора реки Цимла — п.г.т. Чернышковский;
- **земли особо охраняемой природной территории** — ООПТ «Цимлянские пески»;
- **земли лесного фонда** — малочисленные лесные насаждения, расположенные в основном вдоль водных объектов;
- **земли водного фонда** — река Цимла с ее притоками, а также запруды на тальвегах.

Представленные категории земель можно поделить на две группы:

- 1) антропогенные объекты;
- 2) природные объекты.

К антропогенным объектам можно отнести земли: сельскохозяйственного назначения, населенных пунктов, транспорта.

К природным объектам относятся земли: особо охраняемой природной территории, лесного фонда, водного фонда.

Для более точной оценки современного состояния земель разработана картосхема «Современное состояние водосборной территории реки Цимла» (рис. 2). Для большей информативности построена диаграмма, отражающая структуру землепользования.

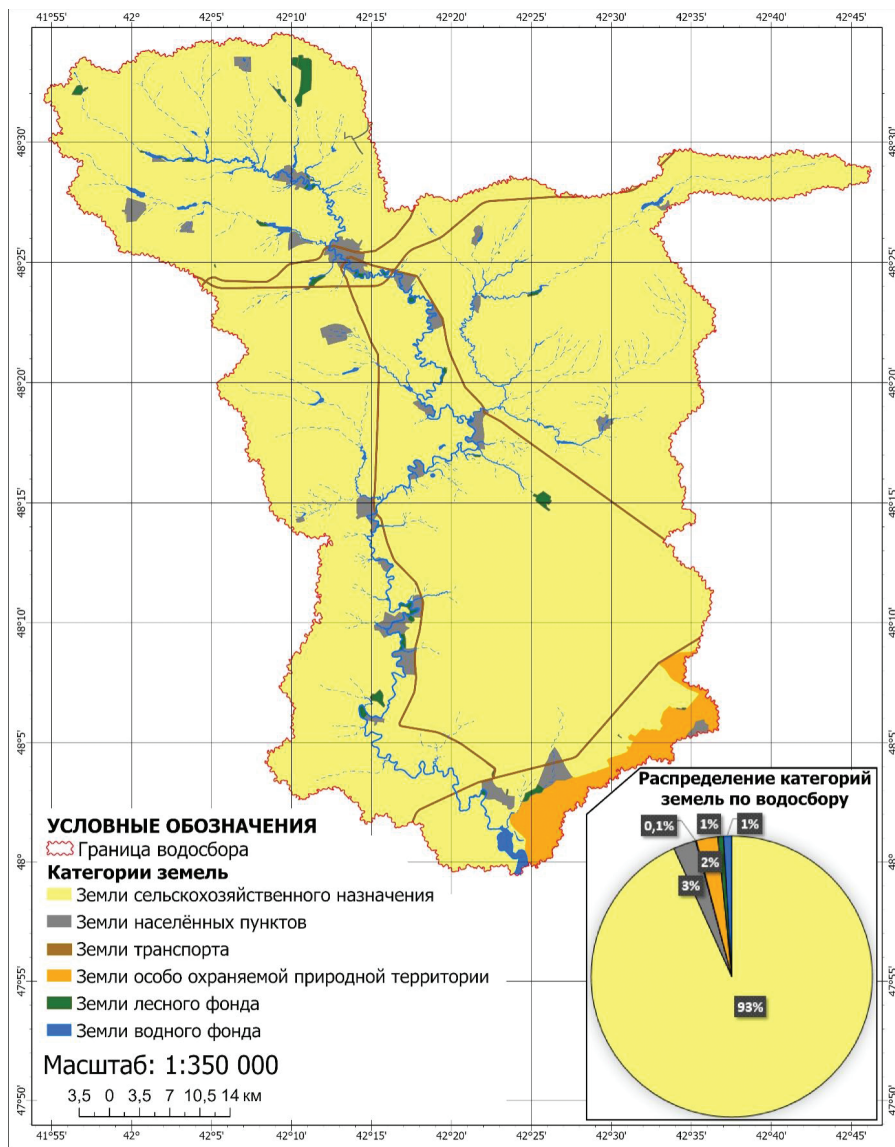


Рисунок 1. Распределение категорий земель по водосборной территории реки Цимла
Figure 1. Distribution of land categories across the Tsimla catchment area

На рисунке 2 отражены основные земельные угодья. Из диаграммы видно, что большая часть водосборной территории (59%) занята пашнями, подверженные эрозии и 26% занято под возделываемые пашни.

Так как сельскохозяйственные земли занимают большую часть водосборной территории, целесообразно поделить их на подкатегории.

На водосборной территории реки Цимла в составе земель сельскохозяйственного назначения, согласно ст. 77 «Земельного кодекса РФ» от 25.10.2001 N 136-ФЗ, можно выделить:

- сельскохозяйственные угодья;
- мелиоративные защитные лесные насаждения;
- животноводческие фермы.

Все защитные лесополосы, представленные на водосборной территории — это мелиоративные защитные насаждения, поэтому они относятся к землям сельскохозяйственного назначения.

Сельскохозяйственные угодья на водосборной территории представлены различными типами пашен. Определение типов сельскохозяйственных угодий проводилось методом космического мониторинга.

Данным методом выделены следующие типы пашен:

- возделываемые пашни, не подверженные эрозии;
- возделываемые пашни, подверженные эрозии;
- зарастающие пашни.

Мелиоративные защитные лесные насаждения представлены защитными лесополосами вдоль пашен.

Животноводческие фермы расположены вблизи населенных пунктов, и представлены: овцеводческими фермами, свиноводческими фермами, фермами по производству молока и птицефабриками.

В программе ArcGIS Pro на основании картосхемы современного состояния водосборной территории реки Цимла (рисунок 2), проведены расчеты распределения площадей всех типов сельскохозяйственных угодий, защитных лесополос, животноводческих ферм и их процентное соотношение от площади водосборной территории (табл. 1).

Разработанный картографический материал позволит на следующем этапе провести оценку ЭХБ Цимлы.



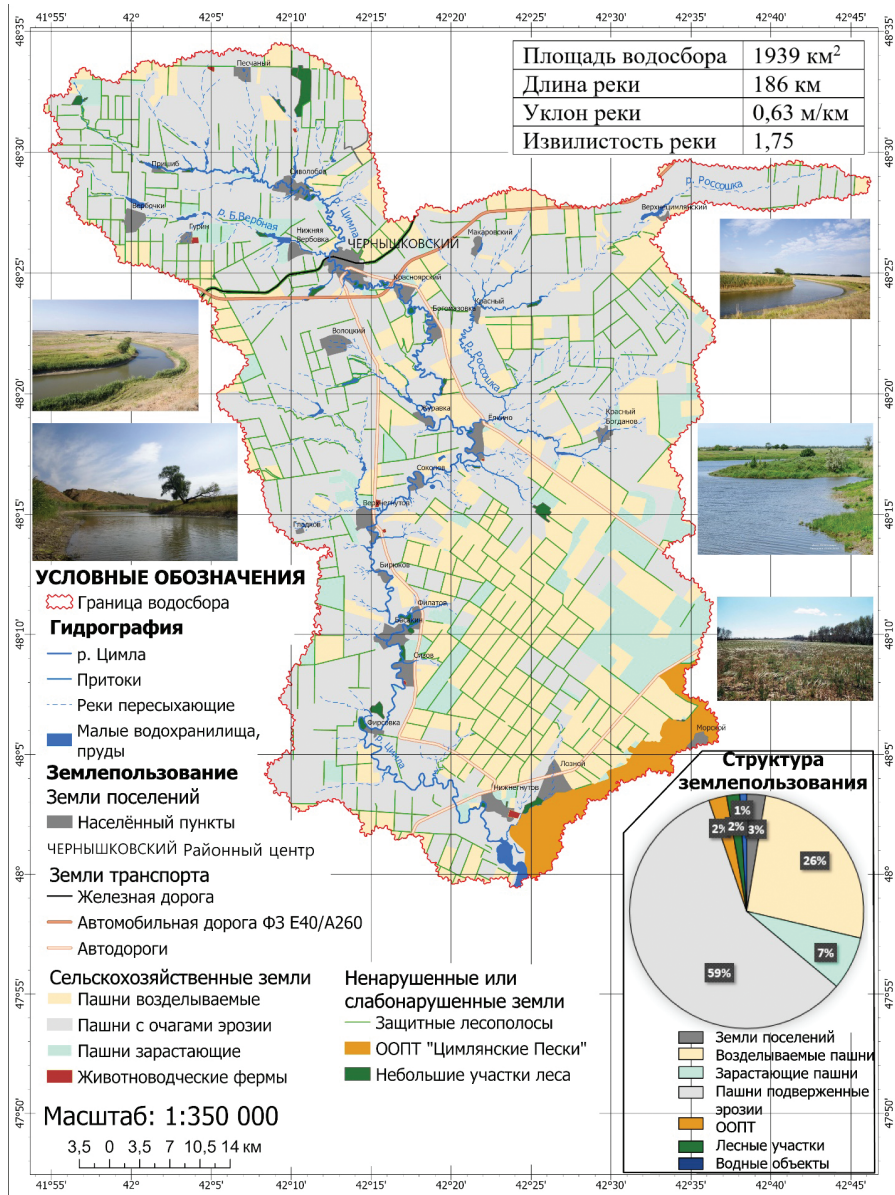


Рисунок 2. Современное состояние водосборной территории реки Цимлы
Figure 2. Current state of the Tsimla catchment area

2 этап. Проведение оценки ЭХБ Цимлы по данным, полученным во время разработки картографического материала

Методические подходы к оценке ЭХБ территории разработаны Б.И. Кочуровым и Ю.Г. Ивановым [3, 2]. В этих подходах учитываются следующие характеристики: распределение земель по видам и категориям, площадь земель по видам и степени антропогенной нагрузки, площадь природоохранных зон, напряженность эколого-хозяйственного состояния территории, интегральная антропогенная нагрузка, природная защищенность территории, экологический фонд территории [6].

Перед расчетом ЭХБ необходимо классифицировать земли на водосборной территории по их степени АН. Для этого применяют экспертные балльные оценки, где каждому виду земель с учетом его экологического состояния присваивается соответствующий балл.

Показатель АН=1(АН₁) присвоен ООПТ «Цимлянские пески», расположенной на юго-восточной части водосборной территории реки Цимлы. Это обосновано полным отсутствием

промышленных предприятий, агропромышленных комплексов и асфальтированных дорог. Данная территория занимает 2,5% от всей площади водосборной территории. На территории ООПТ располагаются многочисленные кустарниковые насаждения и небольшие участки леса. Степень АН можно охарактеризовать как очень низкую.

Показатель АН=2(АН₂) присвоен небольшим участкам леса, расположенным вдоль водных объектов и не возделываемым зарастающим пашням. Данные территории занимают 8% от всей площади водосборной территории и не подвержены антропогенной деятельности, однако расположены неподалеку от территории с большей степенью АН. Степень АН на данных землях оценивается как низкая.

Показатель АН=3(АН₃) присвоен землям населенных пунктов, землям транспорта и животноводческим фермам. Населенные пункты на водосборной территории расположены в долине рек и основных автодорог, которые, соответственно, соединяют данные населенные пункты. Животноводческие фермы расположены вблизи

населенных пунктов. Эти земли занимают 2,8% от всей водосборной территории. В населенных пунктах антропогенная нагрузка сказывается прокладкой асфальтированных дорог и застройкой жилыми кварталами, однако в данных поселках полностью отсутствуют промышленные объекты. Интенсивный транспортный поток по региональным дорогам и дороге федерального значения сказывается на АН, однако вдоль дорог проходят широкие защитные лесополосы шириной более 10 м. Вдоль железной дороги проходит широкая защитная лесополоса шириной от 30-60 м. На водосборной территории расположено 8 животноводческих ферм и занимают они маленькую площадь, поэтому они оказывают невысокую АН. Степень АН для данных территорий оценивается как средняя.

Показатель АН=4(АН₄) присвоен водным объектам и лесополосам. Эти объекты равномерно распределены по всей водосборной территории. Несмотря на то что данные объекты занимают лишь 2,1% от общей водосборной территории, на них оказывается АН. Нагрузка в основном выражена за счет смыва различных минеральных веществ и удобрений из почвы сельскохозяйственных земель в водные объекты. Лесополосы расположены вдоль сельскохозяйственных угодий, на которых оказывается очень высокая АН. Выхлопные газы от проезжающих транспортных средств оказывают воздействие на лесополосы, расположенные вдоль дорог. Степень АН на данной территории можно оценить, как высокую.

Показатель АН=5(АН₅) присвоен возделываемым пашням, не подверженным эрозии. Эти пашни занимают 26% от всей водосборной территории и на них оказывается очень высокая АН за счет интенсивной распашки и использования различной сельскохозяйственной техники. Вносятся значительное количество минеральных удобрений. Степень АН на данной территории можно оценить, как очень высокую.

Показатель АН=6(АН₆) присвоен возделываемым пашням, подверженным эрозии. Эти пашни занимают очень большую территорию — 58,6% от всей площади водосборной территории. На этих землях присутствует овражно-балочная эрозия, которая ускоряет процессы смыва различных минеральных веществ и пестицидов из почвы. Здесь проходит интенсивная распашка и используется различная сельскохозяйственная техника. Данная территория оценена на высшей степени АН.

Группировка земель по степени АН позволяет оценить антропогенную преобразованность территории с помощью вычисления коэффициентов абсолютной антропогенной нагрузки (далее — K_a) и относительной антропогенной нагрузки (далее — K_o) [4].

Коэффициент АН на водосборной территории вычисляется по следующим формулам:

$$K_a(1):$$

$$K_a = \frac{АН_6}{АН_1}, \quad (1)$$

где K_a — коэффициент абсолютной антропогенной нагрузки;

АН — степень антропогенной нагрузки.

$$K_o(2):$$

$$K_o = \frac{(АН_4 + АН_5 + АН_6)}{(АН_1 + АН_2 + АН_3)}, \quad (2)$$

где K_o — коэффициент относительной антропогенной нагрузки;

АН — степень антропогенной нагрузки.



Таблица 1. Распределение сельскохозяйственных земель по водосборной территории
Table 1. Distribution of agricultural land over the catchment area

Сельскохозяйственные земли	Площадь, км ²	Соотношение от площади водосборной территории, %
1. Сельскохозяйственные угодья, в том числе:	1784,2	92
1.1 Возделываемые пашни, не подверженные эрозии	504,9	26
1.2 Возделываемые пашни, подверженные эрозии	1136,7	58,6
1.3 Зарастающие пашни	142,6	7,4
2. Защитные лесополосы	22,7	1,2
3. Животноводческие фермы	1,3	0,1
Общая площадь сельскохозяйственных земель	1808,3	93,3

Таблица 2. Классификация земель водосборной территории р. Цимла по степени антропогенной нагрузки
Table 2. Classification of lands of the catchment area of the Tsimla River according to the degree of anthropogenic load

Категория земель	Распределение по водосборной территории, %	Оценка АН	Показатель АН
ООПТ	2,5	очень низкая	1
Не возделываемые зарастающие пашни, и небольшие участки леса	8	низкая	2
Земли населенных пунктов, транспорта и животноводческие фермы	2,8	средняя	3
Водные объекты и лесополосы	2,1	высокая	4
Возделываемые пашни не подверженные эрозии	26	очень высокая	5
Возделываемые пашни подверженные эрозии	58,6	высшая	6

Каждому показателю АН присвоено числовое значение в виде процентного соотношения каждого показателя АН по водосборной территории. Получаем следующие значения АН:

$$АН_1 = 2,5; АН_2 = 8; АН_3 = 2,8;$$

$$АН_4 = 2,1; АН_5 = 26; АН_6 = 58,6.$$

По показателю абсолютной напряженности K_a можно судить о наличии или отсутствии равновесия между сильным антропогенным воздействием на природные экосистемы и их восстановительным потенциалом [7]. Коэффициент K_a отражает соотношение сильно нарушенных и практически ненарушенных природных территорий. Считается, что при $K_a > 0,5$ экологическое состояние земель территории характеризуется как напряженное, т.е. территория перегружена хозяйственной деятельностью [4]. Для водосборной территории реки Цимла он равен:

$$K_a = АН_6 / АН_1 = 58,6 / 2,5 = 23,44$$

Полученное значение коэффициента $K_a = 23,44$ — очень высокое. Это связано с тем что сравниваются наиболее напряженная территория (возделываемые пашни, подверженные эрозии), занимающая самую большую часть на водосборной территории, и наименее напряженная территория (ООПТ «Цимлянские пески»), занимающая почти самую наименьшую часть на водосборной территории.

Коэффициент K_a учитывает только крайние градации АН на окружающую среду. Для определения степени сбалансированности территории, учитывая различные категории земель на водосборной территории, необходимо вычислить коэффициент K_v , который наиболее точно отражает напряженность ЭХБ водосборной территории реки Цимла [5]. Этот коэффициент для

водосборной территории реки Цимлы получил следующий:

$$K_v = (АН_4 + АН_5 + АН_6) / (АН_1 + АН_2 + АН_3) = (2,1 + 26 + 58,6) / (2,5 + 8 + 2,8) = 6,5$$

Полученный коэффициент K_v равный 6,5 может характеризовать исследуемую территорию в целом как средне напряженную.

Полученный коэффициент K_v характерен для районов с интенсивным использованием сельскохозяйственных земель. 84,6% территории занято именно возделываемыми пашнями.

Каждому антропогенному воздействию или их совокупности соответствует свой предел устойчивости природных и природно-антропогенных ландшафтов. Чем разнообразнее ландшафт, тем он более устойчив. Чем больше естественных ландшафтов и природоохраненных зон на исследуемой территории, тем выше естественная защищенность и соответственно устойчивость ландшафта. Уровень естественной защищенности территории также зависит от распределения земель по степени АН [5].

Каждому показателю АН, можно присвоить весовой коэффициент (далее — Р) для расчета коэффициента естественной защищенности (далее — $K_{ес}$). Рассмотрим показатели АН, которым характерна очень низкая, низкая и средняя антропогенная нагрузка ($АН_1, АН_2, АН_3$) и присвоим им соответственно коэффициенты P_1, P_2 и P_3 . Тогда, $P_1 = 1(АН_1), P_2 = 0,8(АН_2), P_3 = 0,6(АН_3)$. Земли с антропогенной нагрузкой $АН_4, АН_5, АН_6$ при расчете естественной защищенности не рассматриваются [3].

Коэффициент, учитывающий суммарную площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями $P_{сф}$ (%) будет равен суммарной площади процентного соотношения земель с очень низкой, низкой и средней

антропогенная нагрузкой от площади водосборной территории.

$$P_{сф} = 1(АН_1) + 0,8(АН_2) + 0,6(АН_3) = 10,58\%$$

Рассчитываем коэффициент $K_{ес}$ по формуле (3):

$$K_{ес} = P_{сф} / S, \quad (3)$$

где S — площадь исследуемой территории, равная 100%.

Тогда коэффициент $K_{ес}$ для водосборной территории будет равен:

$$K_{ес} = 10,58 / 100 = 0,1$$

Согласно методике Б.И. Кочурова [3], принято считать, что если коэффициент естественной защищенности меньше 0,5, то данная территория перегружена хозяйственной деятельностью.

Значение коэффициента $K_{ес} = 0,1$ — очень низкое, что говорит о низкой защищенности естественных земель и ландшафтов на водосборной территории.

Полученные результаты. Получены в оценке эколого-хозяйственного баланса водосборной территории реки Цимлы следующие значения:

- коэффициент абсолютной антропогенной нагрузки $K_a = 23,44$;
- коэффициент относительной антропогенной нагрузки $K_o = 6,5$;
- коэффициент естественной защищенности $K_{ес} = 0,1$.

Выводы. Таким образом в оценке ЭХБ бассейна Цимлы большая часть территории (84,6%) представлена возделываемыми пашнями, которые интенсивно используются и нарушают находящиеся рядом природные ландшафты. В целом, водосборную территорию можно охарактеризовать как средне напряженную, однако из-за того, что естественные ландшафты занимают маленькую долю площади всех земель, они имеют слабую естественную защищенность. Следовательно, эти естественные ландшафты необходимо качественно охранять и поддерживать их естественное состояние.

Сохранения природных ландшафтов на водосборной территории можно добиться путем создания большего числа природных территорий и высадкой лесных насаждений, особенно вокруг пахотных земель. Также стоит снизить интенсивность распашки на землях, подверженных эрозии, и, следовательно, тем самым сократить вынос загрязняющих веществ в водные объекты.

Также стоит учитывать, что получение показатели ЭХБ могут трансформироваться, за счет степени влияния природных и антропогенных факторов на водосборную территорию.

Список источников

1. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории // Смоленский государственный университет. 1999. С. 154.
2. Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района // География и природные ресурсы. 1987. № 4. С. 49-54.
3. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие. Смоленск. 2003. С. 384.
4. Меркулов П.И., Варфоломеев А.Ф., Меркулова С.В., Люгаев А.В., Сайгушкина Т.А. Геоэкологические аспекты исследования структуры землепользования на территории республики Мордовия // Юг России: экология, развитие. 2007. № 3. С. 77-84.



5. Минников И.В., Куролап С.А. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «География и геоэкология». 2013. № 1. С. 129-136.
6. Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. Оценка эколого-хозяйственного баланса Обь-Томского междуречья с учетом антропогенной нагрузки // Известия Томского политехнического университета. 2015. Т. 326. № 12. С. 87-95.
7. Помазкова Н.В., Фалейчик Л.М. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Забайкальского края // Вестник ВГУ, серия: география и геоэкология. 2018. № 2. С. 5-15.
8. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (редакция от 02.07.2021) Москва: Проспект. 2021. 272 с.
9. Шаврак Е.И. Малые реки как источник загрязнения воды в Цимлянском водохранилище // Вода, химия и экология. 2011. № 3. С. 9-13.

Информация об авторах:

Широкова Вера Александровна, доктор географических наук, профессор кафедры почвоведения, экологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com
Муллин Максим Олегович, студент факультета кадастра недвижимости, Государственный университет по землеустройству, <http://orcid.org/0000-0002-3537-9060>, mulin_99@mail.ru

About the authors:

Vera A. Shirokova, doctor of geography sciences, professor of the department of soil science and environment, State university of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com
Maksim O. Mulin, student of the real estate cadastre faculty, State university of land use planning, <http://orcid.org/0000-0002-3537-9060>, mulin_99@mail.ru

References

1. Kochurov B.I. (1999). *Geoekologiya: ehkodiagnostika i ehkologo-khozyajstvennyj balansteritorii* [Geoeology: ecological diagnostics and ecological and economic balance of the territory]. Smolensk: Smolenskij gosudarstvennyj universitet, 284 p.
2. Kochurov B.I. & Ivanov Yu.G. (1987). Otsenka ehkologo-khozyajstvennogo sostoyaniya territorii administrativnogo rajona. *Geografiya i prirodnye resursy*, no. 4, pp. 49-54.
3. Kochurov B.I. (2003). *Ehkodiagnostika i sbalansirovanoe razvitie* [Ecodiagnosics and balanced development]. Moskva; Smolensk: Madzhenta, 384 p.
4. Merkulov P.I., Merkulova S.V. & Varfolomeev A.F. (2008). Geoekologicheskie aspekty issledovaniya struktury zemlepol'zovaniya na territorii Respubliki Mordoviya. *Vestnik Mordovskogo universiteta*, no. 1, pp. 123-130.
5. Minnikov I.V. & Kurolap S.A. (2013). Otsenka ehkologo-khozyajstvennogo balansa territorii Voronezhskoj oblasti.

Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya, no. 1, p. 129-136.

6. Panchenko E.M. & Dyukarev A.G. (2016). Ehkologo-khozyajstvennyj balans Ob'-Tomskogo mezhdurech'ya. *Geografiya i prirodnye resursy*, no. 4, pp. 123-129.

7. Pomazkova N.V. & Falejchik L.M. (2018). Otsenka ehkologo-khozyajstvennogo balansa territorii Zabaikal'skogo kraja. *Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, no. № 2, pp. 5-15.

8. *Zemel'nyi kodeks Rossijskoi Federatsii ot 25.10.2001 N 136-FZ (red. ot 02.07.2021) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.09.2021)* [The Land Code of the Russian Federation of 25.10.2001 N 136-FZ (ed. of 02.07.2021) (with amendments and additions, intro. effective from 01.09.2021)]. Moskva: Prospekt, 272 p.

9. Shavrak E.I. (2011). Malye reki kak istochnik zagryazneniya vody v Tsimlyanskom vodokhranilishche. *Voda, khimiya i ehkologiya*, no.3, pp. 9-13.

✉ mulin_99@mail.ru

КОНГРЕСС И ВЫСТАВКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИМЕНЕНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ И КОТЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ (биобутанол, биоэтанол, бионефть, пеллеты, брикеты и другие биотоплива)

Би масса
ТОПЛИВО И ЭНЕРГИЯ
Конгресс & экспо

13-14 апреля 2022

Отель Холидей Инн Лесная, Москва

+7 (495) 585-5167

congress@biotoplivo.ru

www.biotoplivo.com

Темы конгресса:

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка первого и второго поколения биотоплив
- Биозаводы (biorefinery): компоновка, производимые продукты, экономика, капитальные вложения
- Гранты и другие финансовые возможности для разработки технологий биотоплива
- Конверсия заводов пищевого спирта на производство биотоплива
- Целлюлозный биобутанол: технологии производства и возможность коммерциализации
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз
- Биодизель и биокеросин. Биотоплива для авиации
- Твердые биотоплива: пеллеты и брикеты
- Другие вопросы биотопливной отрасли



**Российская
Биотопливная
Ассоциация™**



Научная статья

УДК 633.85+631.15

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_157

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ НА МАСЛОСЕМЕНА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Кабунина, Т.Я. Прахова

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение

«Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Лунино, Пензенская область, Россия

Аннотация. В статье приведена оценка технологии возделывания горчицы белой сорта Люция селекции Федерального научного центра лубяных культур. Теоретической и методологической основой исследования служила совокупность методов: анализ и синтез, монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный. Исследования проводили в условиях Пензенской области в 2017-2021 гг. Сорт Люция отличается скороспелостью, крупносемянностью, стабильным урожаем семян, устойчивостью к засухе и полеганию. Урожайность горчицы в годы испытаний варьировала от 14,0 до 16,9 ц/га, масличность семян колебалась в пределах 27,7-31,4%. Приведена технологическая схема выращивания маслосемян горчицы белой, представлена структура затрат на производство продукции, рассчитаны основные показатели экономической и биоэнергетической эффективности ее выращивания. Проведен учет основных затрат, для чего рассчитана технологическая карта. Финансовые результаты показывают, что производство горчицы в зоне Среднего Поволжья экономически выгодно. Общие производственные затраты на 1 га посевов культуры в Пензенском НИИСХ составляют 17,93 тыс. руб. При средней урожайности за 2017-2021 гг., равной 1,59 т/га, себестоимость производства 1 т маслосемян горчицы сорта Люция составила 11,28 тыс. руб. Невысокие затраты на выращивание и цена реализации маслосемян горчицы белой (40 тыс. руб./т) обеспечивают получение валовой прибыли с 1 га порядка 45,7 тыс. руб. и уровень рентабельности производства в размере 255%. Энергетическая оценка технологии возделывания горчицы также показала ее энергоэффективность: чистый энергетический доход составляет 12,84 ГДж/га, коэффициент энергетической эффективности — 0,44, биоэнергетический коэффициент равен 1,44, энергетическая рентабельность составляет 43,58%.

Ключевые слова: горчица белая, народнохозяйственное значение, технология возделывания, экономическая эффективность, биоэнергетический эффект

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

Original article

EFFICIENCY EVALUATION OF CULTIVATION OF WHITE MUSTARD FOR OILSEEDS IN THE MIDDLE VOLGA REGION

I.V. Kabunina, T.Ya. Prakhova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division

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

Abstract. The article provides an assessment of the cultivation technology of the white mustard, variety Lucia, bred by the Federal Scientific Center for fiber crops. The theoretical and methodological basis of the study was a set of methods: analysis and synthesis, monographic, abstract-logical, computational-constructive. The studies were carried out in the conditions of the Penza region in 2017-2021. The Lucia variety is distinguished by early maturity, large seeds, stable seed yield, resistance to drought and lodging. The yield of mustard during the test years varied from 14.0 to 16.9 dt/ha, the oil content of seeds ranged from 27.7-31.4%. The article presents: the technological scheme of growing oilseeds of white mustard, the structure of production costs, the calculation of the main indicators of the economic and bioenergetic efficiency of its cultivation. The accounting of the main costs was carried out, for which a technological map was calculated. The financial results show that the production of mustard in the Middle Volga region is economically profitable. The total production costs per hectare of crops are 17.93 thousand rubles. With an average yield for 2017-2021 equal to 1.59 t/ha, the cost of production of 1 ton of oilseeds of the Lucia variety mustard is 11.28 thousand rubles. The low costs of growing and the selling price of white mustard oilseeds (40 thousand rubles/ton) ensure a gross profit per hectare of about 45.7 thousand rubles and a production profitability rate of 255%. The energy assessment of the mustard cultivation technology also showed its energy efficiency: the net energy income is 12.84 GJ/ha, energy efficiency factor is 0.44, the bioenergy coefficient is 1.44, energy profitability is 43.58%.

Keywords: white mustard, national economic significance, cultivation technology, economic efficiency, bioenergy effect

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Scientific Center of Bast Crops (topic No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for the expert evaluation of the article.

Введение

Горчица белая (*Sinapis alba* L.) — растение из семейства Brassicaceae, которая успешно культивируется во многих странах мира (Германии, Франции, Голландии, России, Украине, Беларуси, Пакистане, Казахстане, Индии, Китае, Египте, США, Канаде) [1].

Экологическая пластичность данного вида позволяет получать семена вплоть до 62° северной широты, а зеленый корм — даже за Полярным кругом. Средняя урожайность семян горчицы составляет 12-15 ц/га.

Горчица имеет большое народнохозяйственное значение. Во-первых, это одна из самых

потребляемых в мире специй. Для продовольственных целей в мире выращивается в среднем около 466 тыс. т в год, а в отдельные годы — до 703 тыс. т [2]. В ее семенах содержится 25-39% масла (йодное число 92-122), в котором имеется постоянная потребность в различных отраслях промышленности.

Масло горчицы используется в хлебопекарной, кондитерской, консервной промышленности, а также в технической промышленности для выработки полиэфирных алкидных смол при производстве нейлона и смазочных материалов [3]. Горчичное масло содержит смесь эфирных масел, которые используются в парфюмерной промышленности. Эфирное масло горчицы используется как антисептик в виноделии, консервном производстве, пивоварении, при переработке молока [4]. Кроме того, горчичное масло — источник возобновляемой энергии: с помощью метанолиза из него можно получить топливо [5].

Побочные продукты переработки семян (жмых, шелуха) идут на изготовление порошка для медицинских горчичников, горчичного спирта и столовой горчицы [6]. Горчичный жмых относится к числу лучших концентрированных высокобелковых кормов для животных. В 1 кг жмыха содержится 0,98 корм. ед., 274 г протеина, он содержит 35% белковых веществ и 11,8% жира при неизменном количестве клетчатки — 9,1%. Однако кормовая ценность его снижается из-за присутствия в нем гликозидов (едких соединений).

Зеленая масса с озимых и промежуточных посевов горчицы ценна тем, что поступает для кормления животных в самые критические периоды — рано весной и поздней осенью, когда других источников зеленых кормов нет. Горчицу, скошенную еще зеленой, можно успешно использовать и для силосования. При консервировании силоса могут использоваться отходы производства горчичного порошка. Сено горчицы по содержанию белковых веществ не уступает сено с лугов [7].

Горчица — хороший сидерат и фитосанитар, так как имеет способность усваивать труднодоступные формы питательных веществ и превращать их в усваиваемую форму. Эффективность зеленого удобрения приблизительно такая же, как и перегноя. Корневая система культуры, благодаря выделению эфирных масел, способна растворять не доступные для растений формы фосфатов из глубоких, подпахотных пластов почв, перемещая их в верхние. После этого они становятся доступными для злаковых растений, корневая система которых развивается преимущественно в верхнем горизонте. Кроме этого, с корневыми и пожнивными остатками горчица оставляет органические вещества, эквивалентные 15–20 т/га навоза [6, 8, 9].

Горчицу можно использовать в смешанных посевах с бобовыми культурами, где она является опорным растением и подавляет сорняки. Она считается одной из лучших кулисных культур [7, 10].

Горчица — один из ранних медоносов: благодаря цветению (2–3 недели) она обеспечивает сбор с 1 га более 100 кг меда. Опыляется горчица дикими насекомыми и медоносными пчелами [11, 12].

Горчица не требовательна к почвенно-климатическим условиям. Корневая система горчицы способна усваивать питательные вещества из тяжелорастворимых форм калия и фосфора, поэтому она может расти на низкоплодородных почвах. Культура холодоустойчива, семена прорастают при температуре 1–3°C, всходы в фазе розетки выдерживают кратковременные весенние заморозки до минус 7–9°C [13, 14].

Материал и методы исследования

Цель исследования заключалась в проведении оценки экономической и биоэнергетической эффективности производства маслосемян горчицы белой.

Экспериментальную работу проводили в 2017–2021 гг. на базе лаборатории селекционных технологий на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Объектом исследования служил сорт горчицы белой Люция селекции Пензенского НИИСХ. Посев проводили рядовым способом с нормой высева 20 кг/га. Площадь посева составляет 3,5 га. Для определения экономической и энергетической эффективности возделывания горчицы использовали систему натуральных и стоимостных показателей, отражающих процесс производства, и данные технологических карт по возделыванию горчицы. Расчеты производили согласно методическим указаниям [15, 16].

Сорт горчицы белой Люция, используемый в исследованиях, включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ с 2016 г. Рекомендованные направления использования — на семена для получения масла и как сидеральная культура. Масса 1000 семян — 7,12 г. Вегетационный период — 96 дней. Урожайность семян достигает 19 ц/га, зеленой массы — 250 ц/га. Содержание жира в семенах составляет 20,5–20,7%, эруковой кислоты в масле — 23,6–24,2%, аллилового масла — 0,59–0,68%. Устойчив к полеганию, засухе.

Слабо поражается крестоцветными блошками и не поражается болезнями. Пригоден к механизированной уборке [10].

Результаты и их обсуждение

Урожайность горчицы белой зависит от многих факторов. Кроме почвенно-климатических условий, на урожайность большое влияние оказывают предшественник, качество семенного материала, наличие и применение средств химизации, обеспеченность техникой, выполнение работ в оптимальные сроки, материальная заинтересованность работников в результатах своего труда.

В проведенных нами исследованиях, в среднем за 2017–2021 гг., урожайность горчицы белой Люция составила 1,59 т/га, масличность семян — 28,92% (рис.).

Наиболее высокая урожайность (16,9 ц/га) и масличность семян (31,4%) горчицы была в 2017 г. при умеренно-увлажненных условиях (ГТК 1,02).

Горчица считается засухоустойчивой культурой, однако потребность в воде у нее остается высокой в течение всей вегетации. Для получения хороших урожаев горчицы необходимо, чтобы верхний слой почвы (2–3 см) находился в рыхлом и влажном состоянии. Для прорастания

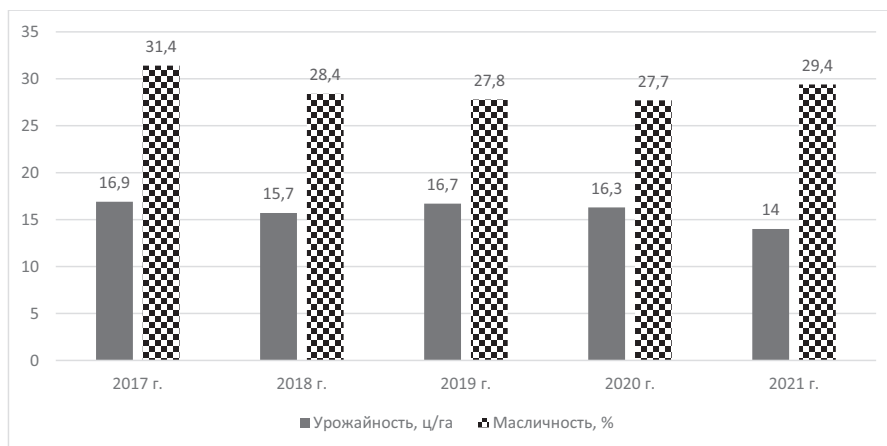


Рисунок. Продуктивность горчицы Люция

Figure. Productivity of mustard Lucia

Таблица 1. Базовая технологическая схема выращивания горчицы белой сорта Люция

Table 1. Basic technological scheme for growing white mustard of the Lucia variety

Виды работ	Сроки проведения работ	Технологические параметры
Основная обработка почвы		
Лущение стерни	после уборки предшественника	10–12 см
Зяблевая вспашка	через 2–3 недели после лущения	20–22 см
Предпосевная обработка почвы		
Боронование	физическая спелость почвы	
Предпосевная культивация	перед посевом	5–7 см
Подготовка к посеву и посев		
Посев	при прогревании почвы до 8–10°C	рядовой
Прикатывание	вслед за посевом	поперек рядков
Уход за посевами		
Опрыскивание двукратное (гербициды, инсектициды)	в период вегетации	при необходимости (превышение ЭПВ)
Уборка урожая		
Уборка напрямую	при созревании семян	при влажности семян не более 17%
Первичная очистка семян	сразу после обмолота	
Сортировка семян	август	доведение семян до кондиции в соответствии с ГОСТ Р 52325–2005



и набухания семян горчице требуется значительно больше воды, чем другим масличным культурам. Транспирационный коэффициент горчицы достаточно высокий и составляет 550-700, в силу этого урожайность горчицы резко снижается в годы с низкой относительной влажностью воздуха [13]. Так, высокая потребность в воде, сочетающаяся с холодостойкостью горчицы во время прорастания, предопределяет ее ранние сроки посева и хорошую обработку почвы с элементами для закрытия влаги.

Основные приемы возделывания горчицы белой представлены в типовой технологической карте (табл. 1).

Следующий важный момент при культивации горчицы белой — борьба с вредными организмами. Горчица белая своим мощным развитием заглушает сорняки, но в начальный период сорняки могут заглушить ее слабые всходы. Для борьбы против однолетних и многолетних двудольных сорняков применяется гербицид на основе клопиралида и пиклорама (Лонтрел ВР, Галион или Меридиан и др.) в период вегетации культуры. Против однолетних злаковых сорняков применяют Фюзилад, Фурекс и другие препараты, разрешенные к применению на горчице белой.

Горчица белая повреждается большим количеством вредителей. Наибольший вред в условиях Пензенской области приносят крестоцветные блошки, рапсовый цветоед, горчичный листоед, капустная моль. Для борьбы с ними при достижении экономического порога вредности применяются инсектициды. При появлении единичных вредителей обычно достаточно краевых опрыскиваний. Для защиты проростков и всходов от крестоцветных блошек проводят обработку семян препаратами, которые дают возможность защитить посевы на 20-30 дней от повреждения блошками.

Все эти элементы технологии возделывания в той или иной степени влияют на эффективность горчицы и, как следствие, на ее эффективность и результативность выращивания.

Экономическая эффективность производства горчицы белой представляет собой соотношение результатов хозяйственной деятельности и производственных затрат и характеризуется системой показателей — стоимостных и натуральных, основными из которых являются урожайность, себестоимость, чистый доход, уровень рентабельности.

Себестоимость определяет сумму затрат на получение единицы продукции и является важным экономическим показателем в определении эффективности производства [17]. Себестоимость продукции складывается из определенных видов затрат, имеющих разное производственное назначение. Соотношение их в общей сумме затрат представляет структуру себестоимости. Наибольшую долю в структуре прямых затрат на производство маслосемян горчицы белой занимают затраты на ядохимикаты — 43,51%, оплату труда — 15,32% и ГСМ — 8,32% (табл. 2).

Общие производственные затраты на 1 га посевов горчицы белой составили 17,93 тыс. руб. При средней урожайности за 2017-2021 гг., равной 1,59 т/га, себестоимость производства 1 т маслосемян горчицы белой сорта Люция — 11,28 тыс. руб.

Размер прибыли зависит от урожайности горчицы, себестоимости и цены реализации продукции. Между урожайностью и себестоимостью, себестоимостью и рентабельностью существует обратная связь: чем выше урожайность, тем ниже себестоимость; чем ниже себестои-

Таблица 2. Затраты на производство маслосемян горчицы белой Люция

Table 2. Costs for the production of oilseeds of white mustard Lucium

Виды затрат	Руб./га	Руб./т	Доля затрат, %
Оплата труда	2746,67	1727,47	15,32
ГСМ	1491,66	938,15	8,32
Автотранспорт	308,37	193,94	1,72
Электроэнергия	41,24	25,94	0,23
Семена	1134,88	713,76	6,33
Ядохимикаты	7800,76	4906,14	43,51
Амортизация	530,69	333,77	2,96
Текущий ремонт	593,44	373,23	3,31
Прочие прямые затраты	292,24	183,80	1,63
Итого прямых затрат	14939,95	9396,19	83,33
Накладные расходы	2988,69	1879,70	16,67
Всего затрат	17 928,66	11275,87	100,0

мостью, тем выше рентабельность. Возделывание культуры выгодно, если сложившаяся цена реализации выше себестоимости продукции. Из-за низкой конкуренции при производстве семян горчицы белой в настоящий момент на внутреннем рынке сложилась очень привлекательная цена реализации — 40-50 тыс. руб./т [18].

Финансовые результаты показывают, что производство горчицы белой в зоне Среднего Поволжья экономически выгодно. Валовая прибыль, то есть доход, который остается от выручки после вычета себестоимости продукции, составляет 160,04 тыс. руб. или 45,7 тыс. руб./га (табл. 3).

Однако масса прибыли не свидетельствует об эффективности производства маслосемян горчицы белой. Ее характеризует уровень рентабельности (коэффициент окупаемости затрат). Этот показатель характеризует величину прибыли, приходящейся на каждую единицу потребленных ресурсов. В нашем случае этот показатель производства достаточно высок и достигает 255,0%.

Однако в настоящее время, в связи с систематическим изменением цен, дать объективную оценку экономической эффективности возделывания той или иной культуры достаточно сложно. Более объективным показателем может служить энергетическая эффективность технологических приемов выращивания культуры, определение которой базируется на учете всех энергозатрат на возделывание и содержании энергии в урожае [17, 19]. При этом энергетическая оценка сорта или приема при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного гигаджоуля, то есть на основе ее может быть дана экономическая оценка [15].

Затраты совокупной энергии рассчитывают по следующим основным статьям расхода: основные средства производства, оборотные средства производства, трудовые ресурсы. По нашим расчетам, на производство горчицы всего затрачено техногенной энергии 29,46 ГДж/га (табл. 4).

На основные средства (трактора и сельхозорудия) приходится наибольшая доля энергозатрат — 43,69% или 12,87 ГДж/га. Удельный вес ГСМ в структуре энергозатрат составляет 42,87%. На долю пестицидов, применяемых при возделывании горчицы, приходится 11,91%. Показатели энергетической эффективности возделывания горчицы белой представлены в таблице 5.

Таблица 3. Финансовые результаты производства семян горчицы белой, тыс. руб.

Table 3. Financial results of white mustard seed production, thousand rubles

Показатель	Значение
Площадь посева, га	3,5
Урожайность, т/га	1,59
Валовой сбор, т	5,57
Цена реализации, тыс. руб./т	40,0
Выручка от реализации, тыс. руб.	222,80
Производственные затраты, тыс. руб./га	17,93
Производственные затраты — всего, тыс. руб.	62,76
Валовая прибыль — всего, тыс. руб.	160,04
Уровень рентабельности, %	255,00

Таблица 4. Затраты техногенной энергии на 1 га посева горчицы белой

Table 4. Costs of technogenic energy per 1 ha of white mustard sowing

Виды затрат	Расход энергии, ГДж/га	Удельный вес, %
Основные средства		
Трактора, сельскохозяйственные машины, орудия	12,87	43,69
Оборотные средства		
Посевной материал	0,34	1,15
ГСМ	12,63	42,87
Электроэнергия	0,02	0,07
Пестициды	3,51	11,91
Трудовые ресурсы		
Механизаторы, полевые рабочие	0,09	0,31
Всего затрат	29,46	100,0

Таблица 5. Показатели энергетической эффективности возделывания горчицы белой

Table 5. Indicators of energy efficiency of cultivation of white mustard

Показатель	Значение
Урожайность, т/га	1,59
Затрачено энергии, ГДж/га	29,46
Получено энергии, ГДж/га	42,30
Чистый энергетический доход, ГДж/га	12,84
Энергетическая себестоимость урожая, ГДж/т	18,53
Себестоимость энергии урожая	0,70
Энергетическая рентабельность, %	43,58
Биоэнергетический коэффициент	1,44
Коэффициент энергетической эффективности	0,44

Чистый энергетический доход составил 12,84 ГДж/га, коэффициент энергетической эффективности — 0,44, биоэнергетический коэффициент (КПД) посева больше 1 и равен 1,44. Энергетическая рентабельность составляет 43,58%.

Так как известно, что если чистый энергетический доход представляет положительное число, коэффициент энергетической эффективности больше 0, а энергетический коэффициент полезного действия посева больше 1, то такую технологию можно считать энергетически





эффективной. Следовательно, возделывание горчицы белой в условиях Среднего Поволжья по представленной выше технологической схеме энергетически и экономически выгодно. Применяемая технология ее возделывания является энергосберегающей.

Выводы

Выращивание горчицы белой в условиях Среднего Поволжья рентабельно. Высокая продуктивность ее может быть достигнута только путем соблюдения всех элементов технологии возделывания.

Общие производственные затраты на 1 га посевов горчицы белой в Пензенском НИИСХ составляют 17,93 тыс. руб. При средней урожайности за 2017–2021 гг., равной 1,59 т/га, себестоимость производства 1 т маслосемян горчицы белой сорта Люция — 11,28 тыс. руб. Невысокие затраты на выращивание и цена реализации маслосемян горчицы белой (40 тыс. руб./т) обеспечивают получение валовой прибыли порядка 45,7 тыс. руб./га и уровень рентабельности производства — 255%.

Технологию возделывания горчицы белой можно считать энергетически эффективной, биоэнергетический коэффициент составляет 1,44 и энергетическая рентабельность — 43,58%.

Список источников

1. 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.
2. Анализ рынка горчицы в России в 2016–2020 гг., прогноз на 2021–2025 гг. Режим доступа: https://businessstat.ru/images/demo/mustard_russia_demo_businessstat.pdf (дата обращения: 20.10.2021).
3. Rozhkov, A., Chigrin, O., Voropay, Y., Olkhovskiy, D. (2018). White mustard yield and sowing qualities depending on treatment of seeds with physiologically active agents. *Plant Breeding and Seed Production*, pp. 208–217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381
4. Медведев Г.А., Михальков Д.Е., Екатеринбургская Н.Г. Горчица. Волгоград: Изд-во Волгоградского ГАУ, 2012. 152 с.
5. Уханов А.П., Голубев В.А. Перспективы использования биотоплива из горчицы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 1. С. 88–92.
6. Ясиновский Г. Горчица завоевывает популярность. Режим доступа: <https://agrotechnology.com/intensivnaya/teoriya/gorchica-zavoevuyet-populyarnost> (дата обращения: 21.10.2021)
7. 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.
8. Крючков М.М., Смертенков И.В. Горчица белая и рапс, как важные элементы в биологизации земледелия // Сборник трудов «Здоровая окружающая среда — основа безопасности регионов». Рязань, 2017. С. 228–331.
9. Прахова Т.Я. Разнообразие масличных капустных культур в Пензенском НИИСХ // Фермер. Поволжье. 2017. № 3 (56). С. 47–48.
10. Прахова Т.Я., Прахов В.А. Масличные культуры семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 220 с.

Информация об авторах:

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

Information about the authors:

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

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

11. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая — междоносная культура. Орел: Картуш, 2015. 160 с.

12. Francis, F., Georges, L., Jean-Paul, W., Eric H. (2001). Effects of allelochemicals from first (Brassicaceae) and second (*Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae*) trophic levels on *Adalia bipunctata*. *J. chem. Ecol.*, vol. 27, no 2, pp. 243–256.

13. 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.

14. Жирных С.С. Продуктивность горчицы белой и сарептской в зависимости от срока посева и нормы высева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 145–154. doi: 10.26897/0021-342X-2020-4-145-154

15. Вафина Э.Ф., Сутыгин П.Ф. Энергетическая оценка эффективности приемов технологий возделывания полевых культур. Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. 63 с.

16. Орлик Л.С. Экономическая эффективность технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. М.: Эфес, 2001. 72 с.

17. Вафина Э.Ф. Энергетическая и экономическая оценка технологии возделывания ярового рапса на семена // Сборник трудов конференции «Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки». Ижевск, 2020. С. 41–45.

18. Адаптивная технология возделывания горчицы в ООО «Тингунтское» Светлоярского района Волгоградской области. Режим доступа: <https://studbooks.net/830462/agropromyshlennost/ekonomicheskaya-effektivnost-primeneniya-adaptivnykh-tehnologiy> (дата обращения: 21.10.2021).

19. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания горчицы белой в условиях Центрально-Черноземного региона // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 87–92.

References

1. Panasyuga, A.P., Saskevich, P.A., Kazharskii, V.R. (2017). Vliyaniye morforegulyatorov na produktivnost' gorchitsy beloy [Influence of morphoregulators on the productivity of white mustard]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], no. 1, pp. 33–37.
2. Analiz rynka gorchitsy v Rossii v 2016–2020 gg., prognoz na 2021–2025 gg. [Analysis of the mustard market in Russia in 2016–2020, forecast for 2021–2025.] Available at: https://businessstat.ru/images/demo/mustard_russia_demo_businessstat.pdf (accessed: 20.10.2021)
3. Rozhkov, A., Chigrin, O., Voropay, Y., Olkhovskiy, D. (2018). White mustard yield and sowing qualities depending on treatment of seeds with physiologically active agents. *Plant Breeding and Seed Production*, pp. 208–217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381
4. Medvedev, G.A., Mikhail'kov, D.E., Ekaterinicheva, N.G. (2012). *Gorchitsa* [Mustard]. Volgograd, Publishing house of the Volgograd State University, 152 p.
5. 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'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy], no. 1, pp. 88–92.
6. Yasinovskii, G. *Gorchitsa zavoevuyet populyarnost'* [Mustard is gaining popularity]. Available at: <https://agrotechnology.com/intensivnaya/teoriya/gorchica-zavoevuyet-populyarnost> (accessed: 21.10.2021).
7. 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.

8. Kryuchkov, M.M., Smerntenkov, I.V. (2017). Gorchitsa belaya i raps, kak vazhnye ehlementy v biologizatsii zemledeliya [White mustard and rapeseed as important elements in the biologization of agriculture]. In: *Sbornik trudov «Zdorovaya okruzhayushchaya sreda — osnova bezopasnosti regionov»* [Collection of works "Healthy environment — the basis of regional security"]. Ryazan, pp. 228–331.

9. Prakhova, T.Ya. (2017). Raznoobrazie maslichnykh kapustnykh kul'tur v Penzenskom NIISKH [Variety of oilseed cabbage crops in Penza Research Institute]. *Fermer. Povolzh'e* [Farmer. Volga region], no. 3 (56), pp. 47–48.

10. Prakhova T.Ya., Prakhov V.A. (2018). *Maslichnye kul'tury semeistva Brassicaceae v usloviyakh 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.

11. Velkova, N.I., Naumkin, V.P. (2015). *Gorchitsa belaya — medonosnaya kul'tura* [White mustard — honey culture]. Orel, Kartush Publ., 160 p.

12. Francis, F., Georges, L., Jean-Paul, W., Eric H. (2001). Effects of allelochemicals from first (Brassicaceae) and second (*Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae*) trophic levels on *Adalia bipunctata*. *J. chem. Ecol.*, vol. 27, no 2, pp. 243–256.

13. Rostova, E.N. (2020). Formirovaniye produktivnosti gorchitsy beloy 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'skokhozyaystvennoi nauki Tavriды* [Transactions of Taurida agricultural science], no. 21 (184), pp. 74–83.

14. Zhirnykh, S.S. (2020). Produktivnost' gorchitsy beloy i sareptskoy 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'skokhozyaystvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev agricultural academy], no. 4. pp. 145–154. doi: 10.26897/0021-342X-2020-4-145-154

15. Vafina, E.F., Sutygin, P.F. (2016). *Ehnergeticheskaya otsenka ehffektivnosti priemov tekhnologii vozdelvaniya polevykh kul'tur* [Energy assessment of the effectiveness of techniques of field crop cultivation technologies]. Izhevsk, Izhevsk State Agricultural Academy, 63 p.

16. Orlik, L.S. (2001). *Ehkonomicheskaya ehffektivnost' tekhnologii vozdelvaniya i uborki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Economic efficiency of technologies for cultivation and harvesting of agricultural crops]. Moscow, Efes Publ., 72 p.

17. Vafina, E.F. (2020). Ehnergeticheskaya i ehkonomicheskaya otsenka tekhnologii vozdelvaniya yarovogo rapsa na semena [Energy and economic assessment of the technology of cultivation of spring rapeseed for seeds]. In: *Sbornik trudov konferentsii «Integratsionnye vzaimodeistviya molodykh uchennykh v razvitiy agrarnoi nauki»* [Proceedings of the conference "Integration interactions of young scientists in the development of agricultural science"]. Izhevsk, pp. 41–45.

18. Adaptivnaya tekhnologiya vozdelvaniya gorchitsy v ООО «Тингунтское» Светлоярского района Волгоградской области [Adaptive technology of mustard cultivation in LLC "Tinguntinskoe" of the Svetloyarsky district of the Volgograd region]. Available at: <https://studbooks.net/830462/agropromyshlennost/ekonomicheskaya-effektivnost-primeneniya-adaptivnykh-tehnologiy> (accessed: 21.10.2021).

19. Velkova, N.I., Naumkin, V.P. (2017). Ehkonomicheskaya i bioehnergeticheskaya ehffektivnost' vozdelvaniya gorchitsy beloy v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Economic and bioenergetic efficiency of white mustard cultivation in the conditions of the Central Chernozem region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and grain crops], no. 3 (23), pp. 87–92.



Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_161

РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Л.В. Моторная, А.Е. Хаджиди

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. В статье предложено решение проблемы обеспечения рационального водопользования и экологической безопасности на оросительных системах. Объектом исследования является малый водоток предгорной зоны Краснодарского края река Синюха. В период 2018-2021 гг. изучены основные гидрологические характеристики реки Синюха, установлено, что на исследуемом участке русло реки канализовано и прямолинейное, водный режим нарушен, сток реки зарегулирован земляными дамбами, на вегетационный период сельскохозяйственных растений с марта по сентябрь приходится 69,6% стока реки с максимумом в марте, и часть стока расходуется на орошение сельскохозяйственных культур. Минимальный сток приурочен к межленному периоду, который также расходуется на орошение, поэтому при разработке водосберегающих и экологических мероприятий для реки Синюха необходимо учитывать расчетный сток 75% обеспеченности в мае-июне, когда наблюдается максимальный скат личинок и молоди рыб. Для обеспечения экологической безопасности водного объекта необходимо обеспечить рациональное использование водных ресурсов путем снижения расходов воды на мелиоративных водозаборных сооружениях, забирающих воду из реки для подачи на оросительные системы и рыбозащиту, а также на технологические нужды мелиоративных сооружений. Разработана схема оптимизации забора воды из реки Синюха, где подача воды на рыбозащитное устройство осуществляется отдельной (передвижной) самостоятельной насосной станцией, что делает возможным обеспечение независимости расхода рыбозащитных устройств от расхода головной насосной станции. Мощности насосных агрегатов при этом будут зависеть от расходов и напоров для оросительной системы, что приведет к снижению потребления электроэнергии на 20-30%.

Ключевые слова: водопотребление, оптимизация, водный объект, оросительная система, сельскохозяйственные земли

Original article

RATIONAL WATER USE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION SAFETY OF IRRIGATION SYSTEMS

L.V. Motornaya, A.E. Khadzidi

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. The article proposes a solution to the problem of ensuring rational water use and environmental safety in irrigation systems. The object of the study is a small watercourse in the foothill zone of the Krasnodar Territory, the Sinyukha river. In the period 2018-2021 the main hydrological characteristics of the Sinyukha river were studied, it was found that in the study area it is canalized and rectilinear, the water regime is disturbed, the river flow is regulated by earthen dams, the growing season of agricultural plants from March to September accounts for 69,6% of the river flow with a maximum in March month, and part of the runoff is spent on irrigation of agricultural crops. The minimum flow is confined to the low-water period, which is also spent on irrigation, therefore, when developing water-saving and environmental measures for the Sinyukha river, it is necessary to take into account the estimated flow of 75% security in May-June, when the maximum decline of larvae and juvenile fish is observed. To ensure the environmental safety of a water body, it is necessary to ensure the rational use of water resources by reducing water consumption at reclamation water intake facilities that take water from the river for supply to irrigation systems and fish protection, as well as for the technological needs of reclamation facilities. A scheme has been developed for optimizing water intake from the Sinyukha river, where water is supplied to the fish protection devices by a separate (mobile) independent pumping station, which makes it possible to ensure the independence of the flow rate of fish protection devices from the flow rate of the main pumping station. The capacity of pumping units in this case will depend on the flow rates and pressures for the irrigation system, which will lead to a reduction in electricity consumption by 20-30%.

Keywords: water consumption, optimization, water body, irrigation system, agricultural land

Введение

Климатические факторы Краснодарского края наиболее благоприятные для выращивания сельскохозяйственных культур в Российской Федерации, а при орошении возможно получать два урожая в год [1]. Однако в настоящее время существует проблема глобального изменения климата в сторону потепления [2], что отрицательно сказывается на речных экосистемах в виде уменьшения стока малых рек, из которых, в общем массе, в Краснодарском крае осуществляется полив сельскохозяйственных земель [3, 4]. С другой стороны, в Российской Федерации реализуется «Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель

сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации», направленная на устойчивое развитие производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия для обеспечения продовольственной безопасности страны [5]. В рамках Программы в качестве одного из основных приоритетов и целей государственной политики выделяют задачу сохранения природных водных ресурсов. Оросительные мелиорации невозможны без источника орошения — водного объекта, из которого мелиоративным водозаборным сооружением вода забирается на полив сельскохозяйственных земель [6]. Изъятие объемов стока до 0,5-2,0 млн м³ на орошение

сельскохозяйственных земель негативно сказывается на экосистемах малых рек, особенно при сложившемся в последнее время дефиците водных ресурсов [7].

Цель и объект исследования

Цель исследования — обеспечение рационального водопользования и экологической безопасности на оросительных системах Курганского района Краснодарского края путем разработки ресурсосберегающих мероприятий экосистемы реки Синюха. Объект исследования — река Синюха, являющаяся наиболее типичной малой рекой, входящей в предгорную часть бассейна реки Кубань, вода из которой

подается на орошение сельскохозяйственных земель на площади 400 га ООО «Колхоз Рассвет» Курганинского района Краснодарского края.

Материалы и методы

Исследования проводились на участке реки Синюха в Курганинском районе Краснодарского края в период 2018-2021 гг., изучался сток реки Синюха для целей орошения сельскохозяйственных культур на оросительной системе ООО «Колхоз Рассвет» для разработки мероприятий по рациональному водопользованию на водозаборном сооружении при проведении мелиорации (рис. 1).

Исток реки Синюха начинается с северных склонов Большого Кавказского хребта на высоте 920 м и впадает в реку Чамлык в 25 км от ее устья. Расстояние от устья реки до места водозабора 65 км. В верхнем течении долина реки Синюха имеет V-образную форму. В среднем и нижнем течении долина водотока принимает

трапециевидную форму, удобную для размещения мелиоративных водозаборов для оросительных систем. Ширина долины колеблется от 350-500 м до 2-3 км. Русло шириной 1-3 м в верховьях сложено галечником и по мере движения вниз по течению расширяется, достигая в нижнем течении 10-20 м.

Гидрометрическими исследованиями установлено, что на участке водозабора река имеет ширину 12 м. Глубина реки Синюха в меженный период составляет 0,4-0,5 м, в период прохождения паводков — 1,5 м. Скорость течения в многоводный период составляет 1,0-1,5 м/с, а в маловодный период (летне-осенняя межень) — 0,1-0,4 м/с. В гранулометрическом составе взвешенных наносов преобладают пылеватые и илстые частицы, фракции менее 0,1-0,05 мм (28,4%). В донных отложениях преобладает песок с размером фракций 1,0-0,5 мм (16,2%). Общая минерализация воды реки 0,8 г/л. Вода пригодна для орошения. Русло реки Синюха на

исследуемом участке канализировано и прямолинейное. Водный режим нарушен, сток реки регулирован земляными дамбами. При безвозвратном заборе воды из реки Синюха для цели орошения сельскохозяйственных земель необходимо осуществлять мероприятия по водосбережению и рациональному водопользованию при обеспечении экологической охраны водного ресурса.

Результаты и обсуждение

Направление хозяйства ООО «Колхоз Рассвет» — выращивание полевых сельскохозяйственных культур. Орошение культур севооборота на орошаемом участке площадью 400 га предусматривается дождевальными машинами кругового и фронтального действия с максимальным расходом 720 м³/час.

Для водозаборного сооружения оросительной системы выбирался створ, где исследовалось годовое и внутригодовое распределение стока. Параметры и величины годового стока в створе водозабора приводятся в таблице 1.

В створе мелиоративного водозабора годовой сток 75% обеспеченности составляет 44,2 млн м³. Однако годовой сток малой реки не может быть предметом обоснования расчетного расхода для оросительной системы. Поэтому предметом исследования служит сток, который наблюдается в летний период. Внутригодовое распределение стока года 75% обеспеченностью, которое является нормативным при разработке проектов оросительных систем, приводится в таблице 2 по месяцам для реки Синюха.

Из данных таблицы 2 установлено, что на оросительный период с марта по сентябрь приходится 69,6% стока с максимумом в марте, где его часть расходуется на орошение сельскохозяйственных культур. Минимальный сток приурочен к меженному периоду, который также расходуется на орошение. Поэтому при разработке водосберегающих и экологических мероприятий для реки необходимо учитывать расчетный сток 75% обеспеченности в мае-июне, когда наблюдается максимальный скат личинок и молоди рыб. В этот период устанавливаются глубины потока в русле реки 0,8-1,1 м и средние скорости 0,4-0,6 м/с при расходах 1,76-2,18 м³/с. Забор воды на орошение в этот период не превышает 0,18-0,20 м³/с, что составляет в среднем 9,6% стока.

При проведении оросительных мелиораций необходимо обеспечение экологической безопасности источника орошения путем рационального использования водных ресурсов [8]. Выполнение данного условия возможно путем снижения расходов воды на мелиоративных водозаборных сооружениях, забирающих воду из реки для подачи на оросительные системы и рибозащитные устройства [9, 10], а также на технологические нужды (промывку, перекачку) водозаборных устройств [11, 12].

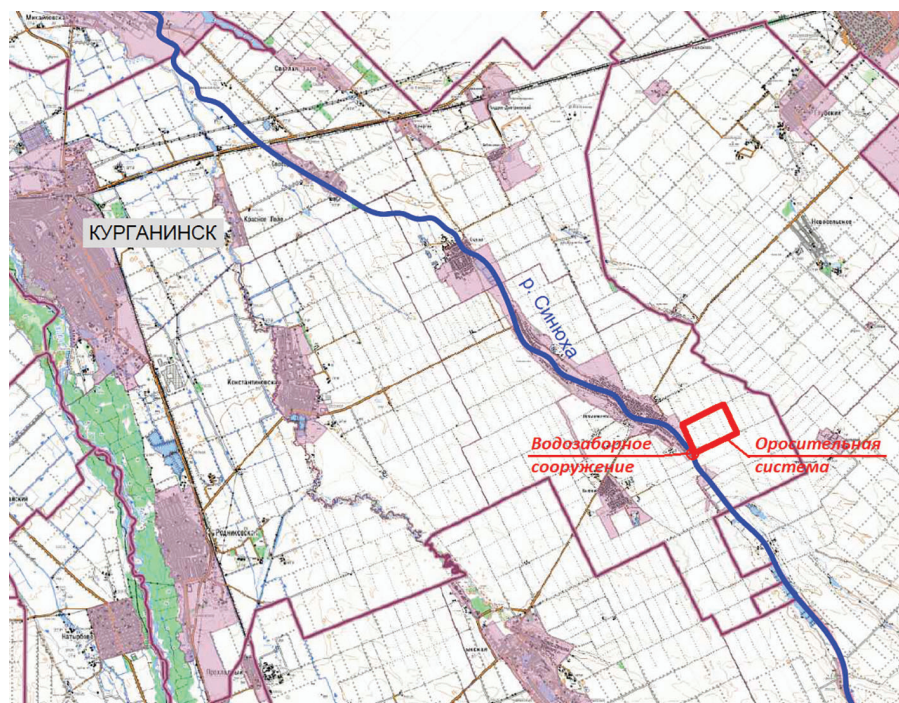


Рисунок 1. Ситуационная схема расположения объекта исследований
Figure 1. Situational diagram of the location of the research object

Таблица 1. Параметры и величины годового стока в створе водозабора за период наблюдений 1956-2016 гг.
Table 1. Parameters and values of the annual runoff at the water intake site for the observation period 1956-2016

Река-пункт	Площадь водозабора, км ²	Параметры кривой обеспеченности			Характеристика стока Q, м ³ /с	Годовой сток обеспеченностью, р %		
		Q _р , м ³ /с	C _v	C _s		50	75	95
река Синюха	762	1,93	0,38	2 C _v	W, млн м ³	58,0	44,2	28,7

Таблица 2. Внутригодовое распределение стока 75% обеспеченности за период наблюдений 1956-2016 гг.
Table 2. Intra-annual distribution of runoff 75% supply for the observation period 1956-2016

Водность	Размерность	Месячный сток												год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
75%	%	4,0	7,4	18,4	16,6	13,2	10,7	7,0	3,7	3,5	4,1	6,4	5,0	100
	м ³ /с	0,66	1,22	3,03	2,74	2,18	1,76	1,15	0,61	0,58	0,68	1,05	0,82	1,40
	млн м ³	1,77	3,27	8,12	7,33	5,83	4,72	3,09	1,63	1,55	1,81	2,83	2,21	44,2



Запишем уравнение (1), которое можно использовать для решения задачи о рациональном использовании воды и экологической безопасности для существующих схем мелиоративных водозаборов:

$$Q_{ГНС} = Q_{НС} + Q_p + Q_n \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$Q_B = Q_{ГНС} \rightarrow \min.$$

где Q_B — расход мелиоративного водозабора, m^3/c ; $Q_{ГНС}$ — расход головной насосной станции, m^3/c ; $Q_{НС}$ — расход насосных агрегатов, m^3/c ; Q_p — расход рыбозащитных устройств, m^3/c ; Q_n — расход на промывку рыбозащитных устройств, m^3/c .

Уравнение (1) описывает существующие условия потребления воды из водного источника на оросительную систему. Расход головной насосной станции включает расход воды на рыбозащиту, которая составляет от 7 до 8% на одно рыбозащитное устройство от расхода насосного агрегата. При нескольких рыбозащитных устройствах расход насосной станции возрастает прямо пропорционально их количеству. Для решения уравнения (1) необходимо согласовывать график подачи воды на орошение головной насосной станции с севооборотом и с расходом рыбозащитного устройства.

Для рационального водопотребления необходимо обеспечить независимость расхода рыбозащитных устройств от расхода головной насосной станции. Для этого разработана схема забора воды из реки Синюха, где подача воды на рыбозащитное устройство осуществляется отдельной (передвижной) насосной установкой (рис. 2).

Вода из водосточника напрямую забирается головной насосной станцией и подается в оросительную систему. Вода для рыбозащитных устройств забирается из аванкамеры 3, подается через механические фильтры 5 передвижным насосным агрегатом 4 на мобильные рыбозащитные устройства 2, создавая противотоки с защитным экраном. Формулу (1) по схеме

оптимизации забора воды из реки (рис. 2) можно представить в виде:

$$Q_{ГНС} = Q_{НС} = Q_{ОС} \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$Q_p \rightarrow \min.$$

Из выражения (2) следует, что расход головной насосной станции уменьшится и будет определяться только графиком водоподдачи на оросительную систему. Для экологической безопасности источника орошения, защиты водных биоресурсов необходимо использование бесконтактного способа защиты, который будет создавать противотоки при помощи водяных струй, а также использовать очистку с помощью механических фильтров, подающих воду на мобильные рыбозащитные устройства.

Выводы

1. Для рационального водопользования и обеспечения экологического равновесия малых рек Краснодарского края, из которых забирается вода для полива сельскохозяйственных земель, в частности реки Синюха, при разработке водосберегающих мероприятий и расчете гидрологических характеристик необходимо учитывать расчетный сток 75% обеспеченности, который наблюдается в мае-июне, когда происходит максимальный скат личинок и молоди рыб.

2. Для рационального потребления воды на оросительных системах разработана схема оптимизации (рис. 2), внедрение которой обеспечит оптимизацию графиков поливов с применением современных технических средств полива при получении запланированных урожаев сельскохозяйственных культур.

3. Применение передвижных насосных установок для работы мобильных рыбозащитных устройств обеспечит экологическую безопасность малых водотоков, модернизирует мелиоративные водозаборы, при этом мощность потребления электроэнергии на насосных агрегатах снизится на 20-30% по сравнению с

использованием существующих рыбозащитных устройств.

4. Экологическое состояние водотока не будет ухудшаться, так как вода, попадающая на рыбозащитные устройства, будет подвергаться механической очистке и обратно возвращаться очищенной для промывки рыбозащитного устройства.

Список источников

1. Банникова Н.В., Есаулко А.Н., Вайцеховская С.С., Костюченко Т.Н., Тельнова Н.Н. Совершенствование методических подходов к оценке экономической эффективности производства продукции растениеводства на орошении // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 4. С. 226-244.

2. A. Ito, C.P. Reyer, A. Gädeke, P. Ciais, J. Chang, M. Chen, L. François, M. Forrest, T. Hickler, S. Ostberg. (2020). Pronounced and unavoidable impacts of low-end global warming on northern high-latitude land ecosystems. *Environ. Res. Lett.*, 15, Article 044006.

3. Ляшков М.А., Домашенко Ю.Е. Оптимизация экологически безопасного водопользования на мелиоративных системах в условиях дефицита водных ресурсов // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 11. С. 42-47.

4. Георгиев А.П., Широков В.А., Черепанова Н.С., Коркин С.В. Антропогенное влияние на водные экосистемы республики Карелия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 1. С. 14-23.

5. Ольгаренко Г.В. Реализация программы импортозамещения в области производства техники полива в Российской Федерации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 1. С. 44-47.

6. Хецуриани Е.Д., Гарбуз А.Ю., Хецуриани Т.Е. Научные основы разработки гидротехнических устройств для обеспечения надежности и безопасной работы водозаборов // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 4. С. 332-345.

7. Кузьмичев А.А., Рыжаков А.Н., Мартынов Д.В. Анализ дефицита водных ресурсов и использования мелиорированных земель в Южном федеральном округе // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 19-35.

8. Карпенко Н.П., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж. Прогнозные оценки предельно-возможной площади орошаемых земель в условиях сбалансированного использования водных ресурсов трансграничного бассейна р. Талас // Природообустройство. 2019. № 2. С. 110-116.

9. Dragunova, S., Kuznetsov, E., Khadzhibi, A., Koltsov, A., Sharaby, N. (2020). Investigating the effectiveness of a fish-protection structure of the reclamation water intake. In: E3S Web of Conferences. 8. Series "Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020", p. 07008.

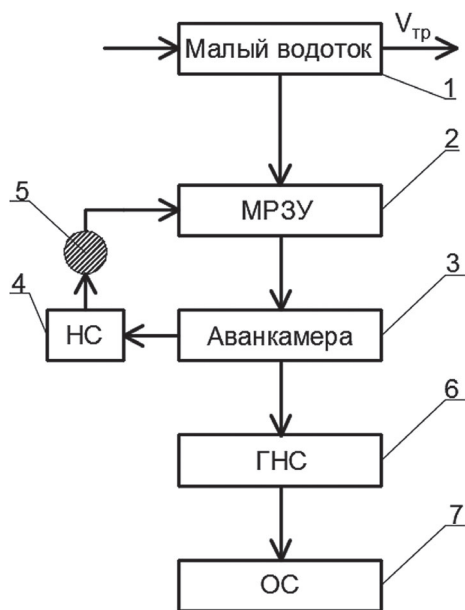
10. Штанько А.С. Фильтрующие водозаборы из водотоков для подачи предварительно очищенной воды в системы капельного орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 3 (39). С. 123-139.

11. Абдразаков Ф.К., Логашов Д.В. Анализ работы насосных станций Комсомольской и Приволжской оросительных систем, недостатки и пути их совершенствования // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 67-71.

12. Khetsuriani, E.D., Bondarenko, V.L., Ilyasov, A.I., Semenova, E.A. (2019). The results of the research on the pipelines protection from Dreissena on the water intake technological complexes of multi-purpose water supply systems for urban farms. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 698, 055041. doi: 10.1088/1757-899X/698/5/055041

References

1. Bannikova, N.V., Esaulko, A.N., Vaitsekhovskaya, S.S., Kostyuchenko, T.N., Tel'nova, N.N. (2021). Sovershenstvovanie metodicheskikh podkhodov k otsenke ehkonomicheskoy ehffektivnosti proizvodstva produktov rastenievodstva na oroshenii [Improvement of methodological approaches to assessing the economic efficiency of crop production for irrigation]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land reclamation and hydraulic engineering], vol. 11, no. 4, pp. 226-244.



1 — малый водоток (река Синюха); 2 — рыбозащитное устройство; 3 — аванкамера; 4 — насосный агрегат; 5 — механический фильтр; 6 — головная насосная станция; 7 — оросительная система

Рисунок 2. Схема оптимизации забора воды из реки Синюха
Figure 2. Scheme for optimizing water intake from the Sinyukha river





2. A. Ito, C.P. Reyer, A. Gädeke, P. Ciais, J. Chang, M. Chen, L. François, M. Forrest, T. Hickler, S. Ostberg. (2020). Pronounced and unavoidable impacts of low-end global warming on northern high-latitude land ecosystems. *Environ. Res. Lett.*, 15, Article 044006.

3. Lyashkov, M.A., Domashenko, Yu.E. (2021). Optimizatsiya ehkologicheskii bezopasnoy vodopol'zovaniya na meliorativnykh sistemakh v usloviyakh defitsita vodnykh resursov [Optimization of environmentally safe water use in reclamation systems in conditions of water resources deficit]. *Ehkologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], vol. 25, no. 11, pp. 42-47.

4. Georgiev, A.P., Shirokov, V.A., Cherepanova, N.S., Korin, S.V. (2021). Antropogennoe vliyaniye na vodnye ehkossistemy respubliky Kareliya [Anthropogenic impact on water ecosystems of the Republic of Karelia]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaistvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry], no. 1, pp. 14-23.

5. Ol'garenko, G.V. (2018). Realizatsiya programmy importozameshcheniya v oblasti proizvodstva tekhniki poliva v Rossiiskoi Federatsii [Implementation of the import substitution program in the production of irrigation equipment in the Russian Federation]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo* [Melioration and water management], no. 1, pp. 44-47.

6. Khetsuriani, E.D., Garbuz, A.Yu., Khetsuriani, T.E. (2021). Nauchnye osnovy razrabotki gidrotekhnicheskikh ustroystv dlya obespecheniya nadezhnosti i bezopasnoy raboty vodozaborov [Scientific bases for the development of hydraulic devices to ensure the reliability and safe operation of water intakes]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land reclamation and hydraulic engineering], vol. 11, no. 4, pp. 332-345.

7. Kuz'michev, A.A., Ryzhakov, A.N., Martynov, D.V. (2021). Analiz defitsita vodnykh resursov i ispol'zovaniya meliorirovannykh zemel' v Yuzhnom federal'nom okruge [Analysis of the deficit of water resources and the use of reclaimed lands in the Southern Federal District]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land reclamation and hydraulic engineering], vol. 11, no. 3, pp. 19-35.

8. Karpenko, N.P., Mustafae, Zh.S., Kozykeeva, A.T., Mustafae, K.Zh. (2019). Prognoznyye otsenki predel'no-vozmozhnoy ploshchadi oroshaemykh zemel' v usloviyakh sbalansirovannogo ispol'zovaniya vodnykh resursov transgranichnogo basseina r. Talas [Forecast estimates of the maximum possible area of irrigated lands in the conditions of balanced use of water resources of the transboundary basin of the river Talas]. *Prirodoobustroystvo*, no. 2, pp. 110-116.

9. Dragunova, S., Kuznetsov, E., Khadzhi, A., Koltsov, A., Sharaby, N. (2020). Investigating the effectiveness of a fish-

protection structure of the reclamation water intake. In: E3S Web of Conferences. 8. Series "Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020", p. 07008.

10. Shtan'ko, A.S. (2020). Fil'truyushchie vodozabory iz vodotokov dlya podachi predvaritel'no ochishchennoy vody v sistemy kapel'nogo orosheniya [Filtering water intakes from watercourses for supplying pretreated water to drip irrigation systems]. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii* [Scientific journal of the Russian Research Institute of land reclamation problems], no. 3 (39), pp. 123-139.

11. Abdrazakov, F.K., Logashov, D.V. (2020). Analiz raboty nasosnykh stantsii Komsomol'skoi i PrivolzhsКОЙ orositel'nykh sistem, nedostatki i puti ikh sovershenstvovaniya [Analysis of the work of pumping stations of the Komsomolsk and Volga irrigation systems, shortcomings and ways to improve them]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 6, pp. 67-71.

12. Khetsuriani, E.D., Bondarenko, V.L., Ilyasov, A.I., Semanova, E.A. (2019). The results of the research on the pipelines protection from Dreissena on the water intake technological complexes of multi-purpose water supply systems for urban farms. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 698, 055041. doi: 10.1088/1757-899X/698/5/055041

Информация об авторах:

Моторная Лариса Васильевна, аспирант кафедры гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8860-0526>, motornaya-larisa@mail.ru

Хаджди Анна Евгеньевна, доктор технических наук, профессор кафедры гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1375-9548>, dtn-khanna@yandex.ru

Information about the authors:

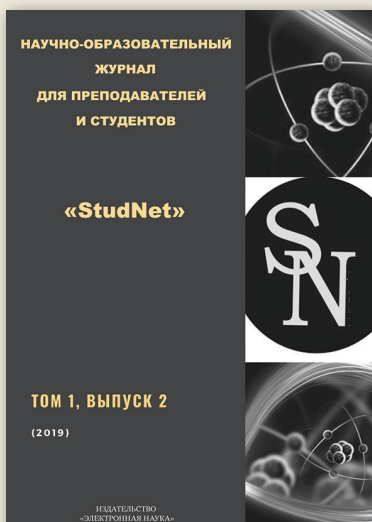
Larisa V. Motornaya, postgraduate student of the department of hydraulics and agricultural water supply, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8860-0526>, motornaya-larisa@mail.ru

Anna E. Khadzhi, doctor of technical sciences, professor of the department of hydraulics and agricultural water supply, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1375-9548>, dtn-khanna@yandex.ru

✉ dtn-khanna@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»



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



Научная статья

УДК 633.85:631:526.32

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_165

СОРТОИСПЫТАНИЕ НИГЕЛЛЫ ПОСЕВНОЙ (*NIGELLA SATIVA*) В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.Я. Прахова

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

Аннотация. В статье представлена комплексная оценка сортов нигеллы посевной в агроклиматических условиях лесостепной зоны Пензенской области. Исследования проводили в 2019-2021 гг. на полях Пензенского НИИСХ. Объектом исследований являлись сорта нигеллы посевной различной селекции. Гидротермальные условия вегетации нигеллы посевной в годы исследований были в разной степени засушливые, гидротермический коэффициент варьировал от 0,67 до 0,92 ед. Вегетационный период нигеллы в 2019 г. протекал в засушливых условиях с ГТК 0,67 и составил 113 дней. Период вегетации культуры в 2020 г. продолжался 98 дней при ГТК 0,83. В 2021 году вегетационный период нигеллы характеризовался как недостаточно-увлажненный, ГТК составил 0,92. Продолжительность его составила 103 дня. Урожайность сортов нигеллы посевной в условиях Пензенской области была достаточно высокой и варьировала от 1,05 до 1,27 т/га. Наиболее высокая продуктивность семян отмечена у сортов Знахарка (Белоруссия) и Анюта (Пенза), урожай которых составил 1,25 и 1,27 т/га соответственно. По масличности семян выделились сорта Крымчанка (40,30%), самая низкая масличность (34,78%) отмечена у сорта Знахарка. В составе масла наибольшая доля приходится на линолеовую и олеиновую кислоты, содержание которых достигает 57,39-64,27 и 16,91-23,39% в зависимости от сорта. Наиболее высокая продуктивность одного растения отмечена у сортов Анюта и Черный Бархат, масса семян с одного растения которых составила 2,02 и 2,32 г соответственно. Наиболее крупные семена были у сорта Легенда, масса 1000 семян которого составила 3,35 г. Наибольшей стабильностью по годам характеризовались сорта Анюта, Знахарка и Крымчанка, у которых значение показателя уровня стабильности сорта (ПУСС) составило 1,42-1,45. Все изучаемые сорта обладают высокой селекционной ценностью ($Sc=1,17-1,27$). По данному показателю выделены сорта Легенда ($Sc=1,22$), Богат ($Sc=1,23$) и Крымчанка ($Sc=1,27$), которые представляют особый интерес в качестве исходного материала для селекции нигеллы посевной. Нигелла посевная в условиях Пензенского региона является перспективной культурой масличного назначения и как ценный источник незаменимых жирных кислот омега-6 и омега-9.

Ключевые слова: нигелла посевная, сорта, урожайность, масличность, структура урожая, жирнокислотный состав, селекционная ценность

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

Original article

VARIETY TESTING OF THE NIGELLA SOWING (*NIGELLA SATIVA*) IN THE FOREST STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

T.Ya. Prakhova

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

Abstract. The article presents a comprehensive assessment of varieties of Nigella sowing in the agro-climatic conditions of the forest-steppe zone of the Penza region. The research was carried out in 2019-2021 on the fields of the Penza Research Institute of Agriculture. The object of research was the varieties of Nigella sowing of various breeding. The hydrothermal conditions of nigella sowing vegetation during the years of research were arid to varying degrees, the hydrothermal coefficient varied from 0.67 to 0.92 units. The growing season of Nigella in 2019 proceeded in arid conditions with GTC 0.67 and amounted to 113 days. The growing season of the crop in 2020 lasted 98 days at a GTC of 0.83. In 2021, the growing season of nigella was characterized as insufficiently moist, the GTC was 0.92. Its duration was 103 days. The yield of varieties of Nigella sowing under the conditions of the Penza region was quite high and varied from 1.05 to 1.27 t/ha. The highest seed productivity was noted in the varieties Znaharka (Belarus) and Anyuta (Penza), the yield of which was 1.25 and 1.27 t/ha. According to the oil content of seeds, the varieties Krymchanka (40.30%) stood out, the lowest oil content (34.78%) was noted in the variety Znaharka. In the composition of the oil, the largest share falls on linoleic and oleic acids, the content of which reaches 57.39-64.27 and 16.91-23.39%, depending on the grade. The highest productivity of one plant was noted in the varieties Anyuta and Chernyy Barkhat, the weight of seeds per plant of which was 2.02 and 2.32 g, respectively. The largest seeds were in the Legenda variety, the weight of 1000 seeds of which was 3.35 g. The varieties Anyuta, Znaharka and Krymchanka were characterized by the highest stability over the years, the value of the level of stability of the variety (PUSS) for which was 1.42-1.45. All studied varieties have a high breeding value ($Sc=1.17-1.27$). According to this indicator, the varieties Legenda ($Sc=1.22$), Bogat ($Sc=1.23$) and Krymchanka ($Sc=1.27$) were distinguished, which are of particular interest as a starting material for breeding Nigella sowing. Nigella sowing in the Penza region is a promising oil crop and as a valuable source of essential fatty acids omega-6 and omega-9.

Keywords: sowing nigella, varieties, yield, oil content, yield structure, fatty acid composition, breeding value

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

Введение

Проблема расширения биологического разнообразия растениеводческой продукции во многом зависит от успехов интродукции нетрадиционных растений. В настоящее время новое

развитие различных отраслей промышленности, повышение требований к качеству источников растительного сырья, создание новых видов использования продуктов растениеводства обуславливают потребность в широком

ассортименте масличных и эфиромасличных культур, который может быть расширен за счет использования нигеллы [1].

Нигелла, или тмин черный, или чернушка посевная — ценное растение семейства

лютиковые, которая в культуре представлена в основном двумя видами: нигелла посевная (*Nigella sativa* L.) и нигелла дамасская (*Nigella damascena* L.), обладающими высокими масличными, эфирномасличными, медоносными и лекарственными свойствами [2, 3].

Направления использования нигеллы чрезвычайно разнообразны, она применяется в сельском хозяйстве, в пищевой, фармацевтической, парфюмерной и косметологической промышленности, а также в декоративном садоводстве [4, 5, 6].

Семена нигеллы, которые содержат до 40% жирного масла и до 1,5% эфирного масла, используют в качестве масличного сырья [3, 7]. Масло нигеллы богато полезными для организма человека ненасыщенными жирными кислотами (более 85%), а также оно значительно богаче подсолнечного масла пальмитиновой кислотой и относительно редко встречающимися жирными кислотами группы C20 [8,9]. Кроме этого, масло черного тмина содержит большое количество биологически активных веществ и обладает широким спектром фармакологической активности, что позволяет использовать нигеллу в народной медицине для лечения и профилактики различных заболеваний [10, 11].

Однако нигелла относится к растениям, лекарственный потенциал которых до конца не раскрыт. Семена ее обладают разнообразным спектром активности — антимикробной, антиканцерогенной, противоопухолевой, антиоксидантной. Сегодня существует большое количество научных работ, посвященных изучению фармакологической активности данного растительного сырья [12, 13, 14]. Известны исследования, где в семенах черного тмина был выявлен комплекс антибактериальных и антифунгальных полипептидов, которые способны обладать выраженным цитотоксическим действием на линии опухолевых клеток в тестах *in vitro* [11].

Недавно зарубежные ученые в своих исследованиях выяснили, что в семенах нигеллы содержится активный ингредиент тимохинон, который благодаря своим нейтрализующим свойствам препятствует развитию легочной инфекции. Журнал *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* опубликовал статью, в которой говорилось, что это фитохимическое соединение (тимохинон) способно связываться с S-белком и блокировать развитие легочной пневмонии, что может быть использовано в будущем как новое средство против коронавирусной инфекции [15, 16].

Кроме того, сами семена нигеллы с издавна используют как пряность (в качестве приправы) и как натуральное оздоровительное, иммуностимулирующее средство [5, 15].

Нигелла — однолетнее травянистое растение высотой примерно 40-50 см. Стебель его сильно ветвится, а листва — ажурная. Цветет черный тмин очень красиво. Цветы — крупные, окрашены в голубой или белый цвет. Семена — черные, клиновидные, граненные с ароматом ванили или клубники [1, 3].

Биологические особенности данной культуры позволяют выращивать ее в широком диапазоне почвенно-климатических условий [1, 2, 7, 17]. Но наибольшей популярностью черный тмин пользуется в странах Африки, Индии, Пакистане и Афганистане [4, 6, 12].

Эффективность интродукционной и селекционной работы с новыми культурами, в том числе и с нигеллой, определяется генетическим

разнообразием и степенью изученности исходного материала с целью его дальнейшего использования в создании новых адаптированных к местным условиям сортов и гибридов. Поэтому изучение нигеллы посевной в условиях лесостепи Среднего Поволжья с последующей интродукцией культуры в регион является актуальной темой исследования.

Цель исследований

Целью исследований являлась комплексная оценка сортов нигеллы посевной в агроклиматических условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья и выделение исходного материала по основным параметрам продуктивности для селекционной работы и создания сортов, адаптированных к условиям возделывания.

Методика исследований

Исследования проводили в 2019-2021 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Объектом исследований являлись сорта нигеллы посевной различной селекции.

Закладку полевых опытов, все наблюдения, учеты и анализы проводили по общепринятым методикам [18, 19].

Почвы опытного участка представлены щелочными черноземами с содержанием гумуса 6,2%. Реакция почвенного раствора слабощелочная — pH 5,4. Климат лесостепи Среднего Поволжья, куда входит Пензенская область, умеренно-континентальный, отличающийся активной циркуляцией атмосферы. Отличительной чертой климата региона является выраженная контрастность, характеризующаяся изменчивостью и неустойчивостью ресурсов тепла и влаги. Сумма эффективных температур за период вегетации культур варьирует от 1850 до 2450°C, сумма годовых осадков — от 350 до 750 мм. Однако засуха типичное явление для региона, где из пяти лет, три года бывают в разной степени засушливыми. Кроме этого, и в разрезе каждого отдельного года можно выделить периоды как с практически отсутствием осадков, так и с обилием таковых, достигающих превышения средне-многолетних норм.

Результаты исследований

Гидротермальные условия вегетации нигеллы посевной в годы исследований были в разной степени засушливые, о чем свидетельствует варьирование гидротермического коэффициента от 0,67 (засушливые) до 0,92 (недостаточно-увлажненные) (табл. 1).

Вегетационный период нигеллы в 2019 г. протекал в засушливых условиях с ГТК 0,67 и суммой эффективных температур 1990,0°C, всего за данный период выпало 133,5 мм осадков.

Период посев-всходы протекал в сухих условиях (ГТК 0,31), среднесуточная температура воздуха составила 14,5°C. Далее по фазам развития культуры условия практически не менялись. Фенофаза от всходов до цветения составила 61 день и протекала также в засушливых условиях, показатель ГТК составил 0,75, осадков выпало 83,1 мм при средней температуре 18,3°C. Период от цветения до полной спелости характеризовался как сильно-засушливый с ГТК 0,57.

Весна 2020 г. выдалась дождливой и холодной. Дожди разной интенсивности выпадали каждый день, что привело к перенасыщению почвы влагой. Фаза развития нигеллы от посева до всходов в 2020 г. протекала в условиях с обильным выпадением осадков (22,9 мм) и низкими среднесуточными температурами (10,9°C), ГТК составил 1,54. При таких условиях продолжительность фазы «всходы-посев» нигеллы составила 20 дней. Фазы «всходы-цветение» и «цветение-спелость» протекали соответственно в засушливых (ГТК 0,61) и умеренно-увлажненных (ГТК 1,01) условиях. В целом период вегетации культуры 2020 г. характеризовался как умеренно-засушливый, гидротермический коэффициент составил 0,83.

В 2021 г. вегетационный период нигеллы характеризовался как недостаточно-увлажненный, ГТК составил 0,92 при среднемноголетней норме 1,10. Период от посева до полного появления всходов протекал в острозасушливых условиях (ГТК 0,07) и при среднесуточной температуре 19,4°C. Фенофаза от всходов до цветения характеризовалась как умеренно-засушливая (ГТК 0,83). Период от цветения до спелости характеризовался как умеренно-увлажненный, всего здесь выпало 98,5 мм осадков при сумме эффективных температур 940,0°C и при достаточно высоких среднесуточных температурах 21,9°C, ГТК составил 1,05.

Урожайность сортов нигеллы посевной в условиях Пензенской области была достаточно высокой и варьировала от 1,05 до 1,27 т/га при среднемноголетнем показателе 1,16 т/га (табл. 2).

Наиболее высокая продуктивность семян отмечена у сортов Знахарка и Анюта, урожай которых составил 1,25 и 1,27 т/га соответственно, что существенно превышает среднее значение по сортам, прибавка составила 0,09-0,11 т/га.

Таблица 1. Гидротермические условия вегетации нигеллы посевной
Table 1. Hydrothermal conditions of the nigella sowing vegetation

Фазы развития	Годы	Число дней	Σ температур ≥ 10, °C	Среднесуточные температуры, °C	Σ осадков, мм	ГТК
Посев-всходы	2021	11	213,0	19,4	1,4	0,07
	2020	20	149,0	10,9	22,9	1,54
	2019	10	137,0	14,5	4,2	0,31
Всходы-цветение	2021	60	1251,0	20,9	103,9	0,83
	2020	43	815,0	18,9	50,0	0,61
	2019	61	1106,0	18,3	83,1	0,75
Цветение-спелость	2021	43	940,0	21,9	98,5	1,05
	2020	55	996,0	18,1	100,7	1,01
	2019	52	884,0	17,0	50,4	0,57
Всходы-спелость	2021	103	2191,0	21,3	202,4	0,92
	2020	98	1811,0	19,2	150,7	0,83
	2019	113	1990,0	17,6	133,5	0,67



Более низкая урожайность, в среднем за 3 года, отмечена у сортов Легенда и Дива, которая была ниже среднесортного показателя и составила 1,05 и 1,06 т/га соответственно.

В своих исследованиях мы рассматривали нигеллу посевную в первую очередь как масличную культуру, содержание жира в семенах которой колебалось в пределах 34,78-40,30%.

По масличности семян выделились сорта Крымчанка (40,30%), Анюта (40,20%) и Богат (40,01%), которые на 1,02-1,31% были выше относительно среднего значения по всем сортам. Наиболее низкая масличность (34,78%) отмечена у сорта Знахарка.

Наиболее полную оценку по реакции сортов нигеллы на изменение стрессовых факторов среды дает показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), который позволяет одновременно учитывать и уровень урожайности, и ее стабильность по годам изучения и составляет 1,31

в среднем по опыту. Наибольшим значением показателя ПУСС отличались сорта Анюта, Знахарка и Крымчанка, значение которого у них составило 1,42 и 1,45 соответственно, что характеризует весь комплекс биологических свойств сортов и их адаптивные возможности при различных климатических условиях выращивания.

При этом все сорта обладают высокой селекционной ценностью ($Sc=1,17-1,27$), которая объединяет показатели урожайности генотипа с его адаптивностью к различным условиям возделывания. По данному показателю особо заслуживают внимания сорта Легенда ($Sc=1,22$), Богат ($Sc=1,23$) и Крымчанка ($Sc=1,27$), сочетающие в себе достаточно высокую и стабильную продуктивность с потенциальными адаптивными возможностями.

Изменение значений показателя продуктивности, а также приспособленности у сортов нигеллы происходило в основном за счет

варьирования размера структурных компонентов урожайности. Наибольшее влияние на формирование урожая семян оказало число коробочек на одном растении, число семян в коробочке и масса семян с одного растения, размах варьирования их количества по сортам составил 12,2-16,5 шт., 64,7-98,3 шт. и 1,27-2,32 г соответственно (табл. 3).

Наибольшее число коробочек (16,5 шт.) сформировалось у сортов Знахарка и Анюта, при этом количество семян в 1 коробочке у данных сортов составило 76,3 и 78,7 шт. По данному признаку можно выделить сорт Крымчанка, у которого количество семян в одной коробочке достигало 98,3 шт. Наиболее высокая продуктивность одного растения отмечена у сортов Анюта и Черный Бархат, масса семян с одного растения которых составила 2,02 и 2,32 г соответственно. Здесь отмечена наиболее высокая изменчивость признаков по сортам, коэффициент вариации составил 27,8 и 33,4%.

Наиболее крупные семена были у сорта Легенда, масса 1000 семян которого составила 3,35 г. У остальных сортов данный показатель варьировал от 2,58 г (Дива) до 2,98 г (Черный Бархат).

Проведение качественного анализа масел семян нигеллы показало, что в жирнокислотном составе масла преобладает содержание линолевой кислоты, процент которой варьировал от 57,39 до 64,27% в зависимости от сорта (табл. 4).

Содержание линоленовой кислоты было минимальным и составило всего 0,33-0,77%. Наиболее высокого значения (0,61 и 0,77%) содержание данной кислоты достигало в масле сортов Знахарка и Дива.

Доля олеиновой кислоты колебалась от 16,91% у сорта Черный Бархат до 23,39% у сорта Дива. Содержание насыщенных пальмитиновой и стеариновой кислот составило 11,11-12,52 и 2,08-2,85% соответственно. Причем максимальное значение пальмитиновой кислоты отмечено у сорта Анюта (12,52%), стеариновой кислоты — у сорта Дива (2,85%).

Заключение

Оценка сортов нигеллы посевной показала их достаточно высокую адаптивность к контрастным условиям лесостепи Среднего Поволжья и способность формировать достаточно высокую урожайность семян до 1,05-1,27 т/га с масличностью 34,78-40,30%. Наиболее высокая продуктивность отмечена у сортов Знахарка и Анюта, урожайность которых составила 1,25 и 1,27 т/га. По содержанию жира выделился сорт Крымчанка, масличность которого составила 40,30%. В составе масла наибольшая доля приходится на линолеовую и олеиновую кислоты, содержание которых достигает 57,39-64,27 и 16,91-23,39%.

Наибольшей стабильностью и адаптивной возможностью по годам характеризовались сорта Анюта, Знахарка и Крымчанка, значение показателя ПУСС у которых составило 1,42-1,45. При этом все сорта обладают высокой селекционной ценностью ($Sc=1,17-1,27$) и представляют интерес в качестве исходного материала для селекции нигеллы посевной.

Таким образом, нигелла посевная в условиях Пензенского региона является перспективной культурой масличного назначения и как ценный источник незаменимых жирных кислот омега-6 и омега-9.

Таблица 2. Показатели продуктивности и адаптивности сортов нигеллы посевной (2019-2021 гг.)
Table 2. Indicators of productivity and adaptability of varieties of Nigella sowing (2019-2021)

Сорт	Происхождение	Урожайность, т/га	Масличность, %	ПУСС	Селекционная ценность (Sc)
Знахарка	Белоруссия	1,25	34,78	1,42	1,20
Черный Бархат	Саратов	1,11	39,83	1,23	1,18
Крымчанка	Крым	1,18	40,30	1,45	1,27
Дива	Краснодар	1,06	39,72	1,30	1,17
Богат	Башкирия	1,21	40,01	1,25	1,23
Легенда	Крым	1,05	38,12	1,21	1,22
Анюта	Пенза	1,27	40,20	1,42	1,20
Среднее по опыту		1,16	38,99	1,31	1,21
НСР ₀₅		0,14	0,45		

Таблица 3. Показатели структуры урожая сортов нигеллы посевной (2019-2021 гг.)
Table 3. Indicators of the structure of the crop varieties of Nigella sowing (2019-2021)

Сорт	Высота растений, см	Число коробочек, шт.	Количество семян в 1 коробочке, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Знахарка	43,4	16,5	76,3	1,64	2,87
Черный Бархат	56,9	12,2	66,7	2,32	2,98
Крымчанка	54,8	14,8	98,3	1,74	2,74
Дива	42,1	14,1	64,7	1,67	2,58
Легенда	52,2	13,5	64,7	1,27	3,35
Богат	42,2	15,2	76,7	1,73	2,96
Анюта	53,1	16,5	78,7	2,02	2,93
Среднее по опыту	49,2	14,7	75,2	1,77	2,92
V, %	14,1	27,8	18,9	33,4	11,1

Таблица 4. Жирнокислотный состав масел семян сортов нигеллы посевной, %
Table 4. Fatty acid composition of oilseeds of Nigella sowing varieties, %

Название кислоты	Знахарка	Легенда	Анюта	Черный Бархат	Дива	Крымчанка	Богат
Каприновая	0,29	0,28	0,22	0,18	0,04	0,32	0,26
Пальмитиновая	11,50	12,29	12,52	11,11	11,57	12,02	12,34
Стеариновая	2,36	2,19	2,08	2,15	2,85	2,69	2,11
Олеиновая	20,35	17,36	17,72	16,91	23,39	20,92	17,32
Линолевая	60,47	62,19	61,91	64,27	57,39	59,47	62,29
Линоленовая	0,61	0,55	0,47	0,44	0,77	0,33	0,58
Арахидиновая	0,17	0,18	0,19	0,16	0,19	0,17	0,17
Эйкозеновая	0,47	0,36	0,39	0,38	0,56	0,35	0,41
Эйкозодиеновая	3,02	3,76	3,65	3,56	2,22	2,84	3,73
Лигноцереновая	0,23	0,27	0,26	0,24	0,21	0,23	0,24





Список источников

- Исакова А.Л., Исаков А.В., Прохоров В.Н., Коваленко Н.А., Фес'кова Е.В. Сорт Беларуска Духмяны нигеллы посевоной (NIGELLA SATIVA L.) // Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 108-111.
- Амирова Л.А., Гаджиев М.И., Хабибов А.Д. Интродукционный анализ NIGELLA SATIVA L. в условиях Дагестана // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2014. № 63. С. 126-129.
- Прахова Т.Я., Прахов В.А., Данилов М.В. Изучение нигеллы посевоной в условиях Пензенской области // Труды конференции «Инновационные разработки для развития отраслей сельского хозяйства региона». Калуга, 2019. С. 113-117.
- Прохоров В.Н. Нигелла — ценная хозяйственно-полезная культура (обзор литературы) // Овощи России. 2021. № 4. С. 111-123.
- Абдуллаев К.М. Нигелла (NIGELLA L.) — пряно-вкусовая овощная культура // Известия ФНЦО. 2020. № 2. С. 124-127. doi: 10.18619/2658-4832-2020-2-124-127
- Kooti, W., Hasanzadeh-Noohi, Z., Sharafi-Ahvazi, N., Asadi-Samani, M., Ashtary Larky, D. (2016). Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (Nigella sativa). *Chinese Journal of Natural Medicines*, vol. 14, no. 10, pp. 732-745. doi: 10.1016/S1875-5364(16)30088-7
- Тарасов В.Е., Калиманова М.А. Исследования семян NIGELLA DAMASCENA L. и NIGELLA SATIVA L. Крымских сортов // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 2. С. 256-262.
- Горяинов С.В., Хромов А.В., Бакуреза Г., Эспарса Сесар, Ивлев В.А., Воробьев А.Н., Абрамович Р.А., Потанина О.Г., Новиков О.О. Результаты сравнительного исследования состава масел семян NIGELLA SATIVA L. // Фармация и фармакология. 2020. № 8 (1). С. 29-39. doi: 10.19163/2307-9266-2020-8-1-29-39
- Мубинов А.Р., Авдеева Е.В., Куркин В.А., Латыпова Г.М., Фархутдинов Р.Р., Катаев В.А., Рязанова Т.К. Жирнокислотный профиль и антиоксидантная активность жирного масла чернушки посевоной // Химико-фармацевтический журнал. 2021. Т. 55. № 8. С. 45-49. doi: 10.30906/0023-1134-2021-55-8-45-49
- Исакова А.Л., Исаков А.В., Прохоров В.Н. Содержание витаминов и минеральных веществ в семенах разных видов нигеллы // Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2. С. 85-87.
- Рогожин Е.А. Семена черного тмина (NIGELLA SATIVA L.) — источник биологически активных полипептидов, обладающих антибиотической и противоопухолевой активностью // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 253-255.
- Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahim, M., Ahmad, M., Sultana, S., Hadda, T., Chafchaoui-Moussaoui, I., Charrouf Z. (2015). Chemical investigation of Nigella sativa L. seed oil produced in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 14, no. 2, pp. 172-177. doi: 10.1016/j.jssas.2013.12.001
- Tuna, H.I., Babadag, B., Ozkaraman, A., Alparslan, G.B. (2018). Investigation of the effect of black cumin oil on pain in osteoarthritis geriatric individuals. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, vol. 31, pp. 290-294. doi: 10.1016/j.ctcp.2018.03.013
- Khonche, A., Huseini, H.F., Gholamian, M., Mohtashami, R., Nabati, F., Kianbakht, S. (2019). Standardized Nigella sativa seed oil ameliorates hepatic steatosis, aminotransferase and lipid levels in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, doubleblind and placebo-controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 234, pp. 106-111. doi: 10.1016/j.jep.2019.01.009
14. Khonche, A., Huseini, H.F., Gholamian, M., Mohtashami, R., Nabati, F., Kianbakht, S. (2019). Standardized Nigella sativa seed oil ameliorates hepatic steatosis, aminotransferase and lipid levels in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, doubleblind and placebo-controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 234, pp. 106-111. doi: 10.1016/j.jep.2019.01.009
15. Gholamnezhad, Z., Shakeri, F., Saadat, S., Ghorani, V., Boskabady, M. (2019). Clinical and experimental effects of Nigella sativa and its constituents on respiratory and allergic disorders. *Avicenna J Phytomed*, no. 9 (3), pp. 195-212. doi: 10.22038/AJP.2019.12196
16. Shad, K.F., Soubra, W., Cordato, D.J. (2021). The role of thymoquinone, a major constituent of Nigella sativa, in the treatment of inflammatory and infectious diseases. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 00:1-9. doi: 10.1111/1440-1681.13553
17. Хомина В.Я. Технологические аспекты возделывания чернушки посевоной (NIGELLA SATIVA) в условиях лесостепи Украины // Black sea Scientific Journal of Academic Research. 2014. Т. 14. № 7. С. 4-8.
18. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 323 с.
19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М., 2019. 329 с.

References

- Isakova, A.L., Isakov, A.V., Prokhorov, V.N., Kovalenko, N.A., Fes'kova, E.V. (2020). Sort Belaruski Duhmyany nigelly posevnoy (NIGELLA SATIVA L.) [Variety Belaruski Duhmyany nigella sowing (NIGELLA SATIVA L.)]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], no. 3, pp. 108-111.
- Amirova, L.A., Gadzhiev, M.I., Khabibov, A.D. (2014). Introduktsionnyi analiz NIGELLA SATIVA L. v usloviyakh Dagestana [Introduction analysis of NIGELLA SATIVA L. in the conditions of Dagestan]. *Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], no. 63, pp. 126-129.
- Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A., Danilov, M.V. (2019). Izuchenie nigelly posevnoy v usloviyakh Penzenskoi oblasti [Study of nigella sowing in the conditions of the Penza region]. *Trudy konferentsii «Innovatsionnye razrabotki dlya razvitiya otraslei sel'skogo khozyaistva regiona»* [Proceedings of the conference "Innovative developments for the development of agricultural sectors in the region"]. Kалуга, pp. 113-117.
- Prakhov, V.N. (2021). Nigella — tsennaya khozyaistvenno-poleznaya kul'tura (obzor literatury) [Nigella is a valuable economically useful culture (literature review)]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetable crops of Russia], no. 4, pp. 111-123.
- Abdullaev, K.M. (2020). Nigella (NIGELLA L.) — pryano-vkusovaya ovoshchnaya kul'tura [Nigella (NIGELLA L.) — a spicy-flavoring vegetable culture]. *Izvestiya FNTSO* [News of FSV], no. 2, pp. 124-127. doi: 10.18619/2658-4832-2020-2-124-127
- Kooti, W., Hasanzadeh-Noohi, Z., Sharafi-Ahvazi, N., Asadi-Samani, M., Ashtary Larky, D. (2016). Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (Nigella sativa). *Chinese Journal of Natural Medicines*, vol. 14, no. 10, pp. 732-745. doi: 10.1016/S1875-5364(16)30088-7
- Tarasov, V.E., Kalimanova, M.A. (2021). Issledovaniya semyan NIGELLA DAMASCENA L. i NIGELLA SATIVA L. Krymskikh sortov [Research of seeds of NIGELLA DAMASCENA L. and NIGELLA SATIVA L. Crimean varieties]. *Nauka i obrazovanie* [Science and education], vol. 4, no. 2, pp. 256-262.
- Goryainov, S.V., Khromov, A.V., Bakureza, G., Ehsparsa, Sesar, Ivlev, V.A., Vorob'ev, A.N., Abramovich, R.A., Potanina, O.G., Novikov, O.O. (2020). Rezul'taty sravnitel'nogo issledovaniya sostava masel semyan NIGELLA SATIVA L. [The results of a comparative study of the composition of seed oils NIGELLA SATIVA L.]. *Farmatsiya i farmakologiya* [Pharmacy and pharmacology], no. 8 (1), pp. 29-39. doi: 10.19163/2307-9266-2020-8-1-29-39
- Mubinov, A.R., Avdееva, E.V., Kurkin, V.A., Latypova, G.M., Farkhutdinov, R.R., Kataev, V.A., Ryzanova, T.K. (2021). Zhirkokislotnyi profil' i antioksidantnaya aktivnost' zhirnogo masla chernushki posevnoy [Fatty acid profile and antioxidant activity of nigella sativa fatty oil]. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal* [Pharmaceutical chemistry journal], vol. 55, no. 8, pp. 45-49. doi: 10.30906/0023-1134-2021-55-8-45-49
- Isakova, A.L., Isakov, A.V., Prokhorov, V.N. (2018). Soderzhanie vitaminov i mineral'nykh veshchestv v semyakh raznykh vidov nigelly [The content of vitamins and minerals in the seeds of different types of nigella]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], no. 2, pp. 85-87.
- Rogozhin, E.A. (2016). Semena chernogo tmina (NIGELLA SATIVA L.) — istochnik biologicheskii aktivnykh polipeptidov, obladayushchikh antibioticheskoi i protivopukholevoi aktivnost'yu [Seeds of black cumin (NIGELLA SATIVA L.) a source of biologically active polypeptides with antibiotic and antitumor activity]. *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispol'zovaniya* [New and non-traditional plants and prospects for their use], no. 12, pp. 253-255.
- Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahim, M., Ahmad, M., Sultana, S., Hadda, T., Chafchaoui-Moussaoui, I., Charrouf Z. (2015). Chemical investigation of Nigella sativa L. seed oil produced in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 14, no. 2, pp. 172-177. doi: 10.1016/j.jssas.2013.12.001
- Tuna, H.I., Babadag, B., Ozkaraman, A., Alparslan, G.B. (2018). Investigation of the effect of black cumin oil on pain in osteoarthritis geriatric individuals. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, vol. 31, pp. 290-294. doi: 10.1016/j.ctcp.2018.03.013
- Khonche, A., Huseini, H.F., Gholamian, M., Mohtashami, R., Nabati, F., Kianbakht, S. (2019). Standardized Nigella sativa seed oil ameliorates hepatic steatosis, aminotransferase and lipid levels in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, doubleblind and placebo-controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 234, pp. 106-111. doi: 10.1016/j.jep.2019.01.009
- Gholamnezhad, Z., Shakeri, F., Saadat, S., Ghorani, V., Boskabady, M. (2019). Clinical and experimental effects of Nigella sativa and its constituents on respiratory and allergic disorders. *Avicenna J Phytomed*, no. 9 (3), pp. 195-212. doi: 10.22038/AJP.2019.12196
- Shad, K.F., Soubra, W., Cordato, D.J. (2021). The role of thymoquinone, a major constituent of Nigella sativa, in the treatment of inflammatory and infectious diseases. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 00:1-9. doi: 10.1111/1440-1681.13553
- Khomina, V.Ya. (2014). Tekhnologicheskie aspekty vozdelvaniya chernushki posevnoy (NIGELLA SATIVA) v usloviyakh lesostepi Ukrainy [Technological aspects of cultivation of nigella sativa (NIGELLA SATIVA) in the forest-steppe conditions of Ukraine]. *Black sea Scientific Journal of Academic Research*, vol. 14, no. 7, pp. 4-8.
- VNIIMK (2010). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, 323 p.
- Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Obshchaya chast' (2019). [Methodology for state variety testing of agricultural crops. General part]. Moscow, 329 p.

Информация об авторе:

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

Information about the author:

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



Научная статья
 УДК 631.874:51.581.143
 doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_169

ЦИФРОВАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» УДОБРЕНИЙ

В.Г. Григулецкий, Е.К. Яблонская, Е.В. Белокур, А.В. Казакевич, Е.Н. Долженко
 Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. Впервые предложена новая методика оценки эффективности применения «зеленых» удобрений на основе полевых результатов применения зеленой массы гороха при выращивании риса на Кубани. В основе методики положено утверждение: урожай и прирост урожая повышается с введением увеличивающихся количеств какого-либо фактора роста пропорционально урожаю, не достигающего до максимального (предельного) значения урожая, и возможному количеству урожая, выше некоторого начального (минимального) значения урожая. В статье установлены аналитические зависимости для определения максимального возможного урожая при использовании «зеленых» удобрений, а также коэффициента действия «зеленых» удобрений. Показано применение новой методики оценки эффективности при использовании «зеленых» удобрений при выращивании разных сортов риса в вегетационных опытах на Кубани (опыты И.Д. Берко); установлено хорошее соответствие опытных и расчетных данных (отличие составляет 3,1, 7,6 и 4,5 % для разных условий). Новая математическая модель позволяет проводить теоретическое обоснование разных агротехнических технологий применения «зеленых» удобрений, определять наиболее рациональные и эффективные виды растений для сидерации почвы, проводить оценку эффективности применения и последствия разных способов, технологий и растений при сидерации и т.д.

Ключевые слова: «зеленые» удобрения, сидерация, люпин, горчица, рапс, рожь, урожайность, факторы роста, максимально возможный урожай, минеральные удобрения, суперфосфат, продуктивность риса

Original article

THE DIGITAL METHODOLOGY FOR THE APPLICATIONS ASSESSMENT OF THE “GREEN” FERTILIZERS

V.G. Griguletskiy, E.K. Yablonskaya, E.V. Belokur, A.V. Kazakevich, E.N. Dolzhenko
 Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. A new methodology for evaluating the “green” fertilizers effectiveness of the peas green mass based on results of a growing the rice in the Kuban was proposed. In accordance with the method, the statement based on approval yield and increase with the introduction of increasing amounts of any growth in yield consumption that does not reach the maximum (marginal) value of the yield and a possible increase in yield, above the increase in the initial (minimum value) yield. The article establishes on the analytical dependences to using “green” fertilizers and the maximum possible yield determination, as well as the coefficient of action of “green” fertilizers. The application of a new methodology to evaluating the effectiveness of using “green” fertilizers when growing different varieties of rice during vegetation experiments in the Kuban is shown (experiments by I.D. Berko); a positive agreement was found between the experimental and calculated data (the difference is 3.1, 7.6 and 4.5% for different condition). The new math model makes it possible to theoretically substantiate various agro-technique way for “green” fertilizers, to determine the most preferable and applicable plant species for green manure, that lead to evaluate the effectiveness under action of a various technologies and for the green manure, etc.

Keywords: “green” fertilizers, green manure, lupine, mustard, rapeseed, rye, yield, growth factors, maximum possible yield, mineral fertilizers, superphosphate, rice productivity

Введение

Доказано и научно обосновано, что некоторые виды растений способны унаваживать почву [1-3]. История применения «зеленых» удобрений насчитывает более пяти тысячелетий, когда в Китае, Индии, странах Азии, Северной и Южной Америки в качестве сидератов использовались разные виды люпина [3]. В современной агрономической литературе сидерация — агротехнологический прием запахивания в почву зеленой массы определенно-го вида растений для обогащения ее органическим веществом и азотом. [3-6]. Обширные полевые опыты в Узбекистане [7], Московской области [8], Украине [9], Белоруссии [10, 11], Сибири [12-14], на Кубани [15], Поволжье [16] и других районах Российской Федерации [3-6] показали высокую экономическую эффективность разных «зеленых» удобрений. Академик Д.Н. Прянишников, в частности, приводит следующие результаты опытов с сидерацией на полях Черниговской губернии России в 1914 г. [2] (табл. 1).

На рисунке представлена фотография снопов озимой ржи, полученных на полях Черниговской губернии в 1914 г. с применением люпина (справа) и без использования люпина (слева) [17].

В последние годы особенно высокие экологические и экономические результаты получены при использовании «зеленых» удобрений при выращивании риса [15] и картофеля [18]. Кроме традиционных разных видов люпина (желтый, синий, белый) и сераделлы, в качестве эффективных «зеленых» удобрений можно использовать растения горчицы и особенно рапса [19]. Несмотря на большую экономическую эффективность «зеленых» удобрений, объем их применения в Российской Федерации составляет не более 0,9 т условного навоза на 1 га пашни (а требуется в 4 раза больше!); при

этом затраты на производство и использование «зеленого» удобрения в 3-4 раза меньше применения подстильного навоза; в зеленой массе сидератов содержится 200-250 кг/га азота, что эквивалентно 6,0-7,0 ц/га аммиачной селитры, которые постепенно высвобождаются под действием почвенных микроорганизмов, а не вносятся однократно в повышенной дозе и т.д. [3]. Незначительные объемы использования «зеленых» удобрений в Российской Федерации, по существу, объясняются двумя главными причинами.

Таблица 1. Урожайность озимой ржи в Черниговской губернии в 1914 г. [2]
 Table 1. The yield of winter rye in the Chernigov province in 1914 [2]

Место испытаний (уезды)	Почва	Урожай зерна озимой ржи, ц/га	
		без удобрений	люпин-сидерат
Городнянский	Супесчаная	4,0	13,0
Нежинский	Супесчаная	10,2	21,3
Королевецкий	Песчаная	6,4	13,6
Королевецкий	Легкий суглинок	9,6	22,0
Новгород-Северский	Суглинок	3,2	7,5
Остерский	Легкий суглинок	6,7	23,8
Глуховский	Песчаная	6,4	19,2
Черниговский	Песчаная	6,1	11,0
Суражский	Суглинок	4,0	7,0

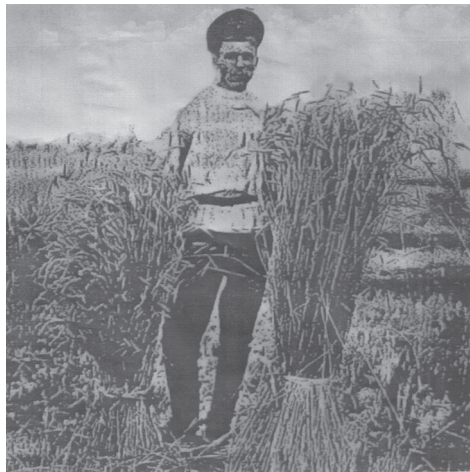


Рисунок. Снопы озимой ржи на полях Черниговской губернии с применением (справа) и без использования (слева) люпина в 1914 г.
Figure. Sheaves of winter rye in the fields of the Chernigov province with the use (right) and without the use (left) of lupine in 1914

Во-первых, значительным развитием химизации сельского хозяйства, что позволило увеличить урожайность, защитить растения от болезней, вредителей, сорняков и т.д., но и созданием экологических проблем на планете Земля, снижением качества продуктов питания, ростом количества болезней человека, животных, птиц и др.

Во-вторых, незначительный объем применения «зеленых» удобрений объясняется отсутствием научно обоснованных агротехнологий и рекомендаций по использованию «зеленых» удобрений: нет рекомендаций по районированию, рекомендаций по нормам применения, по хранению сидератов и т.д.

Актуальность проблемы

Актуальность проблемы разработки научно обоснованных агротехнологий и рекомендаций применения «зеленых» удобрений в Российской Федерации в последние годы отмечалась в фундаментальных работах проф. В.Г. Лошакова [3, 20-24]. «Век техники и химии» сидерация позволяет успешно сочетать биологические, физиологические и химические принципы воспроизводства плодородия почвы с принципами адаптивности и экологичности современного земледелия; она является важным фактором биологизации земледелия, постоянно возобновляемым источником обеспечения пахотных земель экологически чистым органическим веществом; она становится важным элементом плодосмена в современных севооборотах и приобретает большое значение в системе почвозащитных и природоохранных мероприятий [3, с. 12]. Во введении учебника «Земледелие» [20] отмечается, что на данном этапе развития сельского хозяйства научно-технический потенциал и накопленный практический опыт должны объединяться и интегрироваться в зональных системах земледелия.

При решении проблем экологизации земледелия, адаптивной его интенсификации и особенно биологизации технологических процессов необходимо пересмотреть роль и содержание элементов системы земледелия.

На первый план оптимизации агропромышленного производства выходят задачи адаптации земледелия, то есть разработка и освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия и их элементов [20, с. 5].

Новая математическая модель урожайности сельскохозяйственных культур

Принимаем справедливость утверждения: урожай (y) и прирост урожая повышается с введением увеличивающихся количеств какого-либо фактора роста (x) пропорционально урожаю, не достигающего до максимального значения урожая (A) и возможному количеству урожая, выше некоторого начального (минимального) значения (B) урожая, то есть можно записать основное дифференциальное уравнение в обыкновенных производных первого порядка:

$$\frac{dy}{dx} = c(A - y)(B + y), \quad (1)$$

c — коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом действия фактора роста; A — постоянный параметр, определяемый по экспериментальным (опытным) данным и равный потенциально (предельно) возможному урожаю; B — постоянный параметр, определяемый по экспериментальным (опытным) данным и равный «начальному» значению урожая определенной культуры для конкретной почвы и гидрометеорологических условий района.

Назначим «начальные» условия для уравнения (1):

$$y(x_0) = y_0 = B, \quad (2)$$

x_0, y_0 — постоянные параметры, определяющие соответственно «начальное» значение фактора роста (x_0) и «начальное» значение урожая (y_0).

Решение дифференциального уравнения (1), удовлетворяющее начальным условиям (2), можно записать в виде:

$$\ln(A - y_0) - \ln(B + y_0) = \ln(A - y) - \ln(B + y) + c(A + B)(x - x_0), \quad (3)$$

или в виде:

$$\ln\left(\frac{A - y_0}{B + y_0}\right) = \ln\left(\frac{A - y}{B + y}\right) + c(A + B)(x - x_0), \quad (4)$$

или окончательно:

$$y(x) = \frac{A(B + y_0) \exp[c(A + B)(x - x_0)] - B(A - y_0)}{(B + y_0) \exp[c(A + B)(x - x_0)] + (A - y_0)}. \quad (5)$$

Соотношения (1)-(5) позволяют исследовать многие вопросы земледелия. В частности, из уравнения (3) можно найти для конкретных условий значение:

$$(x - x_0)(A + B) = \frac{\ln[(A - y_0)(B + y)] - \ln[(B + y_0)(A - y)]}{c}, \quad (6)$$

которое определяет количество питательных веществ в почве. Значение произведения $(x - x_0)(A + B)$ (определяется по действию конкретного удобрения, мелиоранта и компоста на растения, то есть по величине урожая, который получается при внесении в почву определенного количества конкретного питательного вещества).

Эффективность конкретного удобрения, мелиоранта и компоста можно оценивать по значению коэффициента действия фактора роста, который можно находить по формуле:

$$c = \frac{\ln[(A - y_0)(B + y)] - \ln[(B + y_0)(A - y)]}{(A + B)(x - x_0)}. \quad (7)$$

Значение коэффициента A , который можно найти по приближенной формуле:

$$A + B = \frac{2(y_1 + B)(y_2 + B)(y_3 + B) - (y_2 + B)^2(y_1 + y_3 + 2B)}{(y_1 + B)(y_3 + B) - (y_2 + B)^2}, \quad (8)$$

y_1, y_2, y_3 — экспериментальные значения урожая, установленные через равные интервалы изменения фактора роста (x), то есть $x_3 - x_2 = x_2 - x_1$ и соответственно $y(x_1) = y_1, y(x_2) = y_2, y(x_3) = y_3$, позволяет найти значение потенциально (предельно) возможного урожая конкретного растения для определенных условий, состава почв и гидрометеорологических данных.

Применение новой математической модели для оценки эффективности применения «зеленых» удобрений

Воспользуемся результатами вегетационных опытов применения «зеленых» удобрений под рис на Кубани [15]. Исследования проводились с районированными сортами риса Дубовский 129, ВРОС 213, Краснодарский 424. Выращивание риса осуществлялось в стеклянных сосудах емкостью 10 л, в которых набивалось по 6 кг почвы, взятой с участка, где рис выращивался 17-18 лет без удобрений. В качестве сидерата использовалась мелко измельченная зеленая масса гороха, которая вносилась по 75, 100, 125, 150, 200 г на сосуд. Почва удобрялась суперфосфатом (по 3 г на сосуд) в одних случаях и полным минеральным удобрением в других вариантах (сульфат аммония и суперфосфат по 3 г и калийной соли по 0,96 г на сосуд). Контроль — сосуды и растения без «зеленых» удобрений, по каждому варианту использовалось 16 сосудов [15]. В таблице 2 приведены данные урожайности риса в почве без минеральных удобрений в зависимости от количества «зеленого» удобрения.

Таблица 2. Продуктивность риса на почве без минеральных удобрений в зависимости от количества «зеленого» удобрения (опыты И.Д. Берко, 1961-1962 гг.)
Table 2. The productivity of rice on soil without mineral fertilizers depending on the amount of "green" fertilizer (experiments of I.D. Berko, 1961-1962)

№ п.п.	1	2	3	4	5	6
Зеленое удобрение, г	0	75	100	125	150	200
Урожай риса на сосуд (опыт), г	1,4	2,6	3,5	4,2	4,1	5,1
Урожай риса на сосуд (расчет), г	1,40	2,81	3,32	3,83	4,33	5,26



Находим максимально возможный урожай риса (A) по формуле (8) при следующих данных:

$$y_0(0) = 1,4 = B; y_1(75) = 2,6; y_2(100) = 3,4; y_3(125) = 4,2,$$

определяем значение:

$$A + B = \frac{2(1,4 + 2,6)(1,4 + 3,4)(1,4 + 4,2) - 4,8^2 \cdot 9,6}{4,0 \cdot 5,6 - 4,8^2} = 9,6,$$

или:

$$A = 9,6 - 1,4 = 8,2.$$

Находим значения коэффициентов действия фактора роста (c) по формуле (7) на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 75$:

$$c_1 = \frac{\ln[(8,2 - 1,4)(1,4 + 2,6)] - \ln[(1,4 + 1,4)(8,2 - 2,6)]}{9,6 \cdot (75 - 0)} = 0,000765;$$

на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 100$:

$$c_2 = \frac{\ln[(8,2 - 1,4)(1,4 + 3,4)] - \ln[(1,4 + 1,4)(8,2 - 3,4)]}{9,6 \cdot (100 - 0)} = 0,000924;$$

на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 125$:

$$c_3 = \frac{\ln[(8,2 - 1,4)(1,4 + 4,2)] - \ln[(1,4 + 1,4)(8,2 - 4,2)]}{9,6 \cdot (125 - 0)} = 0,001020;$$

на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 150$:

$$c_4 = \frac{\ln[(8,2 - 1,4)(1,4 + 4,1)] - \ln[(1,4 + 1,4)(8,2 - 4,1)]}{9,6 \cdot (150 - 0)} = 0,000820.$$

Вычислим среднее взвешенное значение коэффициента действия фактора роста:

$$c_{cp} = \frac{0,000765 \cdot 75 + 0,000924 \cdot 100 + 0,001020 \cdot 125 + 0,000820 \cdot 150}{75 + 100 + 125 + 150} = 0,000889.$$

Используя это значение коэффициента c_{cp} и значения $A = 8,2$; $B = 1,4$; $x_0 = 0$, по формуле (5) определяем зависимость урожайности риса (y) на почве без минеральных удобрений в зависимости от количества «зеленого» удобрения для опытов И.Д. Берко [15]:

$$y(x) = \frac{22,96 \cdot \exp(0,008539x) - 9,52}{2,8 \cdot \exp(0,008539x) + 6,8}$$

По этой формуле для $x = 200$ г определено возможное (расчетное) значение урожая риса $y(200) = 5,26$ г, которое отличается от фактического опытного $y_0(200) = 5,1$ г на 3,1%; в последней строке таблицы 2 приведены расчетные значения урожайности риса при количествах «зеленого» удобрения $x = 0$ (контроль), $x = 75$ г, $x = 100$ г, $x = 125$ г, $x = 150$ г для наглядности анализа, показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных данных.

В таблице 3 приведены данные урожайности риса при внесении суперфосфата в зависимости от количества «зеленого» удобрения.

Находим максимально возможный урожай риса (A) по формуле (8) при следующих данных:

$$y_0(0) = 1,4 = B; y_1(75) = 2,7; y_2(100) = 3,3; y_3(125) = 3,8,$$

определяем значение:

$$A + B = \frac{2(1,4 + 2,7)(1,4 + 3,3)(1,4 + 3,8) - 4,7^2 \cdot 9,3}{4,1 \cdot 5,2 - 4,7^2} = 6,53,$$

или:

$$A = 6,53 - 1,4 = 5,13.$$

Находим значения коэффициента действия фактора роста (c) по формуле (7) на разных интервалах:

$$c_1 = 0,001654; c_2 = 0,001828; c_3 = 0,001962; c_4 = 0,002337.$$

Находим среднее взвешенное значение коэффициента действия фактора роста:

$$c_{cp} = 0,002006.$$

Используя это значение коэффициента c и значения $A = 5,13$; $B = 1,4$; $x_0 = 0$, по формуле (5) определяем зависимость урожайности риса (y) на почве с суперфосфатом в зависимости от количества «зеленого» удобрения для опытов И.Д. Берко [15]:

$$y(x) = \frac{14,364 \cdot \exp(0,013099x) - 5,222}{2,8 \cdot \exp(0,013099x) + 3,73}.$$

По этой формуле для $x = 200$ г определено возможное (расчетное) значение урожая риса $y(200) = 4,55$ г, которое отличается от фактического опытного $y = 4,9$ г на 7,6%; в последней строке таблицы 3 приведены расчетные значения урожайности риса при количествах «зеленого» удобрения $x = 0$ (контроль), $x = 75$ г, $x = 100$ г, $x = 125$ г, $x = 150$ г для наглядности анализа, показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных данных. В таблице 4 приведены данные урожайности риса при внесении полных минеральных удобрений (NPK) в зависимости от количества «зеленого» удобрения.

Находим максимально возможный урожай риса (A) по формуле (8) при следующих данных:

$$y_0(0) = 4,0 = B; y_1(75) = 5,1; y_2(100) = 5,5; y_3(125) = 5,9,$$

определяем значение:

$$A + B = \frac{2(4,0 + 5,1)(4,0 + 5,5)(4,0 + 5,9) - 9,5^2 \cdot 19,0}{9,1 \cdot 9,9 - 9,5^2} = 19,0,$$

или:

$$A = 19,0 - 4,0 = 15,0.$$

Находим значения коэффициента действия фактора роста (c) по формуле (7) на разных интервалах:

$$c_1 = 0,000164; c_2 = 0,000168; c_3 = 0,000170; c_4 = 0,000178.$$

Находим среднее взвешенное значение коэффициента действия фактора роста:

$$c_{cp} = 0,000171.$$

Используя это значение коэффициента c и значения $A = 15,0$; $B = 4,0$; $x_0 = 0$, по формуле (5) определяем зависимость урожайности риса (y) на почве при внесении полных минеральных удобрений (NPK) в зависимости от количества «зеленого» удобрения для опытов И.Д. Берко [15]:

$$y(x) = \frac{120 \cdot \exp(0,003249x) - 44,0}{8,0 \cdot \exp(0,003249x) + 11,0}.$$

По этой формуле для $x = 200$ г определено возможное (расчетное) значение урожая риса $y(200) = 7,00$ г, которое отличается от фактического опытного $y = 6,7$ г на 4,5%; в последней строке таблицы 4 приведены расчетные значения урожайности риса при количествах зеленого удобрения $x = 0$ (контроль), $x = 75$ г, $x = 100$ г, $x = 125$ г, $x = 150$ г для наглядности анализа, показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных данных.

Таблица 3. Продуктивность риса при внесении суперфосфата в зависимости от количества «зеленого» удобрения (опыты И.Д. Берко, 1961-1962 гг.)

Table 3. The productivity of rice with the introduction of superphosphate depending on the amount of "green" fertilizer (experiments of I.D. Berko, 1961-1962)

№ п.п.	1	2	3	4	5	6
Зеленое удобрение, г	0	75	100	125	150	200
Урожай риса на сосуд (опыт), г	1,4	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9
Урожай риса на сосуд (расчет), г	1,40	2,96	3,40	3,78	4,10	4,55

Таблица 4. Продуктивность риса при внесении полных минеральных удобрений (NPK) в зависимости от количества «зеленого» удобрения (опыты И.Д. Берко, 1961-1962 гг.)

Table 4. The productivity of rice with the introduction of complete mineral fertilizers (NPK) depending on the amount of "green" fertilizer (experiments of I.D. Berko, 1961-1962)

№ п.п.	1	2	3	4	5	6
Зеленое удобрение, г	0	75	100	125	150	200
Урожай риса на сосуд (опыт), г	4,0	5,1	5,5	5,9	6,4	6,7
Урожай риса на сосуд (расчет), г	4,00	5,14	5,53	5,92	6,30	7,00





Выводы

Представленные результаты расчетов применения новой методики оценки эффективности применения «зеленых» удобрений и хорошее соответствие опытных и расчетных значений продуктивности риса (опыты И.Д. Берко [15]) позволяют использовать новую математическую модель урожая при исследовании следующих важных практических вопросов:

- проводить теоретическое обоснование разных агротехнических технологий применения «зеленых» удобрений;
- определять наиболее рациональные и эффективные виды растений для сидерации;
- устанавливать оптимальные нормы высева разных растений для сидерации;
- проводить оценку эффективности применения и последствия разных способов и растений при сидерации;
- исследовать вопросы оптимизации глубины заделки, времени посева, сроков запашки растений при сидерации разных сельскохозяйственных культур и т.д.

Список источников

1. Будрин П.В. Зеленое удобрение. М.-Л.: Сельхозгиз, 1927. 76 с.
2. Прянишников Д.Н. Люпин — на службу социалистическому земледелию // Избранные сочинения. М.: АН СССР, 1953. Т. 2. С. 7-19.
3. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России. М.: ВНИИА, 2015. 300 с.
4. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в СССР. М.: Сельхозгиз, 1948. 469 с.
5. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в нечерноземной полосе. М.: Сельхозгиз, 1959. 278 с.
6. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. Брянск: Придесенье, 1996. 372 с.
7. Кузнецов В.П. Зеленое удобрение в сельском хозяйстве Узбекистана. Ташкент: АН УзССР, 1951. 76 с.
8. Доброхлеб И.Ф. Применение зеленого удобрения в Московской области. М.: Московский рабочий, 1958. 55 с.
9. Юхимчук Ф.Ф. Люпин в земледелии. Киев: Наукова Думка, 1963. 359 с.
10. Довбан К.И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии. Минск: Ураджай, 1981. 206 с.
11. Довбан К.И. Зеленое удобрение. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.
12. Казанцев В.П. Использование капустных культур на зеленое удобрение в Сибири // Земледелие. 1999. № 4. С. 10-14.
13. Берзин А.М., Шредт А.А. Использование зеленых удобрений в Краснодарском крае // Агрехимия. 2001. № 5. С. 27-32.
14. Берзин А.М. Зеленое удобрение в Средней Сибири. Красноярск: Красноярский СХИ, 2002. 395 с.
15. Берко И.Д. Применение зеленых удобрений под рис на Кубани: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар: КубСИ, 1962. 28 с.
16. Кормилицын Р.Ф. Развитие сидерации в Поволжье // Земледелие. 1999. № 1. С. 28-31.
17. Кулжинский С.П. Отчет по коллективным опытам. Влияние в 1914 г. на урожай озимой ржи люпинового зеленого удобрения и минеральных, внесенных под люпин в 1913 г. Нежин: Черниговское губернское земство, 1914.
18. Майстренко Н.Н. Эффективность сидеральных смесей под картофель // Земледелие. 2010. № 5. С. 35-36.
19. Авазов И. Горчица и рапс на зеленое удобрение // Земледелие. 1973. № 7. С. 28-29.
20. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. и др. Земледелие. М.: ТСХА, 2000. 788 с.
21. Лошаков В.Г. Избранные труды. Теория и практика российского земледелия и образования. Т. 1. М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 648 с.
22. Лошаков В.Г. Избранные труды. Теория и практика российского земледелия и образования. Т. 2. М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 668 с.
23. Лошаков В.Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения // Успехи современной науки. 2017. Т. 1. № 10. С. 24-31.
24. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия // Плодородие. 2018. № 2. С. 24-29.

Информация об авторах:

Григулецкий Владимир Георгиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, gvg-tnc@mail.ru

Яблонская Елена Карленовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1043-5879>, yablonskay@mail.ru

Белокур Евгения Васильевна, старший преподаватель кафедры высшей математики, evgeniakoa@mail.ru

Казакевич Анастасия Васильевна, старший преподаватель кафедры высшей математики, voskresenia@gmail.com

Долженко Екатерина Николаевна, ассистент кафедры строительных материалов и конструкций, bigna@mail.ru

Information about the authors:

Vladimir G. Griguletskiy, doctor of technical sciences, professor, head of the department of higher mathematics, gvg-tnc@mail.ru

Elena K. Yablonskaya, doctor of agricultural sciences, associate professor of the department of chemistry, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1043-5879>, yablonskay@mail.ru

Evgeniya V. Belokur, senior lecturer of the department of higher mathematics, evgeniakoa@mail.ru

Anastasia V. Kazakevich, senior lecturer of the department of higher mathematics, voskresenia@gmail.com

Ekaterina N. Dolzhenko, assistant of the department of building materials and structures, bigna@mail.ru

References

1. Budrin, P.V. (1927). *Zelenoe udobrenie* [Green fertilizer]. Moscow-Leningrad, Sel'khozgiz Publ., 76 p.
2. Pryanishnikov, D.N. (1953). Lyupin — na sluzhbu sotsialisticheskomu zemledeliyu [Lyupin — in the service of socialist agriculture]. *Izbrannye sochineniya* [Selected writings]. Moscow, AN SSSR, vol. 2, pp. 7-19.
3. Loshakov, V.G. (2015). *Zelenoe udobrenie v zemledelii Rossii* [Green fertilizer in Russian agriculture]. Moscow, VNIIA, 300 p.
4. Alekseev, E.K. (1948). *Zelenoe udobrenie v SSSR* [Green fertilizer in SSSR]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 469 p.
5. Alekseev, E.K. (1959). *Zelenoe udobrenie v nechernozemnoi poloshe* [Green fertilizer in non-chernozem strip]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 278 p.
6. Takunov, I.P. (1996). *Lyupin v zemledelii Rossii* [Lyupin in Russian agriculture]. Bryansk, Pridesen'e Publ., 372 p.
7. Kuznetsov, V.P. (1951). *Zelenoe udobrenie v sel'skom khozyaistve Uzbekistana* [Green fertilizer in agriculture of Uzbekistan]. Tashkent, AN UzbSSR, 76 p.
8. Dobrokhleb, I.F. (1958). *Primenenie zelenogo udobreniya v Moskovskoi oblasti* [Application of green fertilizer in the Moscow region]. Moscow, Moskovskii rabochii Publ., 55 p.
9. Yukhimchuk, F.F. (1963). *Lyupin v zemledelii* [Lyupin in agriculture]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 359 p.
10. Dovban, K.I. (1981). *Primenenie zelenykh udobrenii v intensivnom zemledelii* [Application of green fertilizer in agriculture]. Minsk, Uradzhai Publ., 206 p.
11. Dovban, K.I. (1990). *Zelenoe udobrenie* [Green fertilizer]. Moscow, Agropromizdat Publ., 208 p.
12. Kazantsev, V.P. (1999). Ispol'zovanie kapustnykh kul'tur na zelenoe udobrenie v Sibiri [Using of a cabbage crops for the green manure in Siberi]. *Zemledelie*, no. 4, pp. 10-14.
13. Berzin, A.M., Shredt, A.A. (2001). Ispol'zovanie zelenykh udobrenii v Krasnodarskom krae [Application of green fertilizer in agriculture of Krasnoyarsk region]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 5, pp. 27-32.
14. Berzin, A.M. (2002). *Zelenoe udobrenie v Srednei Sibiri* [Green fertilizer in agriculture of the Middle Siberian]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Agricultural Institute, 395 p.
15. Berko, I.D. (1962). *Primenenie zelenykh udobrenii pod ris na Kubani* [Application of green fertilizer in the rice in Kuban]. Cand. agricultural sci. diss. Abstr. Krasnodar, Kuban Agricultural Institute, 28 p.
16. Kormilitsyn, R.F. (1999). Razvitie sideratsii v Povolzh'e [Development of green manure in the Volga region]. *Zemledelie*, no. 1, pp. 28-31.
17. Kulzhinskiy, S.P. (1914). *Otchet po kolektivnym opytam. Vliyaniye v 1914 g. na urozhai ozimoi rzhi lyupinovogo zelenogo udobreniya i mineral'nykh, vnesennykh pod lyupin v 1913 g.* [Collective experience report in 1914. Influence on the yield of winter rye of lupine green fertilizer and mineral applications for lupine in 1913]. Nezhin, Chernigovskoye Gubernskoye Zemstvo.
18. Maistrenko, N.N. (2010). Efficektivnost' sideral'nykh smesey pod kartofel' [The effectiveness of a green manure mixtures for potatoes]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 35-36.
19. Avazov, I. (1973). Gorchitsa i raps na zelenoe udobrenie [Mustard and rapeseed for green manure]. *Zemledelie*, no. 7, pp. 28-29.
20. Bazyrev, G.I., Loshakov, V.G., Puponin, A.I. i dr. (2000). *Zemledelie* [Agriculture]. Moscow, Timiryazev agricultural academy, 788 p.
21. Loshakov, V.G. (2017). *Izbrannye trudy. Teoriya i praktika Rossiiskogo zemledeliya i obrazovaniya* [Selected works. Theory and practice of Russian agriculture and education]. Vol. 1. Moscow, LAP LAMBERT Academic Publishing, 648 p.
22. Loshakov, V.G. (2017). *Izbrannye trudy. Teoriya i praktika Rossiiskogo zemledeliya i obrazovaniya* [Selected works. Theory and practice of Russian agriculture and education]. Vol. 2. Moscow, LAP LAMBERT Academic Publishing, 668 p.
23. Loshakov, V.G. (2017). Ekhkologicheskie i fitosanitarnye funktsii zelenogo udobreniya [Ecological and phytosanitary functions of green manure]. *Uspekhi sovremennoi nauki* [Advances in modern science], vol. 1, no. 10, pp. 24-31.
24. Loshakov, V.G. (2018). Zelenoe udobrenie kak faktor povysheniya plodorodiya pochvy, biologizatsii i ehkologizatsii zemledeliya [Green fertilizer as a factor in increasing soil fertility, biologization and ecologization of agriculture]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2, pp. 24-29.



Научная статья

УДК 631.452:631.445.4:631.51.01

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_173

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ СОИ

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

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты исследования влияния способов основной обработки почвы (вспашка с оборотом пласта, 20-22 см); комбинированной обработки (дискование + чизель, 20-22 см); поверхностной обработки (дискование до 8 см); прямого посева (No-till) на изменение агрохимических показателей плодородия чернозема типичного в почвенно-климатических условиях Курской области под посевами сои. Установлено, что при уменьшении глубины и переходе на ресурсосберегающие способы обработки происходит повышение содержания в почве гумуса на 0,28-0,54%, общего азота — на 0,01%, азота щелочногидролизуемого — на 0,50-0,79 мг/100 г, подвижного фосфора — на 0,8-5,0 мг/100 г, обменного калия — на 4,3-8,0 мг/100 г. Отмечается дифференциация плодородия почвы по слоям, обусловленная снижением глубины обработки, с накоплением гумуса, азота, фосфора и калия в верхнем 0-10 см слое, с наибольшей степенью дифференциации при прямом посеве. Установлена тенденция к подкислению почвы при использовании вспашки и прямого посева с $pH_{к_{cl}}$ 5,3 до pH 5,0. При безотвальных способах обработки (комбинированной и поверхностной) происходит накопление минерального азота в слое 0-20 см больше на 0,43-0,50 мг/100 г по сравнению с отвальной обработкой (вспашка) и прямым посевом. Минимизация обработки способствует увеличению содержания подвижного натрия в почве с максимальным количеством при прямом посеве. При этом отмечается повышение содержания подвижного натрия в слое 10-20 см по сравнению со слоем 0-10 см, независимо от способа основной обработки, на 0,79-1,67 мг/кг. При комбинированной и поверхностной обработках происходит увеличение содержания подвижного кальция в почве, что связано с уровнем кислотности почвы.

Ключевые слова: вспашка, комбинированная обработка, поверхностная обработка, прямой посев, плодородие почвы

Original article

CHANGES IN THE FERTILITY OF TYPICAL CHERNOZEM WITH VARIOUS METHODS OF PRIMARY TILLAGE UNDER SOYBEANS

D.V. Dubovik, E.V. Dubovik, A.N. Morozov, A.V. Shumakov

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Abstract. Studies were conducted to determine the influence of methods of primary tillage (plowing with a soil sheet turnover, 20-22 cm deep); combined tillage (disking + chisel, 20-22 cm deep); surface tillage (disking up to 8 cm); direct sowing (No-till) on the change in agrochemical indicators of the fertility of typical chernozem under the soil and climatic conditions of Kursk region under soybeans. It was found that with a decrease in tillage depth and the transition to resource-saving methods of tillage, the content of humus in the soil increased by 0.28-0.54%, total nitrogen by 0.01%, alkaline hydrolyzable nitrogen by 0.50-0.79 mg/100 g, mobile phosphorus by 0.8-5.0 mg/100 g, exchangeable potassium by 4.3-8.0 mg/100 g. There is a differentiation of soil fertility by layers, due to a decreased depth of cultivation, with the accumulation of humus, nitrogen, phosphorus and potassium in the upper 0-10 cm layer, with a maximum degree of differentiation during direct sowing. There is a tendency to soil acidification when using plowing and direct sowing from $pH_{k_{cl}}$ 5.3 to pH 5.0. With boardless tillage methods (combined and surface ones), mineral nitrogen accumulates in a layer of 0-20 cm by 0.43-0.50 mg/100 g compared to moldboard tillage (plowing) and direct sowing. Minimization of tillage contributes to an increase in the content of mobile sodium in the soil with the maximum amount during direct sowing. At the same time, there is an increase in the content of mobile sodium in the 10-20 cm layer compared to the 0-10 cm layer, regardless of the method of primary tillage by 0.79-1.67 mg/kg. With combined and surface methods of tillage, there is an increase in the content of mobile calcium in the soil, which is associated with the level of soil acidity.

Keywords: plowing, combined tillage, surface tillage, direct sowing, soil fertility

Введение

В настоящее время перед сельскохозяйственным производством довольно остро стоит задача получения запланированного количества продукции высокого качества при условии сохранения почвенного плодородия. Для решения этой задачи необходима разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и, в частности, сои.

Одним из наиболее энергозатратных элементов агротехнологий является обработка почвы [1]. При этом чем больше глубина обработки почвы, тем больше затрат энергоресурсов приходится на нее. Поэтому, с целью сокращения затрат, а также воспроизводства плодородия почв, в ресурсосберегающих технологиях

предусмотрен переход на минимизацию механических обработок почвы [2].

Одним из факторов выбора того или иного способа обработки является уровень его воздействия на изменение агрохимических свойств почвы. В многочисленных исследованиях отмечается неоднозначное влияние минимизации механической обработки почвы на ее агрохимические показатели. Так, механическая обработка почвы оказывает существенное воздействие на направленность трансформации органического вещества в почве [3, 4]. Имеются данные о накоплении органического вещества в верхних слоях почвы при минимизации обработки за счет увеличения в них количества пожнивных-корневых остатков [38, 39, 40]. При этом замедление разложения растительных остатков,

накапливающихся в верхнем слое почвы, при минимальных обработках может снижать содержание минерального азота [8].

Минимизация основной обработки почвы может приводить к дифференциации пахотного слоя по содержанию элементов питания [9], особенно таких, как фосфор и калий [10, 11].

В связи с этим оценка воздействия минимизации способов основной обработки почвы на агрохимические показатели почвенного плодородия является актуальным вопросом.

Цель, объекты и методы исследований

Целью исследований являлось изучение влияния минимизации способов основной обработки почвы на изменение агрохимических

показателей чернозема типичного в почвенно-климатических условиях Курской области под посевами сои.

Исследования проведены в полевом стационарном опыте ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская область, Курский район, п. Черемушки) в 2019-2021 гг.

Схема опыта включала следующие варианты: вспашка с оборотом пласта (20-22 см); комбинированная обработка (дискование + чизель) на глубину 20-22 см; поверхностная обработка (дискование) на 8-10 см; без обработки (прямой посев — No-till). Способы обработки почвы применялись систематически для каждого варианта с 2015 г. Исследования выполнены в 2019-2021 гг. на посевах сои (*Glycine max*) сорта Казачка.

При изучении способов основной обработки почвы при возделывании сои особое внимание уделялось использованию технологии No-till в почвенно-климатических условиях Курской области. При этом необходимо учитывать, что положительный результат от данной технологии может проявляться не ранее 4-го года систематического применения [12].

Варианты в полевом опыте размещались систематически в один ярус. Площадь посевной делянки 6000 м² (60×100), повторность трехкратная. Отбор проб проводился после уборки сои. Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым.

Агрохимические показатели плодородия почвы определялись по следующим методикам: общий гумус — по ГОСТ 26213-91; азот щелочногидролизующий — по Корнфилду; подвижный фосфор и калий — по Чирикову (ГОСТ 26204-91); обменный кальций и магний — по ГОСТ 26487-85; рН_{ксл} — по ГОСТ 26483-85; гидролитическую кислотность — по ГОСТ 26212-91; нитратный азот — по ГОСТ 26488-85; аммонийный азот — по ГОСТ 26489-85; степень подвижности фосфора и калия — по Методическим указаниям по определению степени подвижности фосфора и калия в почвах [13]. Определение содержания в почве подвижных форм натрия и кальция было проведено методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе ААС-3. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

Результаты и обсуждение

Одним из наиболее значимых показателей, характеризующих плодородие почвы, является содержание гумуса. Исследования под посевами сои показали, что в среднем в слое почвы 0-20 см наиболее высокое содержание гумуса было при использовании прямого посева — 5,62% (табл. 1). С увеличением глубины обработки почвы и изменением способа механического воздействия на нее происходит снижение содержания гумуса в пахотном слое. Так, по сравнению с прямым посевом, количество гумуса при отвальной обработке снижается на 0,54%, безотвальной (комбинированной) обработке — на 0,44%, поверхностной обработке — на 0,28%.

При этом, независимо от способа обработки почвы, наблюдается тенденция в накоплении гумуса в верхнем слое почвы 0-10 см, которая усиливается по мере минимизации обработки. Так, разница между слоями почвы в содержании гумуса при вспашке составляла 0,19%, комбинированной обработке — 0,31%, поверхностной обработке — 0,49%, прямом посеве — 0,53%.

Очевидно, что дифференциация содержания гумуса в почвенных слоях связана с большим накоплением растительных остатков в верхнем слое по мере снижения глубины обработки.

Количество общего азота в почве имеет высокую степень связи с содержанием гумуса ($r=0,84$). При всех изучаемых способах обработки почвы содержание общего азота было выше в верхнем слое 0-10 см, чем в слое 10-20 см (табл. 1). Отмечается увеличение количества общего азота в почве при прямом посеве.

Содержание щелочногидролизующего азота в почве тесно связано с содержанием гумуса ($r=0,94$) и общего азота ($r=0,70$), в связи с чем закономерности его распределения аналогичны распределению гумуса. В среднем меньше всего щелочногидролизующего азота содержалось в почве при вспашке — 15,61 мг/100 г. Его наибольшее количество отмечается при прямом посеве — 16,40 мг/100 г, что выше, чем при вспашке на 0,79 мг/100 г, комбинированной обработке — на 0,49 мг/100 г, поверхностной обработке — на 0,50 мг/100 г (табл. 1).

При этом также отмечается накопление щелочногидролизующего азота в верхнем слое почвы (0-10 см) при безотвальной и минимальных способах обработки с максимумом при прямом посеве — 16,80 мг/100 г. Разница между слоями почвы 0-10 и 10-20 см составляла: при комбинированной обработке — 0,35 мг/100 г, поверхностной обработке — 0,79 мг/100 г, прямом посеве — 0,79 мг/100 г. При отвальной обработке содержание щелочногидролизующего азота в слое 0-10 см было незначительно ниже, чем в слое 10-20 см — на 0,08 мг/100 г почвы.

При выборе способа основной обработки почвы необходимо учитывать его воздействие на кислотно-основные свойства почвы. В проведенных исследованиях установлено, что способ обработки почвы существенно влиял на уровень кислотности почвы (табл. 2).

Можно отметить, что при крайне противоположных способах обработки — вспашке и прямом посеве наблюдается подкисление почвы (рН_{ксл} 5,0). В среднем наименее кислая реакция почвенного раствора выявлена при использовании комбинированной обработки — рН_{ксл} 5,3, при переходе на поверхностную обработку рН составила 5,2. Существенной разницы между почвенными слоями по уровню рН не выявлено.

Характер изменения гидролитической кислотности почвы был аналогичен показателям рН, так как между ними существует обратная прямая зависимость ($r=-0,97$).

Содержание обменного кальция и магния незначительно различалось по слоям почвы и способам основной обработки. Можно отметить тенденцию к снижению содержания кальция при увеличении уровня кислотности чернозема типичного, что объясняется повышением его растворимости в кислой почве ($r=0,75$).

Важным показателем почвенного плодородия является содержание в почве подвижных форм фосфора и калия. При изучении фосфорно-калийного режима чернозема типичного в зависимости от используемых способов основной обработки почвы установлены следующие закономерности.

Как в слое почвы 0-10 см, так и в слое 10-20 см при использовании вспашки отмечается наименьшее содержание подвижных форм фосфора по сравнению с другими изучаемыми вариантами — 15,9 мг/100 г (табл. 3). При переходе на безотвальные приемы обработки почвы количество подвижного фосфора в среднем по слою 0-20 см повышается на комбинированной, поверхностной обработках и прямом посеве, соответственно, на 1,6, 0,8, и 5,0 мг/100 г.

Таблица 1. Содержание гумуса и азота в черноземе типичном
Table 1. Humus and nitrogen content in typical chernozem

Способ обработки почвы	Глубина, см	Гумус, %	Н общий, %	Н щелочногидролизующий, мг/100 г
Вспашка	0-10	5,27	0,24	15,57
	10-20	5,08	0,23	15,65
Комбинированная	0-10	5,42	0,24	16,08
	10-20	5,11	0,23	15,73
Поверхностная	0-10	5,67	0,24	16,29
	10-20	5,18	0,24	15,50
Прямой посев	0-10	5,88	0,25	16,80
	10-20	5,35	0,24	16,01
НСР ₀₅	обработка	0,27	0,011	0,73
	слой	0,19	0,008	0,46

Таблица 2. Кислотно-основные свойства почвы
Table 2. Acid-base properties of the soil

Способ обработки почвы	Глубина, см	рН _{ксл}	Нг	Ca ²⁺	Mg ²⁺
			мг-экв/100 г почвы		
Вспашка	0-10	5,0	5,93	20,6	4,5
	10-20	5,0	5,88	20,6	4,9
Комбинированная	0-10	5,3	4,60	21,4	4,1
	10-20	5,3	4,37	21,4	4,1
Поверхностная	0-10	5,2	4,96	20,6	4,5
	10-20	5,2	4,87	20,6	4,5
Прямой посев	0-10	5,0	5,91	19,4	4,5
	10-20	5,1	5,38	20,2	4,5
НСР ₀₅	обработка	0,1	0,49	0,9	0,4
	слой	0,1	0,34	0,6	0,3



Таблица 3. Фосфорно-калийный режим чернозема типичного
Table 3. Phosphorus-potassium regime of typical chernozem

Способ обработки почвы	Глубина, см	P ₂ O ₅	K ₂ O	Степень подвижности	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг/100 г		мг/л	
Вспашка	0-10	16,2	10,5	0,309	3,3
	10-20	15,6	11,3	0,284	3,7
Комбинированная	0-10	17,7	15,0	0,350	5,1
	10-20	17,2	13,6	0,255	4,5
Поверхностная	0-10	16,9	15,4	0,365	5,4
	10-20	16,4	13,8	0,281	3,4
Прямой посев	0-10	22,6	22,9	0,861	10,9
	10-20	19,3	14,9	0,433	4,1
НСР ₀₅	обработка	1,9	4,1	0,101	2,1
	слой	1,5	3,3	0,082	1,8

По слоям почвы существенных различий в содержании подвижного фосфора на вспашке и комбинированной и поверхностной обработках не выявлено (разница составляла 0,5-0,6 мг/100 г), но отмечается тенденция к повышению количества фосфора в верхнем 0-10 см слое. При прямом посеве содержание подвижного фосфора в слое 0-10 см было значимо выше, чем в слое 10-20 см — на 3,3 мг/100 г.

Характер изменения степени подвижности фосфора повторял закономерности в его распределении по вариантам опыта, что обусловлено весьма высокой связью этих показателей (r=0,95). Так, в среднем наименьшая степень подвижности фосфора отмечается при вспашке (0,296 мг/л), а наибольшая при прямом посеве (0,647 мг/л). В слое почвы 0-10 см степень подвижности была выше, чем в слое 0-20 см на 0,025-0,428 мг/л.

Содержание обменного калия в почве было наибольшим при прямом посеве (в среднем 18,9 мг/100 г) (табл. 3). По сравнению с прямым посевом количество калия в среднем в слое 0-20 см снижалось при вспашке на 8,0 мг/100 г, комбинированной обработке — на 4,6 мг/100 г, поверхностной обработке — на 4,3 мг/100 г.

По слоям почвы при вспашке, комбинированной и поверхностной обработках существенных различий в изменении данного показателя не наблюдалось (разница 0,8-1,6 мг/100 г). При использовании прямого посева в слое 0-10 см количество калия было на 8,0 мг/100 г выше, чем в слое 10-20 см.

Степень подвижности калия повторяла особенности распределения его обменной формы,

так как эти показатели находятся в весьма высокой степени зависимости (r=0,95). В среднем самая высокая степень подвижности калия отмечена при прямом посеве — 7,5 г/л, а наименьшая при вспашке — 3,5 г/л. В верхнем слое почвы (0-10 см) степень подвижности калия при минимизации обработки была выше, чем в нижележащем слое (10-20 см) на 0,6-6,8 г/л.

Для питания сои большое значение имеет содержание доступных минеральных форм азота в почве. Содержание нитратного азота в верхнем слое 0-20 см было наиболее высоким при поверхностной обработке — 0,63 мг/100 г (табл. 4).

В целом содержание нитратного азота при вспашке, комбинированной обработке и прямом посеве существенно не изменялось и составляло 0,43-0,59 мг/100 г. В слое почвы 10-20 см при вспашке количество нитратного азота было выше по сравнению с верхним 0-10 см слоем. При усилении минимизации обработки в нижнем слое произошло существенное повышение нитратного азота относительно слоя 0-10 см. Так, его содержание здесь увеличилось при комбинированной обработке в 1,2 раза, поверхностной обработке — в 1,4 раза, прямом посеве — в 1,8 раза.

Содержание аммонийного азота в слое 0-10 см было минимальным при вспашке (табл. 4). При минимизации обработки почвы происходит увеличение количества аммонийного азота в этом слое на 0,23-0,24 мг/100 г. В слое 0-20 см содержание аммонийного азота в почве по изучаемым способам основной обработки существенно не изменялось и составляло 0,35-0,46 мг/100 г. Существенные изменения этой

формы азота между слоями почвы отмечают при вспашке (0,16 мг/100 г) и прямом посеве (0,13 мг/100 г).

В целом в слое 0-20 см можно отметить увеличение содержания минерального азота (N-NO₃ + N-NH₄) при безотвальных обработках (комбинированной и поверхностной) на 0,47-0,50 мг/100 г по сравнению с отвальной обработкой (вспашка) и на 0,43-0,46 мг/100 г по сравнению с вариантом без обработки почвы (прямой посев).

Очевидно, что такие различия в содержании минерального азота обусловлены микроклиматическими условиями, формирующимися при разных способах обработки почвы, особенно прямом посеве. Оставленная стерня при прямом посеве способствует созданию менее благоприятных условий для разложения растительных остатков. В результате замедляется разложение биомассы остатков и снижается высвобождение азотсодержащих веществ [14]. Снижение минерального азота при вспашке обусловлено большей урожайностью и, соответственно, большим расходом азота растениями.

Среди химических элементов, жизненно необходимых растениям, важное место занимают натрий и кальций. Натрий необходим для транспорта веществ через мембраны, входит в так называемый натрий-калиевый насос. При этом высокое содержание подвижных соединений натрия ухудшает как физические, так и агрохимические свойства почв. Кальций играет важную роль в процессе почвообразования, поскольку его ионы входят в состав почвенных коллоидов. Он регулирует кислотность почвенного раствора, влияя на соотношение ионов H⁺ и OH⁻ [15].

Одним из факторов, обуславливающих содержание подвижных форм этих элементов в почве, является основная обработка почвы. Различные приемы основной обработки почвы, воздействуя на ее водный, воздушный и микробиологический режимы, способствуют изменению содержания подвижных форм натрия и кальция в почве.

В проведенных исследованиях наблюдается повышение содержания подвижного натрия при минимизации обработки в верхнем слое почвы 0-10 см. Так, по сравнению со вспашкой его количество увеличилось при комбинированной обработке на 0,22 мг/кг, поверхностной обработке — на 1,99 мг/кг, прямом посеве — на 3,58 мг/кг (табл. 5). В слое 10-20 см наблюдается повышение содержания подвижного натрия по сравнению со слоем 0-10 см, независимо от способа основной обработки, на 0,79-1,67 мг/кг.

Таблица 4. Содержание минерального азота в почве
Table 4. The content of mineral nitrogen in the soil

Способ обработки почвы	Глубина, см	N-NO ₃	N-NH ₄	Σ
		мг/100 г		
		Вспашка	0-10	0,44
Комбинированная	0-10	0,54	0,49	1,01
	10-20	0,63	0,46	1,12
Поверхностная	0-10	0,52	0,49	1,01
	10-20	0,73	0,41	1,14
Прямой посев	0-10	0,31	0,48	0,79
	10-20	0,55	0,35	0,90
НСР ₀₅	обработка	0,16	0,14	0,23
	слой	0,11	0,12	0,16

Таблица 5. Содержание подвижного натрия и кальция в почве
Table 5. The content of mobile sodium and calcium in the soil

Способ обработки почвы	Глубина, см	Na	Ca
		мг/кг	
		Вспашка	0-10
Комбинированная	0-10	9,91	3258,0
	10-20	10,70	3135,0
Поверхностная	0-10	11,68	3382,2
	10-20	13,01	2988,0
Прямой посев	0-10	13,27	2896,1
	10-20	14,94	2696,9
НСР ₀₅	обработка	1,89	257,2
	слой	1,27	181,8





Наиболее существенное увеличение подвижного натрия в слое 10-20 см отмечается при прямом посеве — на 1,93-4,24 мг/кг.

Содержание подвижного кальция в слое почвы 0-10 см было выше, чем в слое 10-20 см при всех изучаемых способах обработки на 123,0-394,2 мг/кг. При этом наиболее высокое количество кальция в этом слое почвы отмечается при поверхностной обработке (табл. 5). В среднем по слою 0-20 см наименьшее содержание подвижного кальция было при вспашке и прямом посеве, а наибольшее при комбинированной и поверхностной обработках. Очевидно, это связано с уровнем кислотности почвы, формирующимся при используемых способах основной обработки. Это подтверждается высокой корреляционной связью между содержанием в почве подвижного кальция и pH почвенного раствора ($r=0,73$), а также заметной связью с количеством обменного кальция ($r=0,51$).

Выводы

Таким образом, установлено, что постоянное применение отвальной обработки почвы ведет к снижению уровня почвенного плодородия. При уменьшении глубины и переходе на ресурсосберегающие способы обработки происходит повышение содержания в почве гумуса на 0,28-0,54%, общего азота — на 0,01%, азота щелочно-гидролизуемого — на 0,50-0,79 мг/100 г, подвижного фосфора — на 0,8-5,0 мг/100 г, обменного калия — на 4,3-8,0 мг/100 г.

При минимизации обработки почвы отмечается дифференциация плодородия почвы по слоям, с накоплением гумуса, азота, фосфора и калия в верхнем 0-10 см слое, причем наибольшая степень дифференциации происходит при прямом посеве.

При использовании вспашки и прямого посева происходит подкисление почвы с $pH_{\text{кис}}$ 5,3, до pH 5,0, снижается содержание обменного кальция в почве.

При безотвальных способах обработки (комбинированной и поверхностной) происходит увеличение накопления минерального азота в слое 0-20 см на 0,43-0,50 мг/100 г по сравнению с отвальной обработкой (вспашка) и прямым посевом.

При минимизации обработки наблюдается увеличение содержания подвижного натрия в почве с максимальным количеством при прямом посеве. При этом отмечается повышение содержания подвижного натрия в слое 10-20 см по сравнению со слоем 0-10 см, независимо от способа основной обработки, на 0,79-1,67 мг/кг. При комбинированной и поверхностной обработках происходит увеличение содержания подвижного кальция в почве, что обусловлено уровнем кислотности почвы.

Информация об авторах:

Дубовик Дмитрий Вячеславович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1585-6990>, dubovikdm@yandex.ru

Дубовик Елена Валентиновна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, dubovikev@yandex.ru

Морозов Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4870-2995>, alex.morozoff76@yandex.ru

Шумаков Александр Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8620-7816>, kniapp@mail.ru

Information about the authors:

Dmitry V. Dubovik, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1585-6990>, dubovikdm@yandex.ru

Elena V. Dubovik, doctor of biological sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, dubovikev@yandex.ru

Alexander N. Morozov, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4870-2995>, alex.morozoff76@yandex.ru

Alexander V. Shumakov, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8620-7816>, kniapp@mail.ru

Список источников

1. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Эффективность обработки почвы в севооборотах на различных типах почв Центрального Предкавказья // Земледелие. 2017. № 4. С. 19-22.

2. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии. СПб.: Лань, 2021. 464 с.

3. Rennert, Th., Ghong, N.P., Rinklebe, J. (2017). Permanganate-oxidizable soil organic matter in floodplain soils. *Catena*, no. 149, pp. 381-384. doi: 10.1016/j.catena.2016.10.020

4. Romero, C.M., Engel, R.E., D'Andrilli, J., Chen, Ch., Zabinski, C., Miller, P.R., Wallander, R. (2018). Patterns of change in permanganate oxidizable soil organic matter from semiarid drylands reflected by absorbance spectroscopy and Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *Organic Geochemistry*, no. 120, pp. 19-30. doi: 10.1016/j.orggeochem.2018.03.005

5. Власенко А.Н., Кудашкин П.И., Власенко Н.Г. Влияние ресурсосберегающих технологий на содержание гумуса в черноземе выщелоченном северной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2020. № 5. С. 3-5. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10501

6. Mulumba, L.N., Lal, R. (2008). Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, vol. 98, pp. 106-111. doi: 10.1016/j.still.2007.10.011

7. Kahlon, M.S., Lal, R., Ann-Varughese, M. (2013). Twenty-two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research*, vol. 126, pp. 151-58. doi: 10.1016/j.still.2012.08.001

8. Malhi, S.S., Nyborg, M., Goddard, T., Puurveen, D. (2011). Long-term tillage, straw management and N fertilization effects on quantity and quality of organic C and N in a Black Chernozem soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, no. 90, pp. 227-241. doi: 10.1007/s10705-011-9424-6

9. Кураченко Н.Л., Колесник А.А. Содержание и пространственное распределение подвижных элементов питания агрочерноземов в зависимости от способов основной обработки почвы // Агробиология. 2020. № 7. С. 11-16. doi: 10.31857/S0002188120030084

10. Дридигер В.К., Иванов А.Л., Белобров В.П., Кутюева О.В. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева // Почвоведение. 2020. № 9. С. 1111-1120. doi: 10.31857/S0032180X20090038

11. Komissarov, M.A., Klik, A. (2020). The impact of no-till, conservation, and conventional tillage systems on erosion and properties in Lower Austria. *Eurasian Soil Science*, vol. 53, no. 4, pp. 503-511. doi: 10.1134/S1064229320040079

12. Дридигер В.К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву (методические рекомендации). Ставрополь: Сервисшкола, 2020. 69 с.

13. Минеев В.Г. и др. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

14. Nyborg, J.M., Solberg, E.D., Jsaurralde, R.C. et al. (1995). Influence of long-term tillage straw and N fertilizer on barley yield, plant-N uptake and soil-N balance. *Soil and Tillage Research*, no. 3, pp. 165-174.

15. Шейджен А.Х. Биогеохимия. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. 1028 с.

References

1. Kuzychenko, Yu.A., Kulintsev, V.V., Kobozev, A.K. (2017). Effektivnost' obrabotki pochvy v sevooborotakh na razlichnykh tipakh pochv Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Efficiency of soil cultivation in crop rotations on various types of soils of the Fore-Caucasus]. *Zemledelie*, no. 4, pp. 19-22.

2. Kiryushin, V.I., Kiryushin, S.V. (2021). *Agrotekhnologii* [Agrotechnologies]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 464 p.

3. Rennert, Th., Ghong, N.P., Rinklebe, J. (2017). Permanganate-oxidizable soil organic matter in floodplain soils. *Catena*, no. 149, pp. 381-384. doi: 10.1016/j.catena.2016.10.020

4. Romero, C.M., Engel, R.E., D'Andrilli, J., Chen, Ch., Zabinski, C., Miller, P.R., Wallander, R. (2018). Patterns of change in permanganate oxidizable soil organic matter from semiarid drylands reflected by absorbance spectroscopy and Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *Organic Geochemistry*, no. 120, pp. 19-30. doi: 10.1016/j.orggeochem.2018.03.005

5. Vlasenko, A.N., Kudashkin, P.I., Vlasenko, N.G. (2020). Vliyaniye resursosberegayushchikh tekhnologiy na sodержание gumusa v chernozeme vyshchelochennom severnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Influence of resourcesaving technologies on the humus content in leached chernozem of the Northern forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 3-5. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10501

6. Mulumba, L.N., Lal, R. (2008). Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, vol. 98, pp. 106-111. doi: 10.1016/j.still.2007.10.011

7. Kahlon, M.S., Lal, R., Ann-Varughese, M. (2013). Twenty-two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research*, vol. 126, pp. 151-58. doi: 10.1016/j.still.2012.08.001

8. Malhi, S.S., Nyborg, M., Goddard, T., Puurveen, D. (2011). Long-term tillage, straw management and N fertilization effects on quantity and quality of organic C and N in a Black Chernozem soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, no. 90, pp. 227-241. doi: 10.1007/s10705-011-9424-6

9. Kurachenko, N.L., Kolesnik, A.A. (2020). Soderzhanie i prostanstvennoye raspredeleniye podvizhnykh ehlementov pitaniya agrochernozemov v zavisimosti ot sposobov osnovnoy obrabotki pochvy [Content and spatial distribution of agrochemical significant of the agrochernozems in the conditions of main processing of the soil]. *Agrokhiimiya* [Agricultural chemistry], no. 7, pp. 11-16. doi: 10.31857/S0002188120030084

10. Dridiger, V.K., Ivanov, A.L., Belobrov, V.P., Kutovaya, O.V. (2020). Vosstanovleniye svoystv pochv v tekhnologii pryamogo poseva [Restoration of soil properties by using direct sowing technology]. *Pochvovedeniye* [Soil science], no. 9, pp. 1111-1120. doi: 10.31857/S0032180X20090038

11. Komissarov, M.A., Klik, A. (2020). The impact of no-till, conservation, and conventional tillage systems on erosion and properties in Lower Austria. *Eurasian Soil Science*, vol. 53, no. 4, pp. 503-511. doi: 10.1134/S1064229320040079

12. 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.

13. Mineev, V.G. i dr. (2001). *Praktikum po agrokhiimii* [Workshop on agrochemistry]. Moscow, Moscow State University, 689 p.

14. Nyborg, J.M., Solberg, E.D., Jsaurralde, R.C. et al. (1995). Influence of long-term tillage straw and N fertilizer on barley yield, plant-N uptake and soil-N balance. *Soil and Tillage Research*, no. 3, pp. 165-174.

15. Sheudzen, A.Kh. (2003). *Biogekhiimiya* [Biogeochemistry]. Maykop, GURIPP "Adygeya", 1028 p.



Научная статья

УДК 631.81.095.337:633.34

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_177

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОХИМИКАТА НА ОСНОВЕ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ЭКО-СП НА ПОСЕВАХ СОИ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, А.Я. Башкатов

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. Представлены результаты лабораторных и полевых опытов по изучению эффективности использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП при возделывании сои на черноземных почвах Курской области. Установлено, что обработка семян сои гуминовым препаратом ЭКО-СП способствовала повышению энергии прорастания семян на 4%, лабораторной всхожести — на 3% и оказывала стимулирующее действие на рост проростков. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га увеличивало активность бобово-ризобияльного симбиоза, способствовало повышению количества азотфиксирующих клубеньков на 11,5 шт./растение, массы клубеньков — на 1,16 г/растение, количества фиксированного азота воздуха — на 27,0 кг/га в сравнении с контрольным вариантом. При использовании ЭКО-СП на посевах сои количество бобов с 1-го растения увеличивалось на 1,7 шт., количество зерен в бобе — на 0,2 шт., масса зерна с 1-го растения — на 1,41 г, масса 1000 зерен — на 3,4 г, что способствовало увеличению урожайности зерна сои на 5,1 ц/га или на 21,5%, повышению содержания протеина в зерне на 1,9%, жира — на 0,9%. При расчете экономической эффективности установлено, что использование гуминового препарата ЭКО-СП при возделывании сои было экономически выгодно. Внесение ЭКО-СП в дозе 2,5 л/га под предпосевную культивацию, а также двукратная обработка посевов в дозе 1,2 л/га в фазе 3 и 6-го тройчатого листа обеспечивало получение условно чистого дохода 70404 руб./га, при себестоимости 1 ц зерна сои равной 1305,42 руб. и уровне рентабельности 187,3%. Учитывая существенное снижение затрат из-за внесения агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в баковых смесях с пестицидами, экономическая эффективность использования этого препарата была еще выше.

Ключевые слова: соя, агрохимикат на основе гумусовых веществ ЭКО-СП, симбиотическая деятельность клубеньковых бактерий, урожайность, структура урожая, белок, жир, экономическая эффективность

Original article

THE EFFICIENCY OF ECO-SP AGROCHEMICAL BASED ON HUMUS SUBSTANCES APPLIED IN SOYBEANS 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

Abstract. The results of laboratory and field experiments to study the efficiency of the applied agrochemicals based on ECO-SP humus substances in soybean cultivation under the conditions of chernozem soils of Kursk region are presented. It was found that the treatment of soybean seeds with ECO-SP increased the germination energy of seeds by 4%, laboratory germination by 3%, and had a stimulating effect on the growth of seedlings. The application of the ECO-SP preparation for pre-sowing cultivation at a rate of 2.5 l/ha and double treatment of the crops in the phase of the 3rd triplet leaf at a rate of 1.2 l/ha and that of the 6th triplet leaf at a rate of 1.2 l/ha increased the activity of legume-rhizobial symbiosis, contributed to an increase in the number of nodules by 11.5 pcs /plant, the mass of nitrogen-fixing nodules by 1.16 g/plant, the amount of fixed nitrogen in the air by 27.0 kg/ha in comparison with the control variant. When using the ECO-SP preparation in soybeans, the number of beans per plant increased by 1.7 pcs., the number of grains per bean by 0.2 pcs., the weight of grain per plant by 1.41 g, the weight of 1000 grains by 3.4 g. This contributed to an increase in soybean yield by 5.1 centner/ha, or by 21.5%, increased the protein content in the grain by 1.9%, fat by 0.9%. Calculations of economic efficiency showed that the application of the preparation ECO-SP in soybeans was economically profitable. The application of the preparation ECO-SP for pre-sowing cultivation at a rate of 2.5 l/ha and double treatment of the crops in the phase of the 3rd triple leaf at a rate of 1.2 l/ha + treatment of the crops in the phase of the 6th triple leaf at a rate of 1.2 l/ha provided 70,404 rubles/ha of conditionally net income, with the cost of 1 kg of grain equal to 1,305.42 rubles and the level of profitability 187.3%. Taking into account the significant reduction in costs due to the application of agrochemicals based on ECO-SP humus substances in tank mixtures with pesticides, economic efficiency of applied preparation was even higher.

Keywords: soybeans, agrochemicals based on humus substances ECO-SP, symbiotic activity of nodule bacteria, yield, yield formula, protein, fat, economic efficiency

Введение

В последние годы при нехватке производственных ресурсов и стабильном росте цен на энергоносители в хозяйствах Курской области предпочтение отдается культурам и технологиям их возделывания, требующих наименьших энергозатрат. В связи с этим большой интерес представляет увеличение посевов сои — продовольственной, технической и кормовой

культуры, имеющей важное значение в условиях белкового дефицита [1, 2]. В сравнении с зерновыми злаковыми культурами зерно сои содержит в 2-3 раза больше белковых веществ, что обеспечивает высокий выход переработанного протеина и незаменимых аминокислот [3].

Увеличение посевной площади под сою в Курской области наблюдается с каждым годом.

Если в 2010-2015 гг. площади посева сои в области составляли 36-40 тыс. га, то уже в 2016 г. — 136, в 2017 г. — 173, в 2018 г. — 216, в 2019 г. — 281, в 2020 г. — 265, в 2021 г. — 277 тыс. га. Средняя урожайность сои по области колебалась от 17,0 ц/га в 2019 г. до 21,7 ц/га в 2020 г., а валовый сбор зерна сои в 2019 и 2020 гг. составил 600000 и 553000 т соответственно (рис. 1).

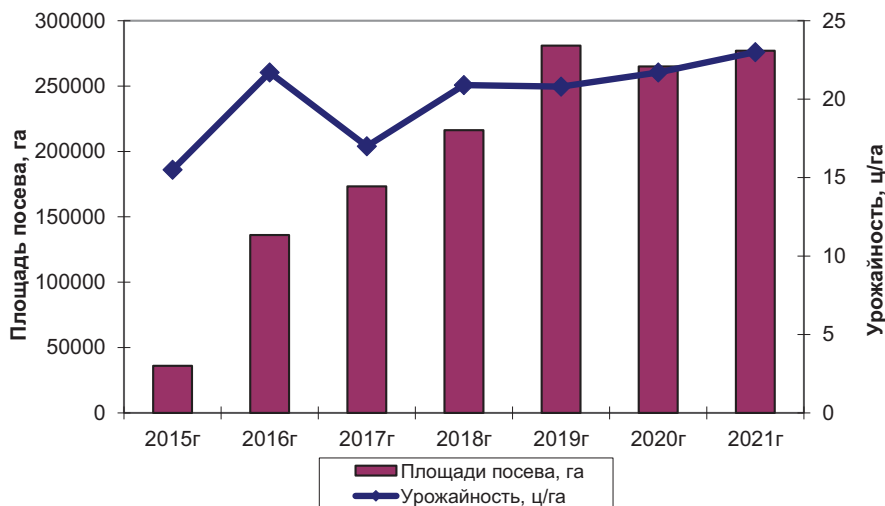


Рисунок 1. Динамика площадей посева и урожайности сои в Курской области
Figure 1. Dynamics of soybean acreage and yield in Kursk region

В некоторых районах Курской области, таких как Беловский, Суджанский, Золотухинский, Большесолдатский, урожайность сои в последние годы превышает среднеобластное значение и колеблется в пределах 21,4-29,7 ц/га. Это свидетельствует о достаточных резервах в повышении уровня урожайности и роста валовых сборов зерна этой ценной зернобобовой культуры. Обеспечить стабильное получение высоких урожаев высококачественной сои возможно лишь путем внедрения в производство агротехнологий возделывания нового поколения, в которых органично объединяются в единое целое принципы интенсификации, биологизации и ресурсосбережения [4, 5, 6].

Основными элементами технологий возделывания сои, направленными на увеличение урожайности качественной продукции, являются: использование скороспелых и ультраскороспелых, высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям их возделывания, внедрение эффективных систем защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, ресурсосберегающих способов обработки почвы, научно обоснованной системы удобрения [7, 8]. Таким образом, разработка технологий возделывания сои, основанных на учете особенностей сортовой агротехники, адаптация их к почвенно-климатическим условиям возделывания, являются весьма актуальной задачей и широко востребованы среди сельхозтоваропроизводителей.

Учитывая постоянный рост цен на минеральные удобрения и средства защиты растений, сельхозтоваропроизводители вынуждены искать иные пути повышения урожайности сои — возделывать ее по агротехнологиям нового поколения. Основой таких технологий является широкое использование биологических препаратов, регуляторов роста и бактериальных удобрений, позволяющих повышать иммунитет растений к наиболее опасным возбудителям болезней, применение которых с экономической точки зрения становится более выгодным и экологически безопасным [9, 10, 11].

Важное место среди биологических удобрений и стимуляторов роста растений в настоящее время занимают гуминовые препараты. Гуматы представляют собой группу естественных высокомолекулярных веществ, которые,

благодаря специфике своего строения и физико-химическим свойствам, обладают высокой физиологической активностью. Они не обладают токсичными, канцерогенными и мутагенными свойствами и не характеризуются эмбриологической активностью. Гуминовые препараты способствуют активизации метаболизма и размножения полезной почвенной микрофлоры, повышению защитных свойств растений против действия неблагоприятных физических (жара, холод), химических (тяжелые металлы, радионуклиды, засоление) и биологических (грибные, бактериальные, вирусные болезни) факторов, в результате способствуют формированию высоких урожаев сельскохозяйственных культур [12, 13, 14].

В число таких биоудобрений входит препарат ЭКО-СП, производимый на основе гумусовых веществ из растительного сырья (низинного торфа), содержащий в своем составе: гуминовые и фульвокислоты, растительные гормоны, amino- и простые органические кислоты, микроэлементы в легкоусвояемой (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 используется для обработки семян и внекорневой обработки растений на всех этапах вегетации (от обработки семян до дополнительных подкормок после перенесенного растениями стресса).

Цель, материалы и методика проведения исследований

Целью настоящего исследования являлось определение эффективности использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП при возделывании сои в почвенно-климатических условиях Курской области.

В 2019-2021 гг. в лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель ФГБНУ «Курский ФАНЦ» был заложен опыт по изучению эффективности применения агрохимиката ЭКО-СП на посевах сои. Исследования проводились в трехпольном

зерновом севообороте со следующим чередованием культур: яровой ячмень — соя — яровая пшеница. Схема опыта содержала следующие варианты: 1. Контроль (без обработок препаратом); 2. Внесение препарата ЭКО-СП в дозе 2,5 л/га под предпосевную культивацию; 3. Внесение препарата ЭКО-СП в дозе 2,5 л/га под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га.

Почва опытного участка — чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке полевого опыта содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляло 5,3%, щелочногидролизуемого азота — 69,0 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) — 8,8 и 14,5 мг/кг соответственно, реакция почвенной среды слабокислая — pH 5,4.

Варианты в опыте располагались систематически в один ярус, в трехкратной повторности. Площадь учетной делянки — 200 м².

Технология возделывания сои соответствовала общепринятой для хозяйств Центрально-Черноземного региона. Сорт сои — Казачка, норма посева — 0,6 млн всхожих семян/га, способ посева — рядовой (ширина междурядий 15 см), фон минерального питания — N₃₀P₃₀K₃₀. Уборка и учет урожая проводились самоходным комбайном «Сампо-500» прямым комбайнированием. Пересчет урожая проводился на 100%-ю чистоту и 12%-ю влажность зерна. Для определения структуры урожая за 1-2 дня до начала уборки сои с каждой делянки отбирались по 4 сноповых образца. После просушки снопов определялось: количество бобов с 1-го растения; количество зерен в 1-м бобе; масса зерна с 1-го растения; масса 1000 зерен.

Количество общего азота в корнях и надземной массе сои определялось по Кьельдалю. В образцах зерна сои определялось содержание белка и жира на анализаторе зерна «Infracore™1241». Натура зерна определялась по ГОСТ-10840-76, масса 1000 зерен — по ГОСТ-10842-76. Экономическая эффективность применения агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП рассчитывалась по общепринятой методике. Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод математического анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Помимо полевых исследований в лабораторных условиях определялось влияние препарата ЭКО-СП на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои по ГОСТ 12038-84.

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента были типичными для условий Курской области и характеризовались теплой и засушливой погодой. Среднесуточная температура вегетационного периода сои (май-сентябрь) 2019, 2020 и 2021 гг. была, соответственно, на 1,3, 1,4 и 1,1°C выше нормы при сумме осадков равной 72,3, 74,7 и 86,7% от среднего многолетнего их количества (288 мм).

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных лабораторных исследований показали, что обработка семян сои агрохимикатом на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в дозе 0,3 л/т способствовала



повышению энергии прорастания (на 3-й день проращивания) — на 4%, лабораторной всхожести семян (на 7-й день проращивания) — на 3% в сравнении с контрольным вариантом, а в дальнейшем оказывала стимулирующее действие на рост проростков зерна сои (рис. 2, табл. 1).

Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП в почву под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га обеспечивало повышение полевой всхожести семян сои на 3,5%, способствовало лучшему росту и развитию растений, образованию более мощной вегетативной массы и корневой системы в сравнении с контрольным вариантом (табл. 2).

Важной биологической особенностью сои является усвоение азота воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями (Rhizobiales). Соя, будучи новой культурой в Центральном Черноземье, нуждается в обязательной инокуляции

активными штаммами вирулентных клубеньковых бактерий. Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза зависит от величины и активности симбиотического аппарата. Чаще всего в качестве этих показателей используют количество и массу клубеньков на одно растение [15].

Наблюдения за симбиотической деятельностью растений в годы проведения эксперимента показали, что использование препарата ЭКО-СП при возделывании сои создавало оптимальные условия для нормальной жизнедеятельности клубеньковых бактерий на корнях растений. Это, в свою очередь, увеличивало активность бобово-ризобияльного симбиоза, способствовало повышению количества и массы азотфиксирующих клубеньков на растениях сои (табл. 3).

Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП под культивацию в дозе

2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га повышало количество клубеньков на 11,5 шт./растение, массу азотфиксирующих клубеньков — на 1,16 г/растение в сравнении с контрольным вариантом (рис. 3).

Расчеты количества фиксированного азота по коэффициенту Хопкинса-Питерса [15] показали, что в результате симбиотической деятельности клубеньковых бактерий за вегетационный период соя связывает от 65,1 до 92,1 кг/га азота, что на 50-60% удовлетворяет потребность растений в нем. Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои активизировало симбиотическую деятельность клубеньковых бактерий и способствовало повышению количества фиксированного азота растениями сои (табл. 4).



Рисунок 2. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои (а — на 3-й день, б — на 7-й день, в — на 14-й день проращивания)

Figure 2. Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds (a — on day 3, б — on day 7, в — on day 14 of germination)

Таблица 1. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои
Table 1. Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds

Вариант опыта	Энергия прорастания (на 3-й день проращивания), %	Лабораторная всхожесть, (на 7-й день проращивания), %
1. Контроль (без обработки препаратами)	86	91
2. ЭКО-СП, обработка семян, 3 л/т	90	94



Таблица 2. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на полевую всхожесть семян сои (2019-2021 гг.)

Table 2. Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the field germination of soybean seeds (2019-2021)

Вариант опыта	Число взошедших растений на 1 м ²	Полевая всхожесть, %
1. Контроль	54,2	90,3
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	56,3	93,8

Таблица 3. Влияние препарата ЭКО-СП на количество и массу клубеньков на корнях сои (фаза плодообразования) (2019-2021 гг.)

Table 3. Effect of the preparation on ECO-SP humus substances on the number and weight of nodules on soybean roots (fruit formation stage) (2019-2021)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт.	Масса клубеньков, г
1. Контроль	24,5	0,73
2. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию	34,7	1,68
3. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию + обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	36,0	1,89

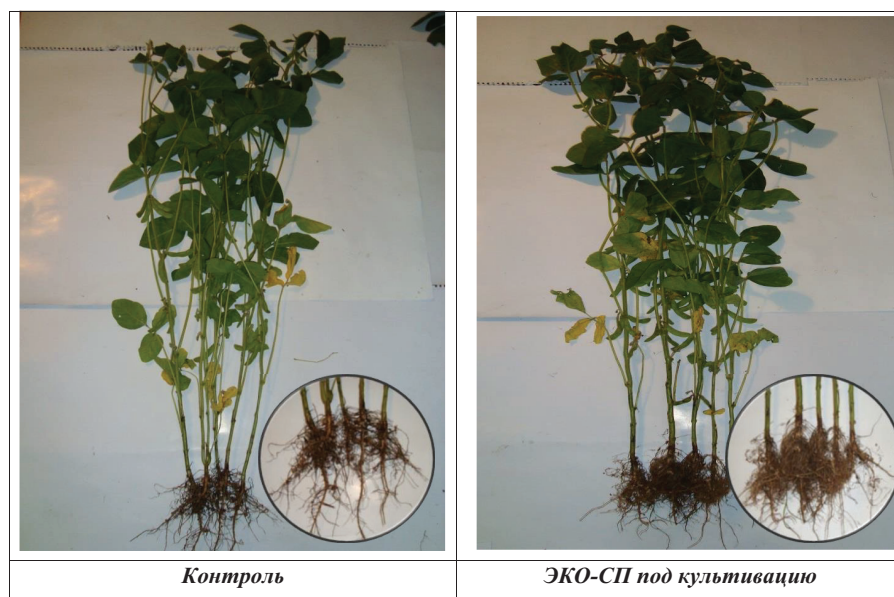


Рисунок 3. Влияние препарата ЭКО-СП на развитие растений сои и образование азотфиксирующих клубеньков (2021 г.)

Figure 3. Effect of the preparation ECO-SP on the development of soybean plants and the formation of nitrogen-fixing nodules (2021)

Таблица 4. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на количество фиксированного азота симбиотическим аппаратом на корнях сои (2019-2021 гг.)

Table 4. Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the amount of nitrogen fixed by the symbiotic apparatus on soybean roots (2019-2021)

Вариант опыта	Количество общего азота в корнях и надземной массе сои, %	Количество фиксированного азота воздуха, кг/га
1. Контроль	1,03	65,1
2. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию	1,18	85,3
3. ЭКО-СП (2,5 л/га) под культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	1,20	92,1

Самые низкие показатели азотфиксации были получены в контрольном варианте — 65,1 кг/га. Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га увеличивало количество фиксированного азота воздуха до 85,3 кг/га. Наиболее высокое количество фиксированного азота растениями сои (92,1 кг/га) отмечалось в варианте с внесением препарата ЭКО-СП в дозе 2,5 л/га под культивацию и двукратной обработкой посевов этим препаратом в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га и фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га.

Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои оказывало положительное влияние на элементы структуры урожая. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га повышало количество бобов с одного растения сои на 1,3 шт., (в контрольном варианте — 18,9 шт.), количество зерен в бобе — на 0,1 шт. (в контрольном варианте — 1,9 шт.), массу зерна с одного растения — на 0,63 г (в контрольном варианте — 4,22 г), массу 1000 зерен — на 2,5 г (в контрольном варианте — 117,7 г). В варианте с внесением препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратной обработкой посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа количество бобов с одного растения сои увеличивалось на 1,7 шт., количество зерен в бобе — на 0,2 шт., масса зерна с одного растения — на 1,41 г, масса 1000 зерен — на 3,4 г (табл. 5).

Важнейшим морфологическим признаком сои, определяющим возможность и эффективность механизированной уборки, является высота растений и особенно высота прикрепления нижних бобов. Использование агрохимиката ЭКО-СП на посевах сои оказывало положительное влияние на эти показатели. Средняя высота стебля растений сои, возделываемой в контрольном варианте, составила 97,4 см, а высота прикрепления нижнего боба — 21,9 см. Внесение агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП под предпосевную культивацию повышало высоту растений сои на 2,9 см, а высоту прикрепления нижнего боба — на 0,9 см. В варианте с внесением препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратной обработкой посевов сои в фазе 3 и 6-го тройчатого листа высота прикрепления нижнего боба к растению сои составила 23,4 см, или на 1,5 см выше, чем в контрольном варианте.

Увеличение показателей структуры урожая, в вариантах с использованием агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП, обеспечило более высокую урожайность сои. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га способствовало повышению урожайности сои на 3,4 ц/га, или на 14,3% в сравнении с контролем (23,7 ц/га) (табл. 6).

Наиболее высокую урожайность сои (28,8 ц/га) обеспечивало внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов этим препаратом в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га и фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га. Прибавка урожая по сравнению с контролем составила 5,1 ц/га или 21,5%.

Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП при возделывании сои оказывало существенное влияние



Таблица 5. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на элементы структуры урожая сои (2019-2021 гг.)
Table 5. Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the elements of the soybean yield formula (2019-2021)

Вариант опыта	Длина стебля, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество бобов с 1 растения, шт.	Количество зерен с 1 растения, шт.	Вес зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль	97,4	21,9	18,9	1,9	4,22	117,7
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	100,3	22,8	20,2	2,0	4,85	120,2
3. ЭКО-СП (2,5 л/га) под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	100,8	23,4	20,6	2,1	5,23	121,1

Таблица 6. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на урожайность сои (2019-2021 гг.)
Table 6. Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on soybean yield (2019-2021)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
1. Контроль	23,7		
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	27,1	3,4	14,3
3. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	28,8	5,1	21,5
НСР ₀₅		0,71	

Таблица 7. Влияние агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на качество зерна сои (2019-2021 гг.)
Table 7. Effect of agrochemicals based on ECO-SP humus substances on the quality of soybean seeds (2019-2021)

Вариант опыта	Содержание, %		Натура зерна, г/л
	белок	жир	
1. Контроль	35,5	22,1	727,2
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию	37,2	22,8	733,0
3. ЭКО-СП (2,5 л/га), внесение под предпосевную культивацию + обработка посевов в фазе 3-го тройчатого листа (1,2 л/га) + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа (1,2 л/га)	37,4	23,0	734,0

Таблица 8. Экономическая эффективность использования агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои (2019-2021 гг.)
Table 8. Economic efficiency of applying agrochemicals based on ECO-SP humus substances in soybeans (2019-2021)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, руб./ц	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
1. Контроль	23,7	88875	35208	1485,56	53667	152,4
2. ЭКО-СП (2,5 л/га), под культивацию	27,1	101625	36212	13362,24	65413	180,6
3. ЭКО-СП (2,5 л/га), под культивацию + (1,2 л/га) в фазе 3-го тройчатого листа + (1,2 л/га) в фазе 6-го тройчатого листа	28,8	108000	37596	1305,42	70404	187,3

на качество зерна. Так, внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию повышало содержание белка в зерне на 1,7%, содержание жира — на 0,7% в сравнении с контролем. Более высокое содержание белка и жира в зерне получено в варианте с внесением препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию и двукратной обработкой посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа. Содержание белка в этом варианте повышалось на 1,9%, жира — на 0,9% в сравнении с контролем (табл. 7).

При расчете экономической эффективности использования препарата ЭКО-СП на посевах сои за основу были приняты следующие показатели: стоимость препарата ЭКО-СП — 240 руб./л;

урожайность сои в контрольном варианте и по вариантам опыта — фактическая, полученная методом взвешивания; цена 1 т зерна сои — 37500 руб. (средняя закупочная цена зерна сои за 2020-2021 гг.)

Расчеты экономической эффективности показали, что использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои было экономически выгодно (табл. 8).

Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га повышало урожайность сои на 3,4 ц/га, увеличивая тем самым стоимость валовой продукции на 12750 руб./га. Величина условно чистого дохода составила 65413 руб./га,

себестоимость 1 ц зерна — 13362,24 руб., уровень рентабельности — 180,6%.

Эффективность препарата ЭКО-СП при внесении его под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратной обработке посевов в фазе 3-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га + обработка посевов в фазе 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га возросла: величина условно чистого дохода составила 70404 руб./га, себестоимость 1 ц зерна — 1305,42 руб., уровень рентабельности — 187,3%. Учитывая существенное снижение затрат из-за внесения препарата ЭКО-СП в баковых смесях с пестицидами, экономическая эффективность использования препарата была еще выше.





Заключение

Результаты испытаний агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП свидетельствуют о его высокой эффективности при возделывании сои. Внесение препарата ЭКО-СП под предпосевную культивацию в дозе 2,5 л/га и двукратная обработка посевов в фазе 3 и 6-го тройчатого листа в дозе 1,2 л/га способствовали увеличению урожайности сои на 5,1 ц/га, повышению содержания протеина в зерне — на 1,9%, жира — на 0,9%. Использование агрохимиката на основе гумусовых веществ ЭКО-СП на посевах сои было экономически выгодно, благодаря высокой эффективности препарата, невысокой его стоимости и малых доз внесения.

Список источников

- Нагорный В.Д., Ляшко М.У. Соя: биология и агротехника. М.: Библио-Глобус, 2018. С. 418.
- Кривошлыков К.М., Рошина Е.Ю., Козлова С.А. Анализ состояния и развития производства сои в мире и России // Масличные культуры. 2016. Вып. 3 (167). С. 64-69.
- Лукин С.В., Селюкова С.В. Агроэкологическая оценка микроэлементного состава растений сои // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 6. С. 34-36.
- Федотов В.А., Гончаров С.В., Столяров О.В. и др. Соя в России. М.: Агролига России, 2013. С. 432.
- Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 9-11.
- Аллахвердиев С.Р., Ерошенко В.И. Современные технологии в органическом земледелии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 1-1. С. 76-79.
- Муравьев А.А. Результаты сравнительного изучения сортов сои белгородской селекции в условиях Белгородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 10-1. С.116-121. URL: <https://applied-research.ru/article/view?id=11873> (дата обращения: 31.01.2022).
- Чекмарев П.А., Лукин С.В. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области // Земледелие. 2014. № 8. С. 3-6.
- Аллахвердиев С.Р., Атик А., Донмез Ш., Расулова Д.А., Аббасова З.И., Зейналова Э.М., Гани-заде С.И. Оценка биологической активности препарата «Байкал ЭМ 1» на растениях различных таксономических групп // Биологические препараты: сельское хозяйство, экология. М., 2010. С. 12-16.
- Оказова З.П. Биопрепараты в современном земледелии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11713> (дата обращения: 31.01.2022).

Информация об авторах:

Лазарев Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, vla190353@yandex.ru

Минченко Жанна Николаевна, научный сотрудник лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4352-6013>, minchenko.knii@mail.ru

Башкатов Александр Яковлевич, старший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9340-0622>, bashkatov.aleck@yandex.ru

Information about the authors:

Vladimir I. Lazarev, doctor of agricultural sciences, professor, head of the laboratory of the technologies of field crops cultivation and agroecological assessment of lands, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, vla190353@yandex.ru

Zhanna N. Minchenko, researcher of the laboratory of the technologies of field crops cultivation and agroecological assessment of lands, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4352-6013>, minchenko.knii@mail.ru

Alexander Ya. Bashkatov, senior researcher of the laboratory of the technologies of field crops cultivation and agroecological assessment of lands, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9340-0622>, bashkatov.aleck@yandex.ru

11. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я. Агроэкологическое обоснование применения комплексных удобрений с микроэлементами при возделывании яровой мягкой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 153-159.

12. Якименко О.С., Терехова В.А., Пукальчино 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.

13. Бачиева В.С., Шефер Ю.С., Болнова С.В. Влияние удобрений на основе гуминовых кислот на урожайность и качество семян сои // Труды Костромской ГСХА. Кострома, 2016. С. 6-11.

14. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Зиангирова Л.М. Испытание гуминовых препаратов на сое в условиях Приморского края // Вестник КрасГАУ. 2020. № 10. С. 42-50.

15. Трепачев Е.П., Атрашкова Н.А., Хабарова А.И. Биологический азот в земледелии Нечерноземной зоны СССР. М.: Колос, 1970. С. 76.

References

- Nagorny, V.D., Lyashko, M.U. (2018). *Soya: biologiya i agrotehnika* [Soybeans: biology and cultivation]. Moscow, Biblio-Globus Publ., p. 418.
- Krivoshlykov, K.M., Roshchina, E.Yu., Kozlova, S.A. (2016). *Analiz sostoyaniya i razvitiya proizvodstva soi v mire i Rossii* [Analysis of the state and development of soybean production over the world and in Russia]. *Maslichnye kul'tury*, issue 3 (167), pp. 64-69.
- Lukin, S.V., Selyukova, S.V. (2017). *Agroekologicheskaya otsenka mikroelementnogo sostava rasteniy soi* [Agroecological assessment of micronutrient composition of soybean plants]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 31, no. 6, pp. 34-36.
- Fedotov, V.A., Goncharov, S.V., Stolyarov, O.V. i dr. (2013). *Soya v Rossii* [Soybeans in Russia]. Moscow, Agroliga Rossii, p. 432.
- Zavalin, A.A. (2011). *Primenenie biopreparatov pri vozdelывanii polevykh kul'tur* [Application of biopreparations in field crop cultivation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 8, pp. 9-11.
- Allakhverdiev, S.R., Eroshenko, V.I. (2017). *Sovremennyye tekhnologii v organicheskom zemledelii* [Modern technologies in organic agriculture]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International journal of applied and fundamental research], no. 1-1, pp. 76-79.
- Murav'ev, A.A. (2017). *Rezultaty sravnitel'nogo izucheniya sortov soi belgorodskoi selektsii v usloviyakh Belgorodskoi oblasti* [Results of comparative studying of soybean varieties of Belgorod breeding under the conditions of Belgorod Region]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i*

fundamental'nykh issledovaniy [International journal of applied and fundamental research], no. 10-1, pp. 116-121. Available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11873> (accessed: 31.01.2022).

8. Chekmarev, P.A., Lukin, S.V. (2014). *Itogi realizatsii programmy biologizatsii zemledeliya v Belgorodskoi oblasti* [Results of implementing the program of biologization of agriculture in Belgorod Region]. *Zemledelie*, no. 8, pp. 3-6.

9. Allakhverdiev, S.R., Atik, A., Donmez, Sh., Rasulova, D.A., Abbasova, Z.I., Zeinalova, E.H., Gani-zade, S.I. (2010). *Otsenka biologicheskoi aktivnosti preparata «Baikal EHM 1» na rasteniyakh razlichnykh taksonomicheskikh grupp* [Assessment of biological activity of the preparation "Baikal EM 1" on plants of various taxonomic groups]. In: *Biologicheskii preparaty: sel'skoe khozyaistvo, ehkologiya* [Biological preparations: agriculture, ecology]. Moscow, pp. 12-16.

10. Okazova, Z.P. (2013). *Biopreparaty v sovremenном zemledelii* [Biopreparations in modern agriculture]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], no. 6. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11713> (accessed: 31.01.2022).

11. Lazarev, V.I., Minchenko, Zh.N., Bashkatov, A.Ya. (2020). *Agroekologicheskoe obosnovanie primeneniya kompleksnykh udobrenii s mikroelementami pri vozdelывanii yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh chernozemnykh pochv Kurskoi oblasti* [Agroecological substantiation of the application of complex fertilizers with micronutrients in the cultivation of spring common wheat on chernozem soils of Kursk Region]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ehkologiya* [Theoretical and applied ecology], no. 3, pp. 153-159.

12. Yakimenko, O.S., Terekhova, V.A., Pukalchiko, 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 indexes in assessing the efficiency of the impact of humic preparations in a model experiment]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 7, pp. 781-792.

13. Bacheva, V.S., Shefer, Yu.S., Bolnova, S.V. (2016). *Vliyaniye udobrenii na osnove guminovykh kislot na urozhainost' i kachestvo semyan soi* [Effect of fertilizers based on humic acid on soybean yield and seed quality]. *Trudy Kostromskoi GSKHA* [Proceedings of the Kostroma State Agricultural Academy]. Kostroma, pp. 6-11.

14. Butovets, E.S., Luk'yanchuk, L.M., Ziangurova, L.M. (2020). *Ispytaniye guminovykh preparatov na soe v usloviyakh Primorskogo kraya* [Testing humic preparations in soybeans under the conditions of Primorsky Krai]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 10, pp. 42-50.

15. Trepachev, E.P., Atrashkova, N.A., Khabarova, A.I. (1970). *Biologicheskii azot v zemledelii Nечерноземной zony SSSR* [Biological nitrogen in agriculture of Non-Chernozem Area of the USSR]. Moscow, Kolos Publ., p. 76.



Научная статья

УДК 633.522

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_183

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ СРЕДНЕРУССКОГО ЭКОТИПА

В.А. Серков, И.В. КабунинаФедеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение
«Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
Лунино, Пензенская область, Россия

Аннотация. Интерес к возделыванию конопли посевной (*Cannabis sativa* L.) неуклонно возрастает во многих экологически ориентированных сферах народного хозяйства. Госреестр селекционных достижений РФ на 2021 г. включал 31 сорт и гибрид конопли посевной, 15 из которых — среднерусского экотипа. Конопля отличается широким разнообразием форм с различными биологическими, морфологическими, анатомическими и биохимическими признаками и свойствами, позволяющими результативно вести селекционную деятельность по разным направлениям и создавать новые формы с сочетанием необходимых качественных и количественных характеристик. Селекция конопли до конца XX века была направлена, в основном, на рост урожайности стеблей и семян, увеличение сборов качественного волокна и масла. В настоящее время традиционное возделывание конопли только на семена и волокно расширено новыми инновационными направлениями. Ввод новых мощностей и рост числа предприятий по переработке коноплепродукции в Российской Федерации диктуют необходимость разнообразить ассортимент сортов по различным направлениям использования (масло, пищевые продукты, волокно, целлюлоза, композитные и строительные материалы, лекарственные средства), обеспечив стабильность и качество урожая. Бизнес-процессы отрасли коноплеводства детерминируют решение проблем интенсификации селекционного процесса культуры, внедрение в процесс современных селекционно-генетических методов, включая геномные технологии. Решению этих задач будет способствовать созданный на базе ФГБНУ ФНЦ ЛК селекционно-семеноводческий центр по лубяным культурам. Анализ современного состояния и определение направлений интенсификации селекционного процесса с коноплей посевной выполнены на основе многолетней профильной деятельности с культурой в условиях Пензенской области.

Ключевые слова: селекция, конопля посевная, безнаркотический сорт, среднерусский экотип, урожайность, содержание масла, выход волокна, каннабиноиды, тетрагидроканнабинол, каннабидиол, селекционный центр

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Селекционно-семеноводческого центра по лубяным культурам ФГБНУ ФНЦ ЛК (№ 09.СЦ.21.0025). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

STATE AND PROSPECTS OF SELECTION OF MONOECIOUS CANNABIS OF THE MIDDLE RUSSIAN ECOTYPE

V.A. Serkov, I.V. KabuninaFederal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division
“Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

Abstract. Interest in the cultivation of cultured hemp (*Cannabis sativa* L.) is steadily increasing in many environmentally oriented areas of the national economy. As of 2021, the State Register of Successful Breeds of the Russian Federation included 31 varieties and hybrids of hemp, 15 of which are of the Middle Russian ecotype. Cannabis distinguished by a wide variety of forms with various biological, morphological, anatomical and biochemical signs and properties that allow us to effectively conduct breeding activities in different directions and create new forms with a combination of the necessary qualitative and quantitative characteristics. The selection of cannabis until the end of the XX century was mainly aimed at increasing the yield of stems and seeds, increasing the collection of high-quality fiber and oil. Currently, the traditional cultivation of hemp only for seeds and fiber has been expanded with new innovative directions. The introduction of new capacities and the growth in the number of enterprises for the processing of agricultural products in the Russian Federation dictate the need to diversify the assortment of varieties in various areas of use (oil, food products, fiber, cellulose, composite and building materials, medicines), ensuring the stability and quality of yields. The business processes of the cannabis industry pose the problems of intensifying the breeding process of culture, introducing modern breeding and genetic methods into the process, including genomic technologies. The selection and seed-growing center for fiber crops, created on the basis of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops will contribute to the solution of these problems. The analysis of the current state and the determination of directions for intensifying the breeding process of cultured hemp are carried out on the basis of many years of specialized activity with the culture in the Penza region conditions.

Keywords: selection, cultured hemp, drug-free variety, Middle Russian ecotype, yield capacity, oil content, fiber yield, cannabinoids, tetrahydrocannabinol, cannabidiol, selection center

Acknowledgments: the work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the selection and seed-growing center for fiber crops, created on the basis of the Federal Scientific Center for Fiber Crops (No. 09.SCC.21.0025). The authors give thanks to the reviewers for their expert evaluation of the article.

Введение

Конопля посевная обладает уникальными свойствами, является абсолютно безопасной, высокопродуктивной, практически безотходной и положительно влияющей на экологию сельскохозяйственной культурой [1]. Она широко

востребована в пищевой и легкой промышленности, строительной индустрии, агропромышленном комплексе и многих других отраслях производства. Поэтому создание новых высокопродуктивных безнаркотических сортов однодомной конопли различного адресного

применения, а также формирование перспективного селекционного материала на основе его комплексной оценки — актуальная задача на долгосрочную перспективу.

Современные, законодательно разрешенные к культивированию в России сорта посевной

конопли отличаются отсутствием наркотически значимых концентраций активных соединений, а также обладают улучшенными биологическими и технологическими характеристиками, позволяющими использовать семена, стебли и зеленую часть растения в различных сферах народного хозяйства [1].

Цель исследований

Цель проведенных исследований — изучить многолетний положительный опыт селекции конопли посевной среднерусского экотипа и определить перспективы создания качественно новых сортов конопли данной группы.

Теоретической и методологической основой исследования служила совокупность методов: анализ и синтез, монографический, экспертные оценки.

Результаты исследований и их обсуждение

В силу природно-климатических и экономических причин, в промышленном коноплеводстве используются два основных эколого-географических типа конопли, различия по биологическим и хозяйственно ценным признакам: среднерусский и южный [2].

Среднерусская однодомная конопля возделывается преимущественно в средней полосе России в пределах 51-57° северной широты [3, 4, 5]. Ее вегетационный период составляет не более 120 суток. Высота растений 125-250 см, стебли четырех-шестигранные, к уборке становятся желто-зеленого цвета. Листья с 5-7 длинными узкими долями, ярко-зеленые. Соцветия компактные. Семена светло-серые, средние по размеру, мозаичность семян выражена слабо, масса 1000 семян — 13-18 г. Среднерусская конопля уступает южной по высоте стеблей, урожаю соломы и волокна, но по урожаю семян значительно превосходит ее. Сорта среднерусской конопли неустойчивы к заражению и сильно повреждаются конопляной блохой [1, 4].

Определяющими направлениями селекции конопли посевной среднерусского экотипа, начиная с начала 1990-х годов, являлись: снижение содержания тетрагидроканнабинола (ТГК) в растениях и увеличение важнейших качественных и количественных характеристик стеблей и семян, прежде всего выхода общего и длинного волокна, гибкости и разрывной нагрузки чесаного волокна, а также содержания масла в семенах. В конечном итоге преследовалась цель роста урожайности стеблей и семян, прибавки сборов качественного волокна и масла. В результате были созданы высокоурожайные сорта однодомной конопли среднерусского экотипа и двудомной южного экотипа, в которых содержание ТГК составляло менее 0,1%, а содержание волокна и масла достигало высоких показателей (более 30%). При этом средняя урожайность тресты этих сортов составляла около 10 т/га, семян — около 1,0 т/га, сбор волокна — до 3,0 т/га, масла — порядка 0,35 ц/га [6].

На окончание 2021 г. Госреестр селекционных достижений РФ включал 31 сорт и гибрид конопли посевной, 15 из них — среднерусского экотипа [7]. Авторство на эти сорта принадлежит четырем научным организациям: ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ», Чувашскому НИИСХ, входящему в состав ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», Институту лубяных культур (Украина) и АНО «Центральный научно-исследовательский институт промышленности и сельского хозяйства (ЦНИИПСК)», входящему в структуру ГК «Коноплекс» (табл. 1).

Таблица 1. Направления использования и авторы сортов конопли посевной среднерусского экотипа
Table 1. Directions for use and authors of cannabis varieties of the Middle Russian ecotype

Сорта и гибриды	Год внесения в реестр	Цель использования	Авторы			
			ФГБНУ ФНЦ ЛК	ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока	Институт лубяных культур, Украина	ЦНИИПСК, ГК «Коноплекс»
Антонио	2002	двустороннее	+	+		
Вера	2009	на зеленец	+			
Гляна	2012	универсальное			+	
Диана	1994	двустороннее		+		
Диман	2010	на зеленец		+		
Димра	2016	двустороннее и на зеленец		+		
Ингрета	1999	двустороннее	+	+		
Марго	2007	на зеленец		+		
Масленок	2009	на маслосемена	+			
Милена	2020	двустороннее и на зеленец	+			+
Надежда	2009	двустороннее	+			
Роман	2020	на зеленец	+			+
Сурская	2005	двустороннее	+			
Славянин	2009	на зеленец	+			
Юлиана	2005	двустороннее		+		

Этапы селекционного процесса



Задачи этапов

Скрининг источников ценных признаков и свойств

Получение нового исходного материала скрещиванием выделенных образцов

Изучение нового исходного материала, выделение лучших форм по комплексу признаков и свойств

Негативный отбор, размножение и изучение выделенных комбинаций скрещиваний

Негативный отбор, размножение и изучение выделенного гибридного материала F₁. Проведение индивидуальных отборов по результатам ранней экспресс-диагностики растений

Выделение перспективных семей по результатам комплексного изучения селективируемых признаков. Отбор селекционной элиты по признакам:

- содержание основных каннабиноидов;
- семенная продуктивность;
- крупность семян;
- масличность семян;
- длительность вегетационного периода;
- биоморфологические особенности растений;
- содержание волокна (общего и длинного);
- технологические качества соломки и волокна.

Подача заявки, экспертная оценка и передача на Государственное сортоиспытание нового сорта

Рисунок. Схема селекционного процесса по культуре конопли посевной в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ»

Figure. Scheme of the selection process for the cultured hemp in the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division "Penza Research Institute of Agriculture"



Из таблицы 1 видно, что большинство сортов конопли среднерусского экотипа предназначены на двустороннее использование, то есть для одновременного получения с растения волока и семян.

В настоящее время селекционная работа с коноплей среднерусского экотипа в Чувашском НИИСХ ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, к сожалению, прекращена.

Современный селекционный процесс с посевной коноплей осуществляется по схеме, приведенной на рисунке.

Разработанная методология селекционного процесса позволяет эффективно селекционировать формы культурной конопли с заданными признаками и свойствами [8].

Сорта конопли посевной среднерусского экотипа активно возделываются в коноплеводческих хозяйствах РФ. Так, по данным Минсельхоза России, в 2021 г. сорта конопли среднерусского экотипа выращивали в хозяйствах Пензенской, Ивановской, Курской, Орловской, Нижегородской, Вологодской, Калининской, Псковской, Брянской, Новосибирской, Омской областей,

Республик Татарстан и Мордовия на площади около 12,7 тыс. га. По мнению российских экспертов, площадь посева в 2022 г. вырастет в России еще на 6-8%.

Экспоненциальное расширение возможностей использования конопли свидетельствует о том, что растение успешно раскрывает свой многогранный потенциал. Аналитические данные по влиянию коноплеводства на углеродный баланс органично вписывают культуру в параметры карбонового земледелия. Этому способствует развитие секторов производства, в которых конопля будет использоваться как углерод-отрицательное растение.

Среднерусский экотип существует в двух формах: двудомной и однодомной. У двудомной формы мужские цветки располагаются на растениях, называемых посконью, а женские — на растениях, называемых матеркой. У однодомной формы на одном растении располагаются и мужские, и женские цветки. Основным критерием, определяющим устойчивость признака однодомности сорта, является низкое содержание поскони.

У однодомных сортов созревание растений происходит одновременно, что обеспечивает возможность проведения прямой механизированной уборки урожая. Поэтому возделывание однодомной формы более предпочтительно для производителей [4]. К однодомным среди группы сортов среднерусского экотипа относятся Диман, Димра, Марго, Милена, Роман, Сурская, Вера, Надежда, Юлиана, гибриды Масленок и Славянин.

Однако до настоящего времени не созданы сорта однодомной конопли с полным отсутствием в популяции обычной поскони — нежелательного признака, постепенно приводящего к реверсированию однодомной конопли в двудомную. Чтобы не допустить этого, приходится проводить многократные ручные сортопрочистки, затраты на которые составляют до 20-25% себестоимости оригинальных семян [6].

В настоящее время экспертную оценку Госорткомиссия проходит созданный в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» сорт конопли посевной среднерусского экотипа Людмила. Этот сорт характеризуется, прежде всего, повышенной устойчивостью признака однодомности при репродукции.

Сорт Людмила предназначен для получения высококачественного волокна, в том числе для текстильной промышленности. Стебель растения прочный, длинный, высотой до 270 см, средней толщины. Выход волокна общий в среднем составляет 32-33%, выход длинного волокна достигает 22-23%. Урожайность стеблей превышает 11 т/га. Линейная плотность волокна в среднем составляет 40 текс. При этом гибкость чесаного волокна варьирует от средних (20 мм) до высоких (25 мм) значений. Разрывная нагрузка чесаного волокна высокая — 29,1-31,3 кгс. [9].

Сорта конопли среднерусского экотипа эффективно используют почвенно-климатические ресурсы региона возделывания и обладают высоким потенциалом продуктивности (табл. 2).

Семена конопли среднерусского экотипа являются ценным пищевым продуктом (табл. 3).

Масло из семян среднерусской конопли содержит уникальный жирнокислотный состав и обладает питательной и фармацевтической ценностью. Лечебное действие конопляного масла обусловлено наличием в нем полиненасыщенных высокомолекулярных жирных кислот, оно обладает антиоксидантным действием и повышает сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям (табл. 4) [10].

Особенностью конопли посевной, как биологического вида, в том числе и среднерусского экотипа, является содержание в ней каннабиноидов — специфических соединений, относящихся к классу природных фенолов. Преобладающими каннабиноидными соединениями являются каннабидиол (КБД), каннабинол (КБН), тетрагидроканнабинол (ТГК) (табл. 5) [11].

Содержание ТГК в растениях сортов конопли среднерусского экотипа в процессе селекционной работы может быть снижено до более малых значений и в перспективе почти полностью элиминироваться из растений [6].

Как отмечал в своих работах академик А.А. Жученко, успешное развитие селекции генетическим образом связано с поисками новых генетических источников ценных признаков [12]. У конопли отмечается широкое разнообразие форм с различными биологическими, морфологическими, анатомическими и биохимическими признаками и свойствами, позволяющее результативно вести селекционную деятельность и создавать новые формы с сочетанием

Таблица 2. Продуктивность сортов однодомной конопли среднерусского экотипа
Table 2. Productivity of varieties of monoecious cannabis of the Middle Russian ecotype

Сорта и гибриды	Вегетационный период, сут.	Высота, см	Урожайность, т/га		Масса 1000 семян, г	Содержание, %	
			семена	стебли		масло	волокно
Антонио	115-125	210-230	0,8-1,0	7,8-9,2	16-18	28-32	28,0
Вера	112-117	215-260	0,9-1,1	10,8-11,2	16-18	29-30	33
Гляна	110-115	220-250	1,1-1,4	7,5-8,0	17,0-19	30-32	20-32
Диана	105-115	190-210	1,1	8,5	16-17	26-32	29,0
Диман	118-120	180-230	1,1	8,5	18,7	26-28	30,2
Димра	106-110	190-220	0,4	5,8	19,6	34,6	25,9
Ингрета	105-115	170-190	0,9	8,2	16	29-33	26-28
Марго	118-120	190-230	1,1	7,9	16,8	25-26	27,2
Масленок	120-125	230-270	1,1	8,9	19,7	31-32	26,4
Милена	110-112	160-175	1,5	8,7	16,3	35-38	27,6
Надежда	115-117	200-220	1,2	9,3	18,3	32,8	27,3
Роман	118-125	250-290	1,1	12,4	16,3	27,6	33,6
Сурская	115-120	200-240	0,8-1,0	6,2-10,3	18-20	31,5	29,5
Славянин	116-122	250-280	0,7	14,6	17-18	29,5	30,6
Юлиана	106-113	118-210	1,1	7,9	15,4	32-38	25,4

Таблица 3. Химический состав семян конопли среднерусского экотипа
Table 3. Chemical composition of seeds of cannabis of the Middle Russian ecotype

Сорта	Содержание, % от сухой массы						
	сырой протеин	жир	клетчатка	зола	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
Антонио	26,6	31,92	16,88	6,53	1,13	0,98	0,16
Вера	27,8	26,7	17,12	6,14	1,23	1,21	0,33
Диана	24,9	31,34	17,01	5,65	1,07	1,14	0,41
Ингрета	26,3	29,02	18,01	5,46	1,23	1,22	0,49
Надежда	26,1	33,12	16,01	5,13	1,16	1,10	0,38
Сурская	21,3	30,24	17,71	5,76	1,11	1,07	0,28
Юлиана	25,9	33,37	16,14	5,58	1,05	1,07	0,28

Таблица 4. Содержание высокомолекулярных жирных кислот в семенах конопли среднерусского экотипа, %
Table 4. The content of high-molecular fatty acids in cannabis seeds of the Middle Russian ecotype, %

пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	α-линоленовая	γ-линоленовая	арахидиновая	эйкозеновая	стеаририновая
C16:0	C18:0	C18:1, цис-9	C18:2, цис-9, 12	C18:3, цис-9, 12, 15	C18:3, цис-6, 9, 12	C20:4	C20:1, цис-11	C18:4, цис-6, 9, 12, 15
5,8-7,4	1,6-3,0	10-15	55-59	16-24	сл-3,0	0,6-1,1	0,8-1,2	0,1-0,5



Таблица 5. Содержание основных каннабиноидов в сортах конопли среднерусского экотипа
Table 5. The content of the main cannabinoids in cannabis varieties of the Middle Russian ecotype

Сорта	Содержание, %			
	КБД	ТГК	КБН	Сумма
Антонио	1,20	0,07	0,08	1,35
Вера	1,12	0,03	0,01	1,16
Диана	1,28	0,07	0,07	1,42
Ингрета	1,22	0,08	0,07	1,37
Надежда	1,66	0,06	0,06	1,78
Сурская	1,30	0,05	0,07	1,42

необходимых качественных и количественных характеристик [4, 13].

Мировое разнообразие конопли сосредоточено в генетической коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (г. Санкт-Петербург). Коллекция ГРП ВИР единственная в РФ, входит в топ-5 ведущих генетических банков мира. По генетическому разнообразию Коллекция ГРП ВИР одна из пяти ведущих в мире наряду с Мексикой, США, Италией и Австралией, в том числе коллекция конопли — единственная в мире [14]. По данным А.А. Заварзина, заместителя директора по научно-организационной работе ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», ВИР поддерживает три вида конопли, в его коллекции хранятся 699 гербарных образцов конопли — «*C. sativa*» (685) и «*C. indica*» (14), из них: из регионов бывших республик СССР — 430, Европы — 81, Передней Азии — 129, Китая — 39, Африки — 10, Индии — 9, Северной Америки — 5, Японии — 1. По результатам исследований ведущего научного сотрудника отдела генетических ресурсов лубяных и масличных культур ВИР, куратора коллекции конопли С.В. Григорьева, выпущен каталог образцов конопли из коллекции ВИР, в котором представлено свыше 500 образцов только диких форм для интродукции [15].

Ввод новых мощностей и рост числа предприятий по переработке коноплепродукции в РФ (ГК «Коноплекс», ООО «Мордовские пенькозаводы», ООО «Смарт Хемп Агро», компании «Медаль», «Нижегородские волокна конопли» и др.) диктуют необходимость разнообразить сортимент сортов по различным направлениям использования (масло, пищевые продукты, волокно, целлюлоза, лекарственные средства), обеспечить стабильность и качество урожая [16].

В современных условиях для достижения хороших показателей рентабельности при производстве конопляного масла требуется, чтобы масличность семян была на уровне не менее 38-40%, тогда как фактическое содержание в современных сортах находится на уровне 29-33%. В ВИР уже выделены подтипы (№ 5) с высоким содержанием линоленовой кислоты в масле. В исследованных образцах конопляного масла содержание омега-6 (линолевой кислоты) варьировало от 53,4 до 64,2%, омега-3 (альфа-линоленовой триненасыщенной кислоты) — от 12,6 до 18,7-27,1%, гамма-линоленовой кислоты — от 0,6 до 3,7-5,1%. Специалисты института считают, что возделывание конопли на масло представляет особый интерес в силу большого разнообразия в России агроклиматических зон. Это может обеспечить производство широкого спектра ценных продуктов питания [15].

Селекция конопли на улучшение прядильных свойств стимулируется высоким спросом на натуральное конопляное волокно с отличными антибактериальными, антистатическими, гипоаллергенными свойствами [17]. Выход волокна общий в современных сортах составляет 27-32%, но переработчики ставят задачу увеличения данного показателя до 34-36%.

Следующее направление работы селекционеров — увеличение содержания и качества целлюлозы в сортах зеленцового типа. В стеблях конопли современных сортов отечественной селекции в среднем содержится 50-55% целлюлозы. Интенсификация экологических программ в России поднимает вопрос широкого производства целлюлозы из стеблей конопли для выработки из нее бумаги, упаковочных материалов, биокмпозитов, использования в текстильной, строительной, химической и парфюмерно-косметической промышленности.

Мировой опыт показывает, что самое высокодоходное направление использования технической конопли — медицинское [18, 19].

Селекция терапевтических сортов конопли, которая направлена на получение повышенного количества в растении определенных каннабиноидов, прежде всего каннабидиола (КБД), ведется в США, Израиле, Испании, Нидерландах, Китае [20]. Данное селекционное направление перспективно для России, так как импортонезависимость в сегменте обезболивающих лекарственных средств необходима для обеспечения национальной безопасности страны в отрасли фармацевтической индустрии.

Расширению сортового биоразнообразия конопли среднерусского экотипа будет способствовать создание в 2021 г. на базе ФГБНУ ФНЦ ЛК селекционно-семеноводческого центра (ССЦ) по лубяным культурам. Данный проект действует при поддержке гранта Минобрнауки РФ № 09.СЦЦ.21.0025. Одна из миссий СЦЦ — увеличение доли отечественных сортов конопли посевной среднерусского экотипа на российском и мировом рынках; разработка селекционной программы для ускоренного создания новых сортов конопли, удовлетворяющих различным требованиям производства.

Результатом станет создание в 2024 г. новых отечественных сортов конопли посевной с содержанием основного наркотического соединения тетрагидроканнабинола не более 0,1% различного направления использования, в том числе сорта зеленцового назначения с урожайностью волокна 4,5-5,0 т/га и сорта масличного назначения с урожайностью семян 1,2-1,5 т/га, содержанием масла в семенах 33-35%.

Также будут проводиться исследования по созданию ненаркотических сортов конопли посевной среднерусского экотипа медицинско-направленного использования с повышенным содержанием каннабидиола (5-7%) с целью импортозамещения сырья для производства высокоэффективных лекарственных препаратов.

В результате проведенных исследований в 2021 г. по селекции конопли среднерусского экотипа в рамках СЦЦ получены экспериментальные данные по результатам изучения количественных и качественных характеристик новых гибридных комбинаций конопли посевной. В оценочном питомнике в комплексном изучении находилось 7 номеров с улучшенными биоморфометрическими и 12 — с повышенными хозяйственно полезными признаками и свойствами растений. По основному лимитирующему признаку «содержание ТГК» у всех гибридных комбинаций установлены

абсолютные показатели признака ниже законодательно допустимого значения (не более 0,1%) в 1,06-4,35 раза.

По направлению селекции на создание сорта двустороннего направления использования выделены следующие гибридные комбинации:

- на повышение содержания масла в семенах: О-16 (>33%);
- на увеличение семенной продуктивности: С-150 ГР (>135% к ст);
- на понижение содержания ТГК и суммы каннабиноидов: О-15 (<0,02%);
- на сокращение длительности вегетационного периода: М-300 Гр (менее 100 суток);
- на увеличение массы 1000 семян: 3-3 (>18 г);
- на стабилизацию признака однодомности: 5 номеров (без выщепления обычной поскони).

За период выполнения проекта по селекции новых перспективных сортов конопли посевной среднерусского экотипа предусматривается проведение их молекулярной паспортизации (генотипирование) на базе лабораторий молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК. Специалисты отмечают, что отечественные сорта технической конопли имеют один срок созревания и мало отличия друг от друга, поэтому работа по генотипированию сортов является актуальной [21].

Лаборатория оснащена современным импортным и отечественным оборудованием — комплектом приборов для экстракции, амплификации, детекции, анализа и секвенирования ДНК, которое может служить разработке системы молекулярных маркеров для отбора генотипов конопли посевной с устойчивостью к болезням и неблагоприятным факторам среды, изучению молекулярно-генетического разнообразия коллекции конопли, оценке генетической дистанции между генотипами для подбора родительских пар при гибридизации, паспортизации современных сортов конопли для их дальнейшей идентификации и защиты авторских прав [22].

Выводы

В отечественном коноплеводстве отмечен тренд на его положительное развитие. Число участников отрасли, площадь посева культуры и целевое использование выращенного и переработанного сырья выросло многократно. Существующий ассортимент и качественные характеристики имеющихся сортов, в том числе среднерусского экотипа, постепенно перестают отвечать требованиям современных бизнес-процессов.

Представители агробизнеса ставят актуальные задачи перед селекционерами по созданию новых промышленных сортов конопли, в том числе среднерусского экотипа, с повышенным содержанием масла (до 35-40%), общего волокна (33-35%), разрывной нагрузки волокна (>280 Н), целлюлозы (не менее 65%), КБД (5-7%).

Решению данных задач будет способствовать работа селекционно-семеноводческого центра лубяных культур, созданного на базе ФГБНУ ФНЦ ЛК, где конопле посевной среднерусского экотипа отводится приоритетное значение. Целевое финансирование селекционных программ позволит существенно расширить сортовое разнообразие культуры, обеспечит создание адресных сортов, обладающих заданными хозяйственно полезными физиологическими, анатомическими и техническими характеристиками.



Список источников

1. Официальный сайт ГК «Коноплекс». Режим доступа: <http://konoplex.ru/o-konople/> (дата обращения: 11.01.2022).
2. Вировец В.Г. Создание высокопродуктивных сортов конопли, не обладающих наркотической активностью: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Киев, 1992. 42 с.
3. Елисеева Л.В. Морфологические, биохимические особенности продуктивности основных половых типов однодомной конопли и их роль в воспроизводстве семян: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Казань, 1999. 18 с.
4. Серков В.А. Селекция и семеноводство однодомной безнаркотической конопли в лесостепи Среднего Поволжья. Пенза, 2012. 230 с.
5. Серков В.А., Зеленина О.Н., Смирнов А.А. и др. Возделывание среднерусской однодомной конопли в лесостепи Среднего Поволжья: практические рекомендации. Пенза, 2011. 40 с.
6. Серков В.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Кришин Н.В. Новые направления селекции и совершенствование технологии семеноводства конопли посевой: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2019. 155 с.
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ. Режим доступа: <https://gossortrf.ru/gosreestr/> (дата обращения: 26.12.2021).
8. Сенченко Г.И. и др. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР / ВАСХНИЛ. М., 1980. 30 с.
9. Serkov, V.A., Koshelyaev, V.V., Volodkin, A.A. (2021). New variety of cannabis sativa Lyudmila. *Plant Archives*, vol. 21, no. S1, pp. 2620-2625.
10. Шеленга Т.В., Григорьев С.В., Батурина В.С., Сарана Ю.В. Биохимическая характеристика семян конопли (*cannabis sativa L*) из различных регионов России // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 4. С. 22-23.
11. Серков В.А., Данилов М.В. Содержание каннабинола в растениях однодомных сортов конопли посевой и зависимость его накопления от гидротермического режима // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 2 (380). С. 87-90.
12. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М., 2001. Т. 1. 780 с.
13. Григорьев С.В., Илларионова К.В. Результаты селекции промышленной конопли текстильного, масличного и лекарственного направлений использования в РФ // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 55. С. 44-48.
14. Официальный сайт ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова». Режим доступа: <https://www.vir.nw.ru/unu-kolleksiya-vir/> (дата обращения: 24.12.2021).
15. Белоухова Ю.Б. Российское коноплеводство 2019. Селекция. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/informacija-i-analiz.html/id/3266> (дата обращения: 28.12.2021).
16. Кабунина И.В. Современный опыт и перспективы переработки технической конопли в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 6 (384). С. 34-37.
17. Серков В.А., Белоусов Р.О., Александрова М.Р., Давыдова О.К. Актуальные направления селекции конопли посевой для решения современных проблем отечественной экономики и импортозамещения (обзор) // Нива Поволжья. 2019. № 3 (52). С. 38-47.
18. Зеленина О.Н., Галиахметова И.А., Серков В.А. Перспектива использования технической конопли в фармакологических целях // Инновационная техника и технология. 2016. № 4 (09). С. 11-13.

Информация об авторах:

Серков Валериан Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8308-4200>, v.serkov.pnz@fncl.ru
Кабунина Ирина Владимировна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1301-9830>, i.kabunina.pnz@fncl.ru

Information about the authors:

Valerian A. Serkov, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8308-4200>, v.serkov.pnz@fncl.ru
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

19. Pfizer заплатит \$ 6,7 млрд. за разработку каннабиноидных лекарств. Режим доступа: <http://tku.org.ua> Pfizer zaplatit \$ 6,7 mlrd. za razrabotku kannabinoidnykh lekarstv Pfizer to pay \$6.7 billion to develop cannabinoid drugs (дата обращения: 12.01.2022).
20. Кабунина И.В. Современная структура мирового рынка производства конопли // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 4 (382). С. 40-44.
21. Базанов Т.А., Ушаповский И.В., Логинова Н.Н., Смирнова Е.В., Михайлова П.Д. Изучение генетического полиморфизма сортов конопли посевой российской селекции с применением ISSR-маркеров // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 9-19.
22. Официальный сайт ФГБНУ ФНЦ ЛК. Режим доступа: <https://fncl.ru/nauchnaya-deyatelnost/napravlenie-issledovaniy/geneticheskie-issledovaniya-lubyanykh-kultur-tehnologii-kletochnoy-seleksii/> (дата обращения: 19.01.2021).

References

1. Oftsial'nyi sait GK «Konopleks» [The official website of the Konoplex Group of Companies]. Available at: <http://konoplex.ru/o-konople/> (accessed: 11.01.2022).
2. Virovets, V.G. (1992). *Sozdanie vysokoproduktivnykh sortov konopli, ne obladayushchikh narkoticheskoi aktivnost'yu* [Creation of highly productive varieties of cannabis that do not have narcotic activity]. Dr. agricultural sci. diss. Abstr. Kiev, 42 p.
3. Elyseeva, L.V. (1999). *Morfologicheskie, biokhicheskie osobennosti produktivnosti osnovnykh polovykh tipov odnodomnoi konopli i ikh rol' v vosproizvodstve semyan* [Morphological, biochemical features of the productivity of the main sexual types of monoecious cannabis and their role in seed reproduction]. Cand. agricultural sci. diss. Abstr. Kazan, 18 p.
4. Serkov, V.A. (2012). *Seleksiya i semenovodstvo odnodomnoi beznarkoticheskoi konopli v lesostepi Srednego Povolzh'ya* [Breeding and seed production of monoecious drug-free cannabis in the forest-steppe of the Middle Volga region]. Penza, 230 p.
5. Serkov, V.A., Zelenina, O.N., Smirnov, A.A. i dr. (2011). *Vozdelывanie srednerusskoi odnodomnoi konopli v lesostepi Srednego Povolzh'ya: prakticheskie rekomendatsii* [Cultivation of Central Russian monoecious hemp in the forest-steppe of the Middle Volga region: practical recommendations]. Penza, 40 p.
6. Serkov, V.A., Bakulova, I.V., Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V. (2019). *Novye napravleniya seleksii 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.
7. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu na territorii RF [The State Register of breeding achievements approved for use in the territory of the Russian Federation]. Available at: <https://gossortrf.ru/gosreestr/> (accessed: 26.12.2021).
8. Senchenko, G.I. i dr. (1980). *Metodicheskie ukazaniya po seleksii konopli i proizvodstvennoi proverke zakonchennykh NIR* [Methodological guidelines for the selection of cannabis and the production verification of completed research]. Moscow, 30 p.
9. Serkov, V.A., Koshelyaev, V.V., Volodkin, A.A. (2021). New variety of cannabis sativa Lyudmila. *Plant Archives*, vol. 21, no. S1, pp. 2620-2625.
10. Shelenga, T.V., Grigor'ev, S.V., Baturin, V.S., Sarana, Yu.V. (2010). Biokhimeskaya kharakteristika semyan konopli (*cannabis sativa L*) iz razlichnykh regionov Rossii [Biochemical characterization of hemp seeds (*cannabis sativa L*) from different regions of Russia]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian academy of agricultural sciences], no. 4, pp. 22-23.
11. Serkov, V.A., Danilov, M.V. (2021). Soderzhanie kannabidiola v rasteniyakh odnodomnykh sortov konopli posevnoi i zavisimost' ego nakopleniya ot gidrotermicheskogo rezhima [The content of cannabidiol in plants of monoecious varieties of cannabis and the dependence of its accumulation on the hydrothermal regime]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2 (380), pp. 87-90.
12. Zhuchenko, A.A. (2001). *Adaptivnaya sistema seleksii rastenii (ehkologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive plant breeding system (ecological and genetic foundations)]. Moscow, vol. 1, 780 p.
13. Grigor'ev, S.V., Illarionova, K.V. (2015). Rezul'taty seleksii promyshlennoi konopli tekstil'nogo, maslichnogo i lekarstvennogo napravlenii ispol'zovaniya v RF [Results of cultivation of industrial hemp textile, oil and drug usage trends in Russia]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 55, pp. 44-48.
14. Oftsial'nyi sait FGBNU «Federal'nyi issledovatel'skii tsentr Vserossiiskii institut geneticheskikh resursov rastenii imeni N.I. Vavilova» [The official website of the FEDERAL state budget scientific institution "Federal research center All-Russian Institute of plant genetic resources named after N.I. Vavilov"]. Available at: <https://www.vir.nw.ru/unu-kolleksiya-vir/> (accessed: 12/24/2021).
15. Belopukhova, Yu.B. (2019). Rossiiskoe konoplevodstvo. Seleksiya. [Russian konoplevodstvo. Selection]. Available at: <https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/informacija-i-analiz.html/id/3266> (accessed: 28.12.2021).
16. Kabunina, I.V. (2021). Sovremennyye opyt i perspektivy pererabotki tekhnicheskoi konopli v Rossii [Modern experience and prospects of processing technical cannabis in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (384), pp. 34-37.
17. Serkov, V.A., Belousov, R.O., Aleksandrova, M.R., Davydova, O.K. (2019). Aktual'nye napravleniya seleksii konopli posevnoi dlya resheniya sovremennykh problem otechestvennoi ehkonomiki i importozameshcheniya (obzor) [Actual directions of seed hemp breeding for solving modern problems of the domestic economy and import substitution (review)]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 3 (52), pp. 38-47.
18. Zelenina, O.N., Galiakhmetova, I.A., Serkov, V.A. (2016). Perspektiva ispol'zovaniya tekhnicheskoi konopli v farmakologicheskikh tselyakh [The prospect of using technical cannabis for pharmacological purposes]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya* [Innovative machinery and technology], no. 4 (09), pp. 11-13.
19. Pfizer zaplatit \$ 6,7 mlrd. za razrabotku kannabinoidnykh lekarstv [Pfizer will pay \$ 6.7 billion. for the development of cannabinoid drugs]. Available at: <http://tku.org.ua> Pfizer zaplatit \$ 6,7 mlrd. za razrabotku kannabinoidnykh lekarstv Pfizer to pay \$6.7 billion to develop cannabinoid drugs (accessed: 12.01.2022).
20. Kabunina, I.V. (2021.) Sovremennaya struktura mirovogo rynka proizvodstva konopli [Modern structure of the world market of cannabis production]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4 (382), pp. 40-44.
21. Bazanov, T.A., Ushchapovskii, I.V., Loginova, N.N., Smirnova, E.V., Mikhailova, P.D. (2021). Izuchenie geneticheskogo polimorfizma sortov konopli posevnoi rossiiskoi seleksii s primeneniem ISSR-markeroi [Study of genetic polymorphism of Russian seed hemp varieties using ISSR-markers]. *Tavriskii vestnik agrarnoi nauki* [Taurida herald of the agrarian sciences], no. 3 (27), pp. 9-19.
22. Oftsial'nyi sait FGBNU FNTS LK [Official website of the FSBI FNC LC]. Available at: <https://fncl.ru/nauchnaya-deyatelnost/napravlenie-issledovaniy/geneticheskie-issledovaniya-lubyanykh-kultur-tehnologii-kletochnoy-seleksii/> (accessed:19.01.2021).





Научная статья

УДК. 631.472

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_188

ВЛИЯНИЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА И СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАВНОВЕСНОЙ ПЛОТНОСТИ ТИПИЧНОГО ЧЕРНОЗЕМА

В.П. Белобров¹, Д.А. Шаповалов², С.А. Юдин¹, Н.Р. Ермолаев¹¹ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия² Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. На примере многолетнего полевого опыта в четырехпольном зерновом севообороте описана динамика равновесной плотности (РП) типичного чернозема в пространстве и времени (две ротации) при применении традиционной технологии (ТТ) в виде вспашки, комбинированной и минимальной обработок и no-till (прямого посева — ПП). Четыре опытных поля, каждое площадью 2,4 га, характеризуются неоднородным составом почвенного покрова. Зональный подтип типичных черноземов формируется в комбинации с перерытыми и выщелоченными, которые в среднем составляют 12 и 6% при вариативности встречаемости по полям 1,7-23,0 и 2,8-8,9% соответственно. Перерытые и выщелоченные черноземы формируют на полях элементарные почвенные ареалы (ЭПА) и структуры почвенного покрова (СПП), определяя характер вариативности РП. Равновесная плотность типичных черноземов при использовании ПП имеет тенденцию к росту во времени, в большей степени в подповерхностном горизонте 10-20 см. В слое 0-10 см эта тенденция выражена слабее в силу разуплотняющего воздействия растительности и процессов восстановления структуры при отсутствии обработок почв. Тренд роста РП в прямом посеве не выходит за рамки оптимальных значений для типичных черноземов в 1,3 г/см³. Компоненты СПП усиливают вариативность РП черноземов в пространстве, а восстановление в ПП структуры агрегатов и их водоустойчивости к эрозии является фактором смены водно-теплового режима на экологически более устойчивый и стабильный к глобальным изменениям климатических параметров.

Ключевые слова: традиционная технология, прямой посев, перерытые и выщелоченные черноземы

Original article

INFLUENCE OF NO-TILL AND SOIL COVER STRUCTURE ON THE VARIABILITY BULK DENSITY OF A TYPICAL CHERNOZEM

V.P. Belobrov¹, D.A. Shapovalov², S.A. Yudin¹, N.R. Ermolaev¹¹V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia²State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. On the example of many years of field experience in a four-field grain crop rotation, the dynamics of the bulk density of a typical chernozem in space and time (two rotations) is described using traditional tillage (TT) in the form of plowing, combined and minimum tillage and no-till (NT). Four experimental fields, each with an area of 2.4 ha, are characterized by a heterogeneous composition of the soil cover. The zonal subtype of typical chernozems is formed in combination with dug up and leached ones, which average 12 and 6% with a variability of occurrence in the fields of 1.7-23.0 and 2.8-8.9%, respectively. The dug up and leached chernozems form elementary soil areas (EAA) and soil cover structures (SSC) in the fields, determining the nature of the bulk density variability. The bulk density of typical chernozems when using NT tends to increase over time, to a greater extent in the subsurface horizon of 10-20 cm. In the 0-10 cm layer, this trend is less pronounced due to the decompacting effect of vegetation and the processes of structure restoration in the absence of tillage. The growth trend of bulk density in NT does not go beyond the optimal values for typical chernozems of 1.3 g/cm³. The components of the SSC increase the variability of the bulk density of chernozems in space, and the restoration of the structure of aggregates and their water resistance to erosion in the NT is a factor in the change of the water-thermal regime to an ecologically more stable one and stable to global changes in climatic parameters.

Keywords: traditional tillage, no-till, dug up and leached chernozems

Введение. Достижение технологического прорыва в АПК на базе цифровой трансформации сельского хозяйства возможно лишь при формировании оптимальных почвенно-агротехнических и организационно-территориальных условий производства сельскохозяйственной продукции, обеспечивающих на всем жизненном цикле существенное повышение урожайности на основе учета ключевых почвенных характеристик.

Одним из важнейших критериев, характеризующих физические свойства почв и их плодородие в земледелии является *равновесная плотность*. Стабильность плотности зависит от технологии возделывания культур, применяемой техники, севооборота и др. причин. Она

меняется в пространственно-временном режиме в процессе роста растений и погодных условий [1, 2], что отражается на урожайности культур. Для равновесной плотности пахотного слоя черноземов разработаны зонально-провинциальные нормативы, имеющие три градации: оптимальные, допустимые и критические, которые служат базовыми оценочными показателями [3]. Периодичность и длительность во времени обработок показала, что типичные черноземы Курской области имеют оптимальную равновесную плотность, тогда как южные черноземы Ставрополья оцениваются критическими нормативами [4].

В традиционной технологии (ТТ) земледелия для разуплотнения почв используется вспашка.

Она применяется на протяжении длительного времени во всем мире и служит универсальным методом для борьбы с сорняками и подготовкой почв к внесению удобрений и севу культур. Постоянные во времени обработки почв с одной стороны поддерживают плотность на оптимальном уровне характерном для естественных почв, с другой, приводят к деградации структуры, увеличению процента микроагрегатов и свободных илистых частиц минерального состава, снижению водоустойчивости агрегатов к эрозии. Как следствие, при этом падает потенциальное плодородие почв [5], урожайность возделываемых культур и ее стабильность, зависящая от экологических и климатических рисков, флуктуаций погодных условий в течение отдельных



сезонов и года в целом [1]. Это может привести к выводу черноземов из сельскохозяйственного оборота и смене землепользования [6].

Равновесная плотность не окультуренных почв создается за счет корневых систем растений. В степных и лесостепных условиях, в черноземах формируется уникальная зернистая структура с наиболее благоприятной плотностью для возделывания культурных видов растений. Ее состояние поддерживается за счет количества и разнообразия растений, имеющих универсальную систему корней, разрыхляющих поверхностные горизонты почв.

Результаты оригинальных полевых опытов по изучению воздействия прямого посева на равновесную плотность черноземов показали, что она превышает таковую в естественных почвах, но не выходит за рамки оптимальной для роста растений [7, 2]. Процессы восстановления структуры при прямом посеве («самосборка» или самоорганизация) [8] улучшают агрегатное состояние черноземов, приводят к формированию более прочной и водоустойчивой консистенции агрегатов, а также увеличивают трещиноватость и улучшают водопроницаемость почв [9, 2].

Таким образом в увеличении плотности почв при использовании технологии прямого посева, есть определенные плюсы, связанные с изменением агрегированности, которые, как минимум, ограничивают необходимость проведения обработок. Более того, при использовании в севооборотах культур со стержневой системой, проблема снижения плотности, особенно в период вегетации растений, решается без предварительного вмешательства почвообрабатывающих механизмов [10]. Уплотнение почв остается проблемным звеном и в ПП, но в целом уже не является критическим [11], так как техника используется обычно только при посеве культур и уборке урожая, причем ее перемещение по полю ежегодно меняет направление под определенным углом, не создавая локального переуплотнения и формирование антропогенного нано- и микрорельефа [9].

Вместе с тем остается не решенным вопрос о пространственном распределении равновесной плотности почв на полях при использовании прямого посева, которая связана со структурой почвенного покрова, особенностями свойств отдельных ее компонентов [12, 13]. Для этого нужны многолетние данные на примере больших по площади опытных участков, где почва не подвержена давлению техники и удовлетворяет условиям репрезентативности, а также достоверности полученных результатов [1].

Цель работы, на примере многолетнего полевого опыта в четырехпольном зерновом севообороте, показать динамику равновесной плотности типичных черноземов на локальном уровне в пространстве и времени при применении ТТ (вспашки) и прямого посева (ПП).

Объекты и методы. Объекты исследований — типичные черноземы (Haplic chernozem) стационара «Курского ФАНЦ» (GPS — 51° 37' 71 с.ш. 36° 15' 73 в.д.) на участке из четырех полей, каждое площадью 2.4 га, на которых ведется научно-производственный полевой опыт с 2013 г. по изучению влияния минимизации обработок и прямого посева на свойства почв (рис. 1). Равновесная плотность измерялась в одно и тоже время после уборки уравниваемой овсяно-гороховой смеси в августе месяце

на поле 1 в 2013 г. и последовательно на поле 2 (2014), поле 3 (2015) и поле 4 (2016). В традиционной технологии (ТТ) используются три варианта обработок: вспашка с оборотом пласта, комбинированная — чизель + дискование, минимальная — дискование. В качестве альтернативы обработкам применяется прямой посев (ПП). Специальной сеялкой с разрезающими почву дисками и катками, закрывающими почву с зерном на определенную глубину (прикатыванием с двух сторон), осуществляется посев культур.

Большая площадь делянок 60x100 м обеспечивает сменный характер прохода техники по полю для сева и уборки, а также дает возможность с большей достоверностью оценивать урожайность по вариантам с учетом различий в компонентном составе почвенного покрова

полей. Оцениваются результаты исследований равновесной плотности на всех полях до начала эксперимента (2013-2016 гг.) и на поле 1 после первой (2017) и второй ротации (2021). Полевые исследования включали детальную топографическую (рис. 2), а также почвенную съемку каждого поля ручным бурением скважин до глубины Vca (45 скважин на каждое поле).

Отбор образцов для определения равновесной плотности, характеризующих каждый вариант технологии, проводился режущими кольцами в 3-х точках с глубин 0-10 и 10-20 см в 3-х кратной повторности. Местоположение пробы на делянке фиксировалось по GPS с целью достоверности повторного отбора и полученных результатов [14]. Статистическая обработка данных проведена с помощью программы Excel 2016 и вычислением НСР₀₅ [15].



Рисунок 1. Ортофотоплан (2019, цифрами обозначены номера полей)
Figure 1. Orthophotoplan (2019, numbers indicate field numbers)



Рисунок 2. Рельеф поля 1 (2013 г., горизонтали через 10 см, масштаб 1:2000)
Figure 2. Field relief 1 (2013, horizontals every 10 cm, scale 1:2000)

Таблица 1. Равновесная плотность типичных черноземов на опытных полях до начала эксперимента в слоях 0-10 и 10-20 см
Table 1. Bulk density of typical chernozems on experimental fields before the start of the experiment in layers of 0-10 and 10-20 cm

Технологии и статистические параметры*	Поле 1 2013 г.		Поле 2 2014 г.		Поле 3 2015 г.		Поле 4 2016 г.		НСР по полям	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Вспашка	0,96	1,17	0,95	1,08	1,08	1,22	1,12	1,15	0,17	0,11
СО	0,14	0,11	0,04	0,04	0,10	0,17	0,06	0,14		
КВ	11,6	9,4	4,2	3,7	9,3	13,9	5,4	12,2		
Комбинированная	1,17	1,17	0,93	1,07	1,17	1,13	1,08	1,11	0,22	0,08
СО	0,16	0,13	0,06	0,04	0,14	0,09	0,09	0,1		
КВ	13,6	11,1	6,5	3,7	12,0	8,0	6,8	9,0		
Минимальная	0,96	1,17	0,95	1,04	0,98	1,23	1,03	1,09	0,07	0,16
СО	0,14	0,11	0,09	0,04	0,08	0,17	0,07	0,06		
КВ	14,6	9,4	9,5	3,8	8,2	13,8	6,8	5,5		
Прямой посев	1,04	1,21	1,05	1,03	0,96	1,15	1,06	1,14	0,09	0,15
СО	0,03	0,19	0,07	0,08	0,12	0,16	0,03	0,02		
КВ	2,8	15,7	6,7	8,8	12,5	13,9	2,8	1,8		
Среднее	1,03	1,18	0,97	1,06	1,05	1,18	1,07	1,12	0,08	0,11
НСР ₀₅ технологии	0,19	0,04	0,11	0,05	0,19	0,1	0,07	0,05		

*/ здесь и далее: СО — стандартное отклонение, КВ — коэффициент вариации

Результаты и обсуждение. Равновесная плотность на полях (табл. 1) отражает изменчивость типичных черноземов в почвенном пространстве, которая варьирует в среднем в слое 0-10 см 0,97 — 1,07 г/см³ и в слое 10-20 см 1,06 — 1,18 г/см³. Можно подчеркнуть, что почвенный покров опытных полей в совокупности характеризует преобладающую на территории участка почву — в данном случае типичный чернозем с оптимальной для возделывания зерновых культур равновесной плотностью. Эти усредненные показатели по технологиям демонстрируют изначальную гомогенность почвенного покрова по равновесной плотности, которая обусловлена использованием традиционной технологии (вспашки) как в пространстве, так и во времени.

Таблица 2. Распространение подтипов черноземов (2013-2016) на опытных полях, (%)
Table 2. Distribution of subtypes of chernozems (2013-2016) on experimental fields, (%)

№ поля	Типичные	Перерывные	Выщелоченные
1	95,5	1,7	2,8
2	70,2	23,0	6,8
3	88,2	6,5	5,3
4	74,0	17,1	8,9
Среднее	82,0	12,0	6,0

В тоже время при сравнении этих показателей между отдельными полями по глубинам 0-10 и 10-20 см вариабельность плотности значительно выше 0,93 — 1,17 г/см³ и 1,03 — 1,23 г/см³ соответственно. Она вдвое выше средней для всего опытного участка, что подчеркивает различия в компонентном составе почвенного покрова полей (табл. 2). Достоверность различий в равновесной плотности по НСР между технологиями на разных глубинах также неоднородна (более значима для слоя 0-10 см), что подчеркивает неоднородность поверхностных горизонтов черноземов по показателю плотности. Различия в НСР₀₅ по полям на глубине 0-10 см отмечены только между полем 2 и 4, а по глубине 10-20 см между полем 2 с одной стороны и полями 1 и 3 с другой.

Объяснение этому мы видим в том, что на участке стационара доминирует зональный подтип черноземов — типичные, в комбинации с которыми встречаются перерывные и выщелоченные [16], обычные «спутники», характеризующие СПП в черноземной зоне. В среднем перерывные и выщелоченные черноземы на участке не так много (табл. 2), но перерывных черноземов на поле 2, например, в два раза больше средней по участку.

Встречаемость выщелоченных черноземов по сравнению с перерывными на участке существенно ниже (в среднем в два раза). Они формируются в большей степени на поле 4, превышая

средние показатели по участку в 1,5 раза. Перерывные и выщелоченные черноземы на полях определяют формирование элементарных почвенных ареалов (ЭПА) и СПП, которые в совокупности и в силу природной неоднородности свойств почв, воздействуют на изменчивость равновесной плотности даже с учетом гомогенизации поверхностных горизонтов при вспашке, например, на поле 1 на глубине 0-10 см (см. табл.1).

Структура почвенного покрова полей имеет топогенно-зоогенный генезис, обусловленный формированием мезо- и микрорельефа эрозивно-зоогенной и агрогенной природы. Вытянутые ложбинообразные контуры (рис. 3 и 4) характеризуют глубококарбонатные и мощные черноземы, маркируя зоны формирования выщелоченных черноземов. Отдельные округлой формы и небольшие по площади ареалы типичны для запаханых микроповышений сурчинно-слепышового микрорельефа, имеющего характерную зоогенную перерывность черноземов, маломощный и высококарбонатный профиль идентифицирующий перерывные черноземы.

По равновесной плотности эти почвы различаются между собой и чем выше неоднородность почвенного покрова, тем сильнее. Наиболее рельефно корреляция проявляется на видовом уровне между плотностью почв с одной стороны и мощностью А1 и карбонатностью черноземов, с другой (табл. 3, рис. 3-5).

Таблица 3. Встречаемость черноземов (%) по видовым признакам (мощность гумусового горизонта и карбонатность, 2013-2016)
Table 3. Occurrence of chernozems (%) by species characteristics (thickness of the humus horizon and carbonate content, 2013-2016)

№ поля	Черноземы — Ч*							Равновесная плотность, г/см ³	
	Мощность А1			Карбонатность (степень выщелоченности)					
	Ч _{мм}	Ч _{см}	Ч _м	Ч _к	Ч _{вк}	Ч _{ск}	Ч _{гк}	0-10	10-20
1	9,3	78,0	12,7	-	6,2	62,5	31,3	1,03	1,18
2	40,0	60,0	-	1,0	25,3	43,3	30,4	0,97	1,06
3	1,5	78,9	19,6	-	3,8	65,8	30,4	1,05	1,18
4	0,5	85,7	13,8	-	9,0	58,1	32,9	1,07	1,12
Среднее	12,8	75,7	11,5	0,3	11,1	57,4	31,2	1,03	1,13

*/ мм — маломощные, см — среднемощные, м — мощные, к — карбонатные, вк — высоко карбонатные, ск — средне карбонатные, гк — глубоко карбонатные



Она имеет опосредованный характер и зависит от технологии вспашки (отвальная, безотвальная и глубина пахоты), посева семян (глубина и равномерность), степени увлажнения почв в разных элементах микрорельефа, внутрисочвенного запаханного мезорельефа, определяющих равномерность всходов.

На полях доминируют два вида типичных черноземов: среднемощные и средне карбонатные, занимающие в среднем соответственно 75,7 и 57,4 процентов от общей обследованной площади (табл.3). Отличительной особенностью поля 2 является высокий процент встречаемости маломощных и высококарбонатных черноземов [17] соответственно 40 и 25,3%, тогда как на поле 3 мощные черноземы занимают 19,6% территории, а высоко карбонатные только 3,8 %. Эти видовые отличия почв в СПП создают основное разнообразие по равновесной плотности черноземов. На поле 2 она, например, ниже на обеих глубинах, относительно других полей.

В качестве примера изменения равновесной плотности типичного чернозема в севообороте и по ротациям выбрано поле 1 (табл. 4). Сравнительная оценка равновесной плотности между вспашкой и ПП показывает, что после начала опыта в 2013 г. отмечаются изменения равновесной плотности черноземов в прямом посеве, которые по НСР₀₅ имеют в среднем статистически достоверный характер в поверхностном слое 0-10 см. При этом плотность черноземов при вспашке практически постоянна, независимо от возделываемой культуры севооборота.

После первой ротации различия в плотности черноземов между вспашкой и ПП в слое 0-10 см практически отсутствуют, а после второй ротации они выше в ПП на 0.15 г/см³ (табл. 5). В поверхностном горизонте наблюдается тренд роста равновесной плотности в прямом посеве. Тем не менее отмеченные различия не значимы по обеим глубинам и технологиям. Рассматривая равновесную плотность черноземов на примере всего пахотного 20 см слоя, отмечается тенденция роста плотности по годам (ротациям), которая не имеет статистически достоверного характера по критерию НСР₀₅.

Тенденция увеличения уплотнения черноземов отмечается на всех полях, не только на поле 1 [18]. При вспашке это увеличение в слое 10-20 см можно объяснить глобальной сменой климатических условий на аридизацию, которая в летние периоды дефицита осадков приводит к уплотнению черноземов. В прямом посеве это непосредственно связано с прекращением традиционных обработок черноземов.

Микроморфология и томография образцов черноземов поля 1 и 2 показали, что применение прямого посева приводит к уплотнению материала, уменьшению доли сложных пор упаковки в поровом пространстве, увеличению доли пор-трещин и каналов, а также формированию угловато-округло-блоковых агрегатов [19]. В тоже время этот процесс сопровождается самосборкой агрегатов по размерам в более крупные, водостойчивые и прочные [5]. Следы биогенной переработки не исчезают, что диагностируется наличием копролитов с разным составом, а во внутривредной массе отмечается увеличение количества и разнообразия по степени разложенности растительных тканей. В межпоровом пространстве преобладают относительно свежие остатки.

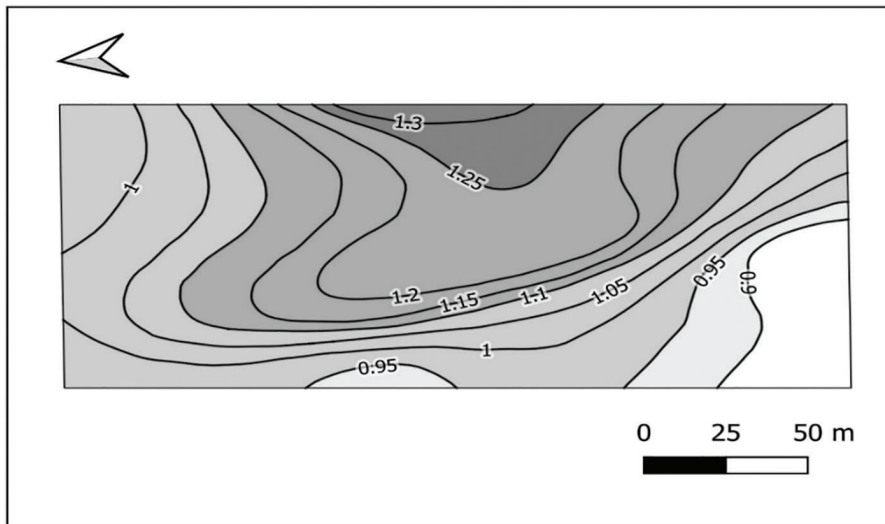


Рисунок 3. Карта плотности типичных черноземов на поле 1в слое 0-10 см до начала опыта (2013)
Figure 3. Map of the density of typical chernozems in field 1 in a layer of 0-10 cm before the start of the experiment (2013)

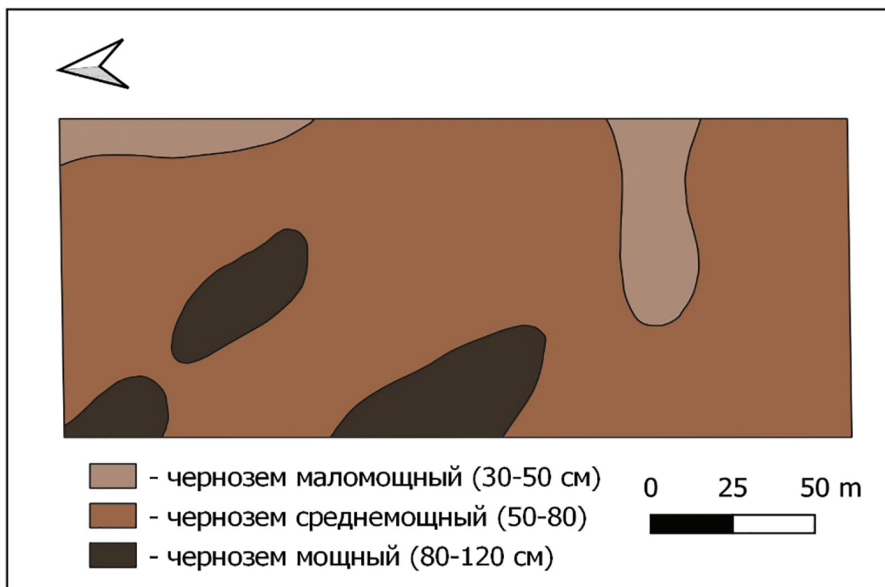


Рисунок 4. Мощность гумусового горизонта черноземов на поле 1 (2013)
Figure 4. The thickness of the humus horizon of chernozems in field 1 (2013)

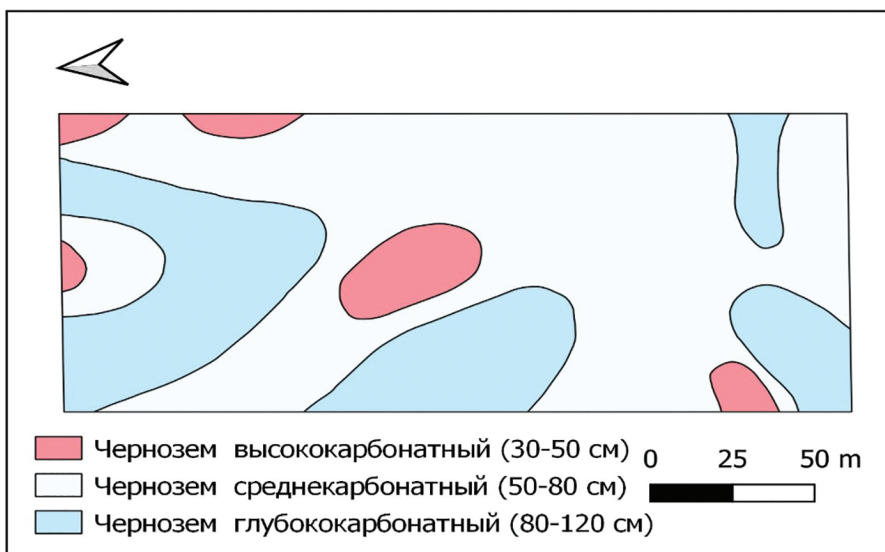


Рисунок 5. Карбонатность черноземов на поле 1 (2013)
Figure 5. Chernozems carbonate in field 1 (2013)



Таблица 4. Равновесная плотность ($г/см^3$) на поле 1 в среднем по технологиям, годам и культурам севооборота
Table 4. Bulk density ($г/см^3$) in field 1 on average for technologies, years and crop rotation

Технологии* и статистические параметры	2013 г. Горохово-овсяная смесь		2014 г. Осимая пшеница		2015 г. Кукуруза		Средняя	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
В	0,96	1,17	0,94	1,01	0,94	1,06	0,95	1,08
КО	1,17	1,17	0,96	1,10	0,92	1,09	1,02	1,12
МО	1,15	1,15	0,95	1,00	0,89	0,92	1,00	1,02
ПП	1,04	1,21	1,13	1,07	0,95	1,10	1,04	1,13
Средняя	1,08	1,17	1,00	1,04	0,92	1,04	1,00	1,09
СО	0,10	0,02	0,09	0,05	0,03	0,08	0,04	0,05
КВ	9,3	1,7	9,0	4,8	3,3	7,7	4,0	4,6
НСР ₀₅ технологии	0,19	0,05	0,17	0,09	0,05	0,16	0,08	0,10
НСР ₀₅ годы	0,15							

* / В — вспашка, КО — комбинированная обработка, МО — минимальная обработка, ПП — прямой посев

Таблица 5. Равновесная плотность черноземов ($г/см^3$) на поле 1 в слоях 0-10, 10-20 и 0-20 см в технологиях вспашка и прямой посев до начала опыта (2013) и после ротаций (2017 и 2021)

Table 5. Equilibrium density of chernozems ($г/см^3$) on field 1 in layers 0-10, 10-20 and 0-20 cm in plowing and direct sowing technologies before the start of the experiment (2013) and after rotations (2017 and 2021)

Технологии и статистические параметры	Начало опыта, 2013		Первая ротация, 2017		Вторая ротация, 2021		НСР ₀₅	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Вспашка	0,96	1,17	1,11	1,09	1,08	1,20	0,18	0,13
СО	0,14	0,11	0,05	0,07	0,02	0,08		
КВ	11,6	9,4	4,5	6,4	1,9	6,7		
Прямой посев	1,04	1,21	1,11	1,17	1,23	1,28	0,21	0,12
СО	0,03	0,19	0,05	0,08	0,08	0,04		
КВ	2,8	15,7	4,5	6,8	6,8	3,0		
	0-20 см		0-20 см		0-20 см			
Вспашка	1,06		1,10	+0,04	1,14	+0,08	0,09	
СО	0,15		0,01		0,08			
КВ	13,9		1,3		7,4			
Прямой посев	1,12		1,14	+0,02	1,25	+0,13	0,16	
СО	0,12		0,04		0,11			
КВ	10,7		3,5		8,7			

Эти признаки на микроуровне проведенных исследований демонстрируют, что процесс разуплотнения типичных черноземов начинается практически одновременно с увеличением плотности, но протекает постепенно на макро- и микроагрегатном уровне, с ростом разнообразия и обилия корневых систем растений в севооборотах, где желателно чередование мочковатых и стержневых культур, а также в результате посева покровных видов, которые не оставляют на полях ни времени, ни пространства для роста и развития сорняков.

Это приводит в ПП к снижению плотности на всю мощность бывшего пахотного горизонта, разуплотнению плужной подошвы и изменению водно-теплового баланса почв, приближая его к естественному. Несмотря на то, что на опытных полях в севообороте использовали преимущественно злаковые культуры с мочковатой корневой системой к окончанию первой и второй ротации равновесная плотность не выходит за рамки оптимальных показателей для типичных черноземов [3].

Заключение. Изменчивость плотности типичных черноземов при использовании прямого посева имеет тенденцию к росту во времени, в большей степени в подповерхностном горизонте 10-20 см. В горизонте 0-10 см эта тенденция

выражена слабее в силу разуплотняющего воздействия растительности и процессов восстановления структуры при отсутствии обработок почв. Опосредованно рост уплотнения черноземов подтверждается трендом снижения мощности гумусового горизонта А1 при использовании прямого посева за счет перегруппировки агрегатов почв. Визуально за ротацию в поверхностном горизонте черноземов формируются не характерные для пашни крупные блоки, ограниченные трещинами, которые служат основными водо- и воздухопроводящими системами. Фронтальная фильтрация влаги вглубь профиля черноземов снижается, но увеличивается локальная по трещинам, что приводит к увеличению влагозапаса на большей глубине почв, в том числе за счет снижения испаряемости с поверхности почв, покрытой растительными остатками. Неоднородный компонентный состав СПП усиливает вариабельность равновесной плотности черноземов в пространстве, что сказывается на снижении урожайности культур. По мере восстановления агрегатов и их водоустойчивости к эрозии в ПП происходит смена водно-теплового режима на экологически более устойчивый, что выступает катализатором роста и стабильности урожая зерновых культур на фоне глобальных изменений климатических параметров.

Список источников

1. Дридигер В.К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву (методические рекомендации). Ставрополь. ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». 2020. 68 с.
2. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дридигер В.К., Белобров В.П. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 4. Том 35. С. 8-16.
3. Фрид А.С., Кузнецова И.В., Королева И.Е., Бондарев А.Г., Когут Б.М., Уткаева В.Ф., Азовцева Н.А. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2010. 176 с.
4. Kholodov V.A., Yaroslavtseva N.V., Farkhodov Yu.R., Belobrov V.P., Yudin S.A., Aydiev A.Ya., Lazarev V.I., Frid A.S. Changes in the Ratio of Aggregate Fractions in Humus Horizons of Chernozems in Response to the Type of Their Use/Eurasian Soil Science, 2019, Vol. 52, no. 2, pp.162-170.
5. Холодов В.А., Ярославцева Н.В., Фарходов Ю.Р., Белобров В.П., Юдин С.А., Айдиев А.Я., Лазарев В.И., Фрид А.С. Изменение соотношения фракций агрегатов в гумусовых горизонтах черноземов в различных условиях земледельческого использования // Почвоведение. 2019. № 2. С. 184-193.



6. Рухович Д.И., Шаповалов Д.А. Об особенностях мониторинга почвенно-земельного покрова как информационной основы эффективного землепользования // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2015. № 12 (131). С. 31-49.

7. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Матвеев А.Г. Влияние типа почвы и ее плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии no-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Земледелие. 2017. № 2. С. 19-22.

8. Холодов В.А., Ярославцева Н.В. Агрегаты и органическое вещество почв восстанавливающихся ценозов. М.: ГЕОС. 2021. 120 с.

9. Кирюшин В.И., Дридигер В.К., Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Козлов Д.Н., Кирюшин С.В., Конищев А.А. Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева. М.: ООО «Издательство МБА». 2019. 136 с.

10. Blanco-Canqui H., Ruis S.J. No-tillage and soil physical environment // Geoderma. Elsevier, 2018. Vol. 326. P. 164-200.

11. Keller T. et al. Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning // Soil Tillage Res. Elsevier, 2019. Vol. 194. P. 104293.

12. Конищев А.А. Прошлое и будущее обработки почвы под зерновые культуры // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 21-27.

13. Шаповалов Д.А., Белоброва Д.В., Белобров В.П. Структура почвенного покрова как информационное обеспечение земельно-оценочных работ и реестра почвенных ресурсов на локальном уровне // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 2 (362). С. 6-11.

14. Юдин С.А., Белобров В.П., Дридигер В.К., Гребеников А.М., Айдиев А.А., 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 имени В.В. Докучаева. 2019. № 98. С. 132-152.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 352 с.

16. Классификация и диагностика почв СССР. М. Колос. 1977. 223 с.

17. Классификация и диагностика почв России. Смоленск. Ойкумена. 2004. 342 с.

18. Ермолаев Н.Р., Белобров В.П., Юдин С.А., Айдиев А.И., Ильин Б.С. Вариабельность плотности типичных черноземов при использовании прямого посева // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1 (14). С.14-20.

19. Белобров В.П., Юдин С.А., Айдиев А.А. и др. Чернозем типичный. Прямой посев, Курская область. Опыт, ротация 1.1. М.: ГЕОС. 2021. 128 с.

References

1. Dridiger V.K. (2020). Osobennosti provedeniya nauchnykh issledovaniy po minimizatsii obrabotki pochvy i pryamomu posevu (metodicheskiye rekomendatsii) [Features of conducting scientific research on minimizing tillage and no-till(guidnes)]. Stavropo: FGBNU «Severo-Kavkazskiy FNATS» 1, 68 p.

2. Ivanov A.L., Kulintsev V.V., Dridiger V.K., Belobrov V.P. (2021). O telesoobraznosti osvoyeniya sistemy pryamogo poseva na chernozemakh Rossii [On the expediency of developing a system of no-till on the chernozems of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology], no. 4, pp. 8-16.

3. Frid A.S., Kuznetsova I.V., Koroleva I.Ye., Bondarev A.G., Kogut B.M., Utkayeva V.F., Azovtseva N.A. (2010). Zonalno-provintsial'nyye normativy izmeneniy agrokhimicheskikh, fiziko-khimicheskikh i fizicheskikh pokazateley osnovnykh pakhotnykh pochv yevropeyskoy territorii [Zonal-provincial standarts for changes in agrochemical, physico-chemical and physical indicators of the main arable soils of the European territory of Russia under antropogenic imapcts]. Moscow: V.V. Dokuchaev soil science institute publ., 176 p.

4. Kholodov V.A., Yaroslavtseva N.V., Farkhodov Yu.R., Belobrov V.P., Yudin S.A., Aydiyev A.Ya., Lazarev V.I., Frid A.S. (2019). Changes in the ratio of aggregate fractions in humus horizons of chernozems in response to the type of their use/eurasian soil science, vol. 52, no. 2, pp. 162-170.

5. Kholodov V.A., Yaroslavtseva N.V., Farkhodov YU. R., Belobrov V.P., Yudin S.A., Aydiyev A. YA., Lazarev V.I., Frid A.S.(2019). Izmeneniye sootnosheniya fraktsiy agregatov v gumusovykh gorizontakh chernozemov v razlichnykh usloviyakh zemlepolzovaniya [Change ratios of fractions of aggregates in humus horizons of chernozems under different land use conditions]. *Pochvovedeniye* [Soilsience], no. 2, pp. 184-193.

6. Rukhovich D.I., Shapovalov D.A. (2015). Ob osobennostyakh monitoringa pochvenno-zemelnogo pokrova kak informatsionnoy osnovy effektivnogo zemlepolzovaniya [On the features of soil and land cover monitoring as an information basis for effective land use]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel* [Land management, cadaster and monitoring], no. 12, pp. 31-49.

7. Dridiger V.K., Stukalov R.S., Matveyev A.G. (2017). Vliyaniye tipa pochvy i yeye plotnosti na urozhaynost ozimoy pshenitsy, vozdel'yvayemoy po tekhnologii no-till v zone neustoychivogo uvlazhneniya Stavropolskogo kraya [Influence of soil type and its density on the yield of winter wheat cultivated using no-till technology in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 2, pp. 19-22.

8. Kholodov V.A., Yaroslavtseva N.V. (2021). Agregaty i organicheskoye veshchestvo pochv vosstanavliyayush-

chikhsya tsenozov [Aggregates and organic matter of soils in recovering cenoses]. Moscow: GEOS, 120 p.

9. Kiryushin V.I., Dridiger V.K., Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Kozlov D.N., Kiryushin S.V., Konishchev A.A. (2019). Metodicheskiye rekomendatsii po razrabotke minimalnykh sistem obrabotki pochvy i pryamogo poseva [Guidelines for the development of minimum tillage and no-till systems]. Moscow: OOO «Izdatelstvo MBA», 136 p.

10. Blanco-Canqui H., Ruis S.J. (2018). No-tillage and soil physical environment. *Geoderma*. Elsevier, vol. 326, pp. 164-200.

11. Keller T. et al. (2019). Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning. *Soil tillage res. elsevier*, vol. 194, pp. 104293.

12. Konishchev A.A. (2020). Proshloye i budushcheye obrabotki pochvy pod zernovyye kultury [Past and future of soil cultivation for grain crops]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian bulletin of Urals], no. 03, pp. 21-27.

13. Shapovalov D.A., Belobrova D.V., Belobrov V.P. (2018). Struktura pochvennogo pokrova kak informatsionnoye obespecheniye zemelno-otsenochnykh rabot i reyestra pochvennykh resursov na lokalnom urovne [The structure of the soil cover as information support for land assessment work and the register of soil resources at the local level]. *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp 6-11

14. Yudin S.A., Belobrov V.P., Dridiger V.K., Grebennikov A.M., Aydiyev A.YA., Ilyin B.S., Ermolayev N.R. (2019). K voprosu o metodike provedeniya mnogoletnykh opytov po izucheniyu vliyaniya tekhnologii pryamogo poseva na svoystva pochv [On the question of the methodology for conducting long-term experiments to study the effect of no-till technology on soil properties]. *Bulleten pochvennogo instituta* [Bulletin of soil science institute], no. 98, pp. 132-152.

15. Dospekhov B.A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moscow: *Agropromizdat*, 352 p.

16. Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR [Classification and diagnostics of soil in USSR]. Moscow: *Kolos*, 1977, 223 p.

17. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnostics of soil in Russian]. Smolensk: *Oikumen*, 2004, 342 p.

18. Ermolaev N.R., Belobrov V.P., Yudin S.A., Aydiyev A.I., Ilin B.S. (2021). Variabelnost plotnosti tipichnykh chernozemov pri ispolzovanii pryamogo poseva [Variability in the density of typical chernozems in no-till]. *Selskokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural journal], no. 1, pp. 14-20.

19. Belobrov V.P., Yudin S.A., et. all. (2021). Chernozem tipichnyi. Pryamoi posev, Kurskaya oblast. Opyt, rotatsiya 1.1 [Typical chernozem. No-till, Kursk region. Experience, rotation 1.1.]. Moscow: *Geos*, 128 p.

Информация об авторах:

Белобров Виктор Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий Межинститутским отделом по изучению черноземных почв, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, belobrovvp@mail.ru

Шаповалов Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, проректор по научной инновационной деятельности, профессор кафедры почвоведения, экологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapovalov_ecology@mail.ru

Юдин Сергей Анатольевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Межинститутского отдела по изучению черноземных почв, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2199-8474>, yudin_sa@esoil.ru

Ермолаев Никита Романович, младший научный сотрудник, Межинститутского отдела по изучению черноземных почв, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, n.ermolaev94@gmail.com

Information about authors:

Victor P. Belobrov, doctor of agricultural sciences, V.V. Dokuchaev soil science institute, head of the inter-institute department for the study of chernozem soils, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, belobrovvp@mail.ru

Dmitry A. Shapovalov, doctor of technical sciences, professor, pro-rector for research and innovation, professor department of soil sciences, ecology and environmental sciences, State university of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapovalov_ecology@mail.ru

Sergey A. Yudin, candidate of biological sciences, V.V. Dokuchaev Soil Science institute, leading researcher of the inter-institute department for the study of chernozem soils, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2199-8474>, yudin_sa@esoil.ru

Nikita R. Ermolaev, Junior researcher V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Junior Researcher, Inter-Institute Department for the Study of Chernozem Soils, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, n.ermolaev94@gmail.com





Научная статья

УДК 631.41:631.812:631.839

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_194

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПРОИЗВОДСТВА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.И. Аканова¹, А.С. Стромский², А.А. Стромский²,
В.Б. Троц³, Н.М. Троц³

¹Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

²ЕвроХим-Проект, Санкт-Петербург, Россия

³Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский,
Самарская область, Россия

Аннотация. Рассмотрена перспектива использования промышленного калийно-натриевого глинистого удобрения (КНГУ) в сельском хозяйстве, где оно может найти применение в качестве мелиоранта или комплексного калийсодержащего удобрения. Мелиоративное использование отхода наряду с социальной и экологической целесообразностью имеет высокую экономическую эффективность. Внесение в почву КНГУ в сочетании с $N_{40}P_{40}$ обеспечивает прибавку урожая зерна яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Нива 5,7-10,1% или 0,06-0,25 т/га при его сборах 2,39-2,51 т/га. Урожайность яровой твердой пшеницы сорта Безенчукская 205 в среднем на 2,2-7,1% больше сборов зерна мягкой пшеницы. Урожай зерна мягкой и твердой пшеницы при внесении 600 кг/га КНГУ составил 2,46 и 2,55 т/га и при внесении 800 кг/га КНГУ — 2,51 и 2,69 т/га. Зерно с высокой объемной массой у мягкой пшеницы — 820-829 г/л и весом 1000 зерен 35,8-36,6 г получено в вариантах с нормой внесения КНГУ 600 и 800 кг/га. Аналогичные показатели у твердой пшеницы в этих же вариантах опыта равнялись 817-821 г/л и 51,2-52,0 г соответственно. Внесение в почву КНГУ снижает pH с 7,8 до 7,5 или на 2,6%. Эффект расселения почвы начинает проявляться при внесении 600 и 800 кг/га КНГУ. Внесение КНГУ в нормах 400, 600 и 800 кг/га в условиях центральной агроклиматической зоны Самарской области полностью окупается получением условно чистого дохода. Экономически наиболее целесообразно вносить КНГУ под яровую твердую пшеницу, получен максимальный условно чистый доход — 18400-20600 руб./га при уровне рентабельности производства 112,5-121,1%. Максимальный экономический эффект гарантируется при внесении 800 кг/га КНГУ.

Ключевые слова: мелиорант, калийное удобрение, плодородие почвы, яровая мягкая пшеница, яровая твердая пшеница, урожайность, качество зерна

Original article

AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF THE USE OF SECONDARY RESOURCES OF POTASH FERTILIZER PRODUCTION IN AGRICULTURE

N.I. Akanova¹, A.S. Stromsky², A.A. Stromsky², V.B. Trots³, N.M. Trots³

¹All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov,
Moscow, Russia

²EuroChem-Project, Saint-Petersburg, Russia

³Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

Abstract. The prospect of using industrial potassium-sodium clay fertilizer (KNGU) in agriculture, where it can be used as a reclamation agent or a complex potassium-containing fertilizer, is considered. The reclamation use of waste, along with social and environmental feasibility, has a high economic efficiency. The introduction of KNGU into the soil in combination with $N_{40}P_{40}$ provides an increase in the yield of grain of spring soft wheat of the Kinelskaya Niva variety of 5.7-10.1%, or 0.06-0.25 t/ha at its harvests of 2.39-2.51 t/ha. The yield of spring durum wheat of the Bezenchukskaya 205 variety is on average 2.2-7.1% more than the harvest of soft wheat grain. The yield of soft and durum wheat grain with the application of 600 kg/ha of KNGU amounted to — 2.46 t/ha and 2.55 t/ha and with the introduction of 800 kg/ha KNGU — 2.51 t/ha and 2.69 t/ha. Grain with a high volume weight of soft wheat — 820-829 g/l and a weight of 1000 grains 35.8-36.6 g was obtained in versions with a rate of application of KNGU 600 and 800 kg/ha. Similar indicators for durum wheat in the same experimental variants were 817-821 g/l and 51.2-52.0 g, respectively. The introduction of KNGU into the soil reduces the pH from 7.8 to 7.5 or by 2.6%. The effect of soil delimitation begins to manifest itself when 600 and 800 kg/ha of KNGU are applied. The introduction of KNGU in the norms of 400, 600 and 800 kg/ha in the conditions of the central agro-climatic zone of the Samara Region fully pays off by obtaining a conditional net income. Economically, it is most expedient to apply KNGU under spring durum wheat, the maximum conditionally net income was obtained — 18400-20600 rubles/ha with a production profitability of 112.5-121.1%. The maximum economic effect is guaranteed when applying 800 kg/ha of KNGU.

Keywords: meliorant, potash fertilizer, soil fertility, spring soft wheat, spring durum wheat, yield, grain quality

Введение

Калий — необходимый элемент для роста и развития растений, и его недостаток в почве может быть лимитирующим фактором при формировании урожайности зерновых сельскохозяйственных культур [1, 2, 3]. Одним из основных источников калия для растений являются

калийные удобрения, которые используются как при основном внесении, так и в подкормках для всех культур. Уровень использования калийных удобрений — один из показателей интенсивности земледелия. К сожалению, в сельском хозяйстве России за последние 10-15 лет внесение калийных удобрений резко сократилось,

ежегодный дефицит калия в среднем по стране варьирует от -16 до -30 кг K_2O /га [4, 5].

В настоящее время калий вносится, главным образом, в виде сложных удобрений, которые не всегда могут обеспечить сбалансированное калийное питание растений, а значит и устойчивое повышение урожайности и качества



продукции, в том числе зерна яровой пшеницы [6, 7, 8]. В настоящее время основная его часть, предлагаемая на рынке, соответствует требованиям 3-5 классов, и очень мало зерна с содержанием массовой доли клейковины свыше 25-28% [9, 10]. Во многом причина кроется и в несбалансированности и снижении уровня применения минеральных удобрений, стоимость которых ежегодно возрастает и для многих хозяйств становится не доступной.

В качестве минерального удобрения можно использовать дешевые побочные продукты химической промышленности, содержащие макро- и микроэлементы [11]. Одним из таких отходов является калийсодержащий глино-солевой продукт или калийно-натриевое глинистое удобрение (КНГУ) производства ООО «ЕвроХим-Проект».

Методика проведения опыта

Цель работы состояла в исследовании агроэкологической эффективности применения КНГУ в посевах яровой мягкой и твердой пшеницы.

По метеоусловиям 2021 г. весенний период (март-апрель) был влагообеспеченным — 51 мм. В дальнейшем развитие растений проходило на фоне повышенных температур и дефицита осадков. В мае среднесуточная температура воздуха была на 6°C выше нормы, а количество осадков составило только 20,8 мм при норме 33 мм. В июне отмечались обильные осадки, сумма которых составила 72 мм, что равно 185% от нормы. В июле наблюдалась теплая погода и недостаток осадков, их сумма составила 47 мм (37% от нормы), это ускорило процессы развития яровой пшеницы и наступления фаз спелости, что сказалось на массе 1000 зерен. Жаркая и засушливая погода была и в августе, вегетация яровой пшеницы продолжалась при полном отсутствии атмосферной влаги. Сумма положительных температур за вегетационный период яровой пшеницы составила 2239°C при норме 1960°C, ГТК равнялся 0,55.

Полевой опыт был заложен и проведен в 2021 г. на экспериментальном поле ООО «Степь» Кинельского района Самарской области на черноземе обыкновенном солонцеватом среднесуглинистом с мощностью гумусового горизонта до 50-60 см. Поглотительная способность относительно высокая, сумма поглощенных оснований 30 мг-экв/100 г почвы, в составе поглощенных оснований преобладает Са — 92% от суммы поглощенных оснований.

Схема опыта включала пять вариантов:

Вид	Сорт	Нормы внесения удобрений	Способ применения
Мягкая пшеница	Кинельская Нива	Контроль — без удобрения	Расчетные нормы КНГУ вносились весной под культивацию, N ₂₀ P ₂₀ — весной под культивацию, оставшаяся доза N ₂₀ P ₂₀ — при посеве
		N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	
		N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	
		N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	
		N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	
Твердая пшеница	Безенчукская 205	Контроль — без удобрения	
		N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	
		N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	
		N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	
		N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	

КНГУ вносили поверхностно путем разбрасывания навесным тракторным разбрасывателем РУМ-1000 в весенний период под культивацию почвы с последующей заделкой культиватором КПМ-8 на фоне применения карбамида в дозе 67 кг/га в физическом весе, или 31 кг/га N по д.в., аммофоса — 78 кг/га в физическом весе, или 9 кг/га N и 40 кг/га P₂O₅ по д.в. Норма его внесения определялась с учетом содержания K₂O в продукте в пределах 10%.

Объектами исследований являлись растения яровой мягкой пшеницы (ЯМП) сорта Кинельская Нива и яровой твердой пшеницы (ЯТП) сорта Безенчукская 205. Норма высева семян 4,5 млн шт. всхожих семян на 1 га. Уход за посевами включал их обработку гербицидами против сорняков в фазе кущения. Уборка опытных делянок проводилась селекционным комбайном TERRION-2010. Экспериментальная работа проводилась с учетом методики опытного дела Б.А. Доспехова [12], Методических указаний по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями [13], Методических требований к полевому опыту [14]. Общая площадь делянок — 100 м², учетная — 80 м², повторность — 4-кратная, размещение вариантов систематическое.

Полевые опыты сопровождалась необходимыми наблюдениями и анализами: содержание белка в зерне — по ГОСТ 10846-91; крахмал — по ГОСТ 10845-98; объемная масса зерна — по ГОСТ 18040-64, содержание азота — по Кьельдалю (ГОСТ 13496-93), фосфор — ванадо-молибдатным способом (ГОСТ 26557-97), калий — методом пламенной фотометрии (ГОСТ 30504-97).

Учет урожая проводился поделочно с последующим взвешиванием и пересчетом на 14% влажностью зерна. Математическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову (1985). Экономическую оценку результатов исследований выполняли по методике, разработанной кафедрой экономики Самарского ГАУ.

Обсуждение результатов

Установлено, что полевая всхожесть яровой мягкой пшеницы составляла 72,5-73,4%, яровой твердой пшеницы — 72,5-76,7%. Плотность стояния растений на 1 м² равнялась, соответственно, 325-330 и 324-345 шт., что в соответствии с требованиями растениеводства вполне достаточно для формирования высокопродуктивного агроценоза (табл. 1).

Достоверной разницы в густоте стояния растений по вариантам внесения КНГУ в посевах мягкой и твердой пшеницы не обнаружено. Показатель для растений твердой пшеницы на фоне N₄₀P₄₀ оказался в среднем на 5,7% больше контрольного варианта, к уборке в посевах мягкой пшеницы густота снижалась до 230-255 шт., твердой пшеницы — до 230-264 шт.

На контроле мягкой пшеницы к уборке сохранилось в среднем 71,0% взошедших растений на 1 м², в фоновом варианте — 73,5%, что на 3,5% больше контроля. На сохранность растений оказывало действие КНГУ: сохранялось в среднем на 14-25 растений больше, чем на контроле и на 5-16 шт. больше, чем в фоновом варианте. Наибольшая существенная разница отмечалась в посевах с применением КНГУ в норме 600 кг/га — 250 шт./м² и 800 кг/га — 255 шт./м².

Аналогичные закономерности прослеживались в посевах твердой пшеницы. Максимальная сохранность растений — 75,2-77,0% отмечалась в вариантах с применением КНГУ в норме 600 и 800 кг/га, соответственно, 260 и 264 шт./м².

Исследование динамики высоты растений показало, что у растений мягкой и твердой пшеницы к фазе кущения она практически равная и составляла 10-11 см. Среднесуточные темпы линейного роста растений составляли в среднем 0,43-0,48 см. К началу фазы выхода в трубку рост стеблей заметно ускорился и достигал в контрольном варианте 1,2 см/сутки, высота растений составляла 32-33 см, а в вариантах с внесением удобрений — 33-34 см.

К фазе колошения среднесуточные приросты у растений сорта Кинельская Нива в контрольном варианте составляют 1,6 см, в варианте, где применялся КНГУ в норме 400 кг/га — 2,0 см, а при нормах 600 и 800 кг/га — соответственно 2,1 и 2,2 см, высота стеблей в этих вариантах достигала 55 и 56 см, что на 5-6 см больше контрольного варианта (рис. 1).

Аналогичные закономерности прослеживались у растений твердой пшеницы: к фазе колошения длина стеблей при применении 400 кг/га КНГУ равнялась 55 см, а при 600 и 800 кг/га — соответственно 56 и 57 см, что в среднем на 3-5 см больше контрольного варианта.

К началу фазы молочной спелости зерна среднесуточные приросты стеблей существенно снижались и на контроле равнялись 0,53-0,60 см.

Таблица 1. Густота стояния и сохранность растений (2021 г.)
Table 1. Density of standing and preservation of plants (2021)

Культура, сорт	Вариант опыта	Густота, шт./м ² *		Полевая всхожесть, %	Сохранность, %
		всходов	стояния к уборке		
ЯМП, Кинельская Нива	Контроль — без удобрения	324	230	72,5	71,0
	N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	325	239	72,6	73,5
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	328	244	72,8	74,4
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	325	250	72,3	76,9
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	330	255	73,4	77,3
	ЯТП, Безенчукская 205	Контроль — без удобрения	324	230	72,5
N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	345	251	76,7	73,0	
N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	342	256	76,0	74,9	
N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	345	259	76,7	75,2	
N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	335	258	74,4	77,0	

* Высеяно 450 семян, шт./м²



Высота растений в фоновом варианте — 84 см, в вариантах с внесением 400 кг/га КНГУ — 84 см, 600 и 800 кг/га — соответственно 88 и 89 см.

Высота стеблей мягкой пшеницы на контроле к уборке составляла 86 см, среднесуточные приросты за период всходы-полная спелость — 1,0 см. Внесение в почву $N_{40}P_{40}$ повышало темпы линейного роста растений в среднем на 2,3%, высота стеблей достигала 88 см. Добавление к фону КНГУ в норме 400 кг/га увеличивало темпы среднесуточных приростов на 6,9% и повышало высоту стеблей на 6 см — до 92 см. Увеличение нормы внесения КНГУ до 600 кг/га стимулировало ростовые процессы стеблей в среднем на 11,6%. Высота стеблестоя поднималась до отметки 96 см, что на 10 см больше контроля. Максимальную высоту растений имели посеы на фоне $N_{40}P_{40}$ + 800 кг/га КНГУ — 98 см, что на 12 см, или 13,9% больше средней высоты стеблей на контроле.

В посевах твердой пшеницы высота стеблей к уборке урожая в контрольном варианте была

84 см, в фоновом варианте — 86 см, а в варианте с внесением 400 кг/га КНГУ — 88 см, или на 4 см выше контроля. Увеличение нормы применения КНГУ до 600 и 800 кг/га способствовало повышению темпов среднесуточных приростов по отношению к контролю в среднем на 9,5 и 14,2%, высота растений составила 92 и 96 см (рис. 2).

Выявлено, что яровая мягкая пшеница, даже при дефиците атмосферной влаги, способна формировать на слабощелочных черноземных почвах урожай зерна на уровне 2,26 т/га (табл. 2).

Внесение $N_{40}P_{40}$ достоверно повышало продуктивность посева в среднем на 2,5%, или на 0,06 т/га — до 2,32 т/га. Внесение 400 кг/га КНГУ обеспечило сборы зерна до 2,39 т/га, что на 5,7%, или на 0,13 т/га больше контрольного варианта. Увеличение нормы применения КНГУ до 600 кг/га способствовало росту урожая зерна на 3,0% — до 2,46 т/га, что уже на 8,8% больше контроля. Применение 800 кг/га КНГУ обеспечило получение максимальных сборов зерна — 2,51 т/га, что на 2% выше в сравнении с

нормой 600 кг/га, прибавка к контролю составила 0,25 т/га, или 10,1%.

Растения пшеницы сорта Безенчукская 205 лучше использовали имеющиеся ресурсы, их урожайность в среднем на 2,2-7,1% больше, чем мягкой пшеницы. При внесении 400 кг/га КНГУ сборы зерна составили 2,49 т/га, что на 7,7% больше значения контрольного варианта. При внесении 600 и 800 кг/га КНГУ урожайность составила, соответственно, 2,55 и 2,69 т/га, что на 10,3 и 16,4% больше контроля.

Анализ структуры урожая показал, что число продуктивных стеблей в вариантах с яровой мягкой пшеницей варьировало от 430 до 481 шт./м². Коэффициент продуктивной кустистости составлял 1,8-2,0 и не зависел от норм внесения КНГУ (табл. 3).

Количество зерен в колосе в среднем варьировало от 17,5 шт. — у растений контрольного варианта до 18,1 и 17,5 шт. — при внесении 600 и 800 кг/га КНГУ. Такая закономерность изменяла и суммарный вес зерна с одного колоса — с 0,54 г на контроле до 0,64 и 0,67 г в зависимости от числа зерен и их веса. Увеличивалась и масса 1000 зерен с 30,8 г — на контроле до 35,8 и 36,6 г — в вариантах с внесением 600 и 800 кг/га КНГУ. Вес зерна с одного колоса в этих вариантах был в среднем на 18,5 и 24,0% больше контроля и равнялся, соответственно, 0,64 и 0,67 г, против 0,54 г у растений контроля.

Число продуктивных колосьев на 1 м² и вес зерна с одного колоса определяли биологический урожай зерна. В фоновом варианте он был в среднем на 3,8% больше контроля — 270 г, против 260 г — на контроле. В вариантах с применением КНГУ он возростала на 6,2-14,8% по сравнению с фоновым вариантом и по отношению к контролю на 10,3-19,2% (табл. 4).

Анализ данных структуры урожая твердой пшеницы показал, что, в отличие от мягкой пшеницы, она меньше кустится, коэффициент кущения варьировал от 1,6 до 1,8. Меньшим было и число зерен в колосе — в среднем на 2,6-3,3 шт., однако они были более тяжеловесными, масса 1000 зерен в 1,4-1,5 раза превышала этот показатель зерна мягкой пшеницы. Наибольшие количество зерен в колосе, массу на 1 м² и массу 1000 зерен имели варианты с внесением КНГУ, максимальные значения отмечались при внесении 600 и 800 кг/га КНГУ.

Применение КНГУ в сочетании с $N_{40}P_{40}$ способствовало улучшению структуры урожая: максимальное число зерен в колосе — 15,5-18,1 и 15,9-18,5 шт. их вес — 0,64-0,79 и 0,67-0,82 г, а также наибольшая масса 1000 зерен отмечена у растений вариантов с внесением 600 и 800 кг/га КНГУ. Биологическая урожайность в среднем на 13,0-13,3 и 16,5-19,2% соответственно больше показателя контрольного варианта и на 9,2-9,9 и 12,9-14,8% — фоновом варианте.

Внесение в почву $N_{40}P_{40}$ и КНГУ оказало влияние на качество зерна сорта Кинельская Нива: увеличилась объемная масса (натура) с 809 г/л на контроле до 820 и 829 г/л в вариантах с внесением 600 и 800 кг/га КНГУ (табл. 5).

Существенное повышение объемной массы зерна — до 814 г/л отмечалось и при внесении 400 кг/га КНГУ. В фоновом варианте превышение контроля по показателю натуре зерна было относительно небольшим — 2 г/л.

У растений твердой пшеницы сформировалось зерно с большей объемной массой —

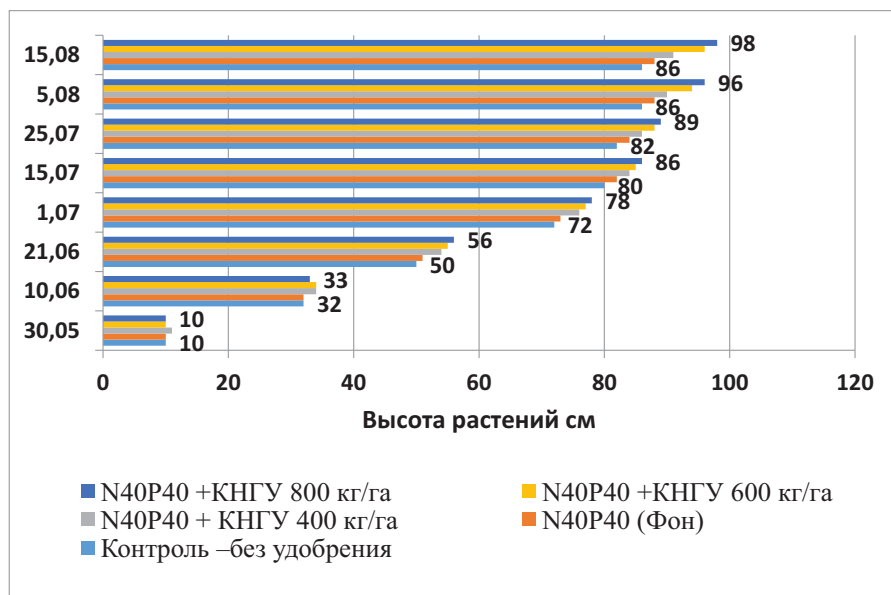


Рисунок 1. Динамика роста растений яровой пшеницы сорта Кинельская Нива
Figure 1. Dynamics of growth of spring wheat plants of Kinelskaya Niva variety

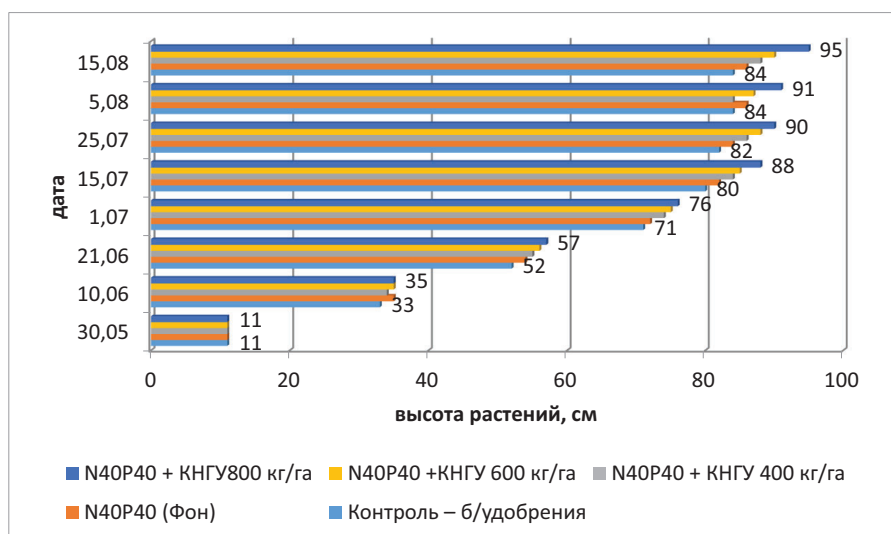


Рисунок 2. Динамика роста растений яровой пшеницы сорта Безенчукская 205
Figure 2. Dynamics of growth of spring wheat plants of Brezenchukskaya 205 variety



803-821 г/л, наибольшие показатели — 817 и 821 г/л получены в вариантах с внесением 600 и 800 кг/га КНГУ, что больше на 1,7 и 2,2%.

Применение КНГУ существенно повлияло на массу 1000 зерен: в вариантах с растениями сорта Кинельская Нива она варьировала от 30,8 г на контроле до 35,8 г в варианте с внесением 600 кг/га КНГУ и 36,6 г — в варианте с внесением 800 кг/га КНГУ. Масса 1000 зерен в этих вариантах увеличилась по сравнению с контролем на 12,2 и 18,8% соответственно. На 3,8 г больше контроля оказалась масса 1000 зерен в варианте с внесением 400 кг/га КНГУ — 34,6 г, а в фоновом варианте на 1,2 г — на уровне 32,0 г.

Зерно твердой пшеницы получилось более крупное. Масса 1000 зерен составляла 46,4-52,0 г,

при этом максимальное значение отмечалось при внесении 600 и 800 кг/га КНГУ, которое на 10,3 и 12,0% превышало контрольный вариант. Масса 1000 зерен 50,0 г получена в варианте с внесением 400 кг/га КНГУ, что на 2,2 г выше контрольного варианта.

С увеличением урожайности посева сорта Кинельская Нива содержание белка в зерне снижалось в среднем на 2,8-12,6%, что характерно для всех вариантов применения КНГУ. Минимальное содержание белка — 12,65% отмечено в зерне вариантов с внесением 800 кг/га КНГУ.

У растений твердой пшеницы сорта Безенчукская 205 снижение содержания белка в зерне не выявлено, оно увеличивалось на удобренных вариантах по сравнению с контролем

в среднем на 4,1-4,8%. Очевидно, это связано с биологическими особенностями данного вида пшеницы и накоплением пластических веществ в зерне. При этом не выявлено значимых различий накопления белка по вариантам с внесением КНГУ.

Наибольшее содержание клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы — 32,4% было в контрольном варианте, более низкое — в фоновом варианте — 31,2% и еще ниже в варианте с внесением КНГУ — 28,8%. Зерно вариантов с внесением 400 и 600 кг/га КНГУ содержало примерно равное количество клейковины — 27,5-28,8%, ИДК клейковины варьировал от 79 до 85 усл. ед., что соответствовало требованиям 2 группы качества.

В зерне твердой пшеницы оценивалось и содержание каратиноидов, определяющих цвет макаронных изделий. Их количество оказалось в пределах 432,4-460,6 мг%, определенных закономерностей их вариации не выявлено. Содержание клейковины в зерне варьировало от 25,1 до 26,4%. Однако в вариантах с внесением 600 и 800 кг/га КНГУ клейковина не отмывалась.

Выявлено, что внесение минеральных удобрений и КНГУ снижает реакцию почвенной среды с pH 7,8 весной до pH 7,5-7,7. Отмечено, что эффект расщелачивания почвы начинает проявляться при внесении 600 и 800 кг/га КНГУ. Значения pH уменьшались в слое 0-30 см в среднем с 7,7 на контроле до 7,5, или на 2,6% (табл. 6). Внесение КНГУ повышало почвенные запасы обменного калия по сравнению с контрольными вариантами в среднем на 30,6-35,2% — с 237-238 до 311-322 мг/кг. Это положительно может отразиться на урожайности последующих культур севооборота.

Экономическими расчетами установлено, что стоимость урожая мягкой пшеницы в денежном выражении по вариантам опыта варьировала от 20340 до 22590 руб./га (в ценах 2021 г.) (табл. 7).

Производственные затраты на выполнение всех технологических операций полностью окупались стоимостью произведенной продукции с получением условно чистого дохода в пределах 10840-11390 руб./га и уровнем рентабельности 102,0-114,1%. Прибавка продукции от внесения КНГУ оказалось недостаточно высокой, для того чтобы удержать показатель рентабельности на уровне контрольного значения. Он составил только 104,7,9% против 114,1% в контрольном варианте.

По мере увеличения нормы применения КНГУ до 600 кг/га объем дополнительно произведенного зерна увеличивался не значительно — в среднем на 3,0%. В результате величина условно чистого дохода составила 11240 руб./га и уровень рентабельности — 103%. Повышение нормы внесения КНГУ до 800 кг/га обеспечивало существенную прибавку урожая по сравнению контролем и вариантом с минимальной нормой его внесения — 400 т/га, достигавшей в денежном выражении, соответственно, 2250 и 1080 руб./га, при сравнительно небольших производственных затратах. В результате условно чистый доход возрастал до 11390 руб./га.

Анализ экономических показателей в опытах с твердой пшеницей показал, что получен достаточно высокий денежный доход — 32340-37600 руб./га, что на 59,0-66,0% больше, чем

Таблица 2. Урожай зерна (2021 г.)

Table 2. Grain harvest (2021)

Вариант опыта	ЯМП Кинельская Нива			ЯТП Безенчукская 205		
	урожай зерна, т/га	прибавка		урожай зерна, т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Контроль — без удобрения	2,26	-	-	2,31	-	-
N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	2,32	0,06	2,6	2,40	0,09	3,8
N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	2,39	0,13	5,7	2,49	0,18	7,7
N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	2,46	0,20	8,8	2,55	0,24	10,3
N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	2,51	0,25	10,1	2,69	0,38	16,4
HCP ₀₅	0,15	-	-	0,18	-	-

Таблица 3. Показатели структуры урожая зерна (2021 г.)

Table 3. Indicators of the structure of the grain harvest (2021)

Культура, сорт	Вариант опыта	Число			Кoeffициент продуктивного кущения
		растений к уборке	продуктивных стеблей	зерен в колосе, шт.	
ЯМП, Кинельская Нива	Контроль — без удобрения	230	481	17,5	2,0
	N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	239	450	17,7	1,9
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	244	462	18,0	1,9
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	250	460	18,1	1,8
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	255	462	18,5	1,8
ЯТП, Безенчукская 205	Контроль — без удобрения	230	430	14,2	1,8
	N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	251	417	14,4	1,7
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	256	413	15,0	1,6
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	259	406	15,5	1,6
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	258	404	15,9	1,6

Таблица 4. Показатели структуры биологической урожайности (2021 г.)

Table 4. Indicators of the structure of biological yield (2021)

Культура, сорт	Вариант опыта	Масса, г			Биологическая урожайность, т/га
		зерна с 1 колоса	зерна с 1 м ²	1000 зерен	
ЯМП, Кинельская Нива	Контроль — без удобрения	0,54	260	30,8	2,60
	N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	0,60	270	32,0	2,70
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	0,62	287	34,6	2,87
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	0,64	295	35,8	2,95
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	0,67	310	36,6	3,10
ЯТП, Безенчукская 205	Контроль — без удобрения	0,66	284	46,4	2,84
	N ₄₀ P ₄₀ (Фон)	0,70	292	48,6	2,92
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 400 кг/га	0,75	310	50,0	3,10
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 600 кг/га	0,79	321	51,2	3,21
	N ₄₀ P ₄₀ + КНГУ 800 кг/га	0,82	331	52,0	3,31



у мягкой пшеницы. Посевы твердой пшеницы позволяют получать условно чистый доход на уровне 17040-20600 руб., что в 1,6-18 раз больше показателей посевов мягкой пшеницы.

Твердая пшеница, по сравнению с мягкой пшеницей, обеспечивает лучшую экономическую окупаемость дополнительно вкладываемых материальных ресурсов: уровень рентабельности

сравнению с контролем в среднем на 4,7-8,8% увеличилась сохранность растений к уборке. При этом наибольший эффект наблюдается при внесении в почву 600 и 800 кг/га КНГУ.

сравнению с контролем в среднем на 4,7-8,8% увеличилась сохранность растений к уборке. При этом наибольший эффект наблюдается при внесении в почву 600 и 800 кг/га КНГУ.

Применение КНГУ в сочетании с $N_{40}P_{40}$ обеспечивает получение прибавки урожая зерна яровой мягкой пшеницы 5,7-10,1%, или 0,06-0,25 т/га при его сборах на уровне 2,39-2,51 т/га.

Заключение

Внесение КНГУ не оказывает влияние на полевую всхожесть семян, но позволяет по

Таблица 5. Качество зерна яровой пшеницы (2021 г.)
Table 5. Spring wheat grain quality (2021)

Культура, сорт	Вариант опыта	Натура, г/л	Содержание, %		Качество клейковины		Каротиноиды, мг%
			белка	клейковины	ИДК, усл. ед.	группа	
ЯМП, Кинельская Нива	Контроль — без удобрения	809	14,25	32,4	85	2	-
	$N_{40}P_{40}$ (Фон)	811	13,85	31,2	79	2	-
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 400 кг/га	814	13,05	28,8	87	2	-
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 600 кг/га	820	13,05	28,3	85	2	-
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 800 кг/га	829	12,65	27,5	84	2	-
ЯТП, Безенчукская 205	Контроль — без удобрения	803	13,11	25,1	108	3	449,1
	$N_{40}P_{40}$ (Фон)	806	13,65	26,5	106	3	440,7
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 400 кг/га	812	13,85	26,4	111	3	460,6
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 600 кг/га	817	13,72	-	не отмывалась		465,7
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 800 кг/га	821	13,75	-	не отмывалась		432,4

Таблица 6. Агрохимические показатели почвы
Table 6. Agrochemical indicators of the soil

Культура, сорт	Вариант опыта	Глубина взятия образца, см	Показатель				
			рН	гумус, %	$N_{\text{щг}}$	мг/кг	
						P_2O_5	K_2O
Перед посевом (до внесения КНГУ)							
	Почва опытного участка S — 2000 м ²	0-10	7,8	4,8	55,4	162	247
		10-20	7,8	4,4	51,6	169	255
		20-30	7,8	4,3	50,7	157	249
Последствие КНГУ (после уборки урожая)							
ЯМП, Кинельская Нива	Контроль — без удобрения	0-30	7,7	4,6	55,6	167	238
	$N_{40}P_{40}$ (Фон)	0-30	7,6	4,5	49,4	163	242
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 400 кг/га	0-30	7,6	4,7	42,1	167	311
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 600 кг/га	0-30	7,5	4,7	40,1	162	318
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 800 кг/га	0-30	7,5	4,6	40,1	162	322
ЯТП, Безенчукская 205	Контроль — без удобрения	0-30	7,7	4,6	54,2	162	237
	$N_{40}P_{40}$ (Фон)	0-30	7,6	4,6	47,4	164	242
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 400 кг/га	0-30	7,6	4,7	43,0	163	312
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 600 кг/га	0-30	7,5	4,7	41,2	163	316
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 800 кг/га	0-30	7,5	4,7	41,1	168	320

Таблица 7. Экономическая эффективность применения КНГУ (2021 г.)
Table 7. Cost-effectiveness of the application of the KNGU (2021)

Культура, сорт	Вариант опыта	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Рентабельность, %
ЯМП, Кинельская Нива	Контроль — без удобрения	20 340	9 500	10840	114,1
	$N_{40}P_{40}$ (Фон)	20 880	10 200	10 680	104,7
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 400 кг/га	21 510	10 600	10 910	103,0
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 600 кг/га	22 140	10 900	11 240	103,1
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 800 кг/га	22 590	11 200	11 390	102,0
ЯТП, Безенчукская 205	Контроль — без удобрения	32 340	15 300	17 040	111,4
	$N_{40}P_{40}$ (Фон)	33 600	16 000	17 600	110,0
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 400 кг/га	34 860	16 400	18 460	112,5
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 600 кг/га	35 700	16 700	19 000	113,7
	$N_{40}P_{40}$ + КНГУ 800 кг/га	37 600	17 000	20600	121,1



Урожайность яровой твердой пшеницы сорта Безенчукская 205 в среднем на 2,2-7,1% больше урожайности мягкой пшеницы, максимальный урожай мягкой и твердой пшеницы при внесении 600 кг/га КНГУ — 2,46 и 2,55 т/га и при внесении 800 кг/га КНГУ — 2,51 и 2,69 т/га. Повышение урожая зерна обусловлено увеличением числа зерен в колосе мягкой и твердой пшеницы в среднем на 1,1-1,4%, массы зерна колоса — на 6,0-11,1%, массы 1000 зерен — на 3,8-4,7%, массы зерна с 1 м² и биологической урожайности — на 2,8-3,8%.

Внесение 600 и 800 кг/га КНГУ снижает pH среды с 7,8 до 7,5-7,7.

Применение КНГУ в нормах 400, 600 и 800 кг/га полностью окупается получением условно чистого дохода. Экономически наиболее целесообразно вносить КНГУ под яровую твердую пшеницу, что обеспечивает получение максимального условно чистого дохода — 18400-20600 руб./га при уровне рентабельности производства 112,5-121,1%, максимальный экономический эффект гарантируется при внесении КНГУ в норму 800 кг/га.

Список источников

1. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ, 1999. 332 с.
2. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум, 2000. 184 с.
3. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М.: Агрохимиздат, 1990. 219 с.
4. Вильдфлуш И.Р., Лапа В.В., Мишура О.И. Агрохимия удобрения и их применение в современном земледелии. Горки: БГСХА, 2019. 405 с.
5. Liu, X., P. He, J. Jin, W. Zhou, G. Sulewski, and S. Phillips. (2011). Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China. *Agron. J.*, 103:1452-1463.
6. Иванова С.Е., Романенков В.А., Никитина Л.В. Первые результаты научного проекта по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений в России // Ключевой элемент. 2014. № 1. С. 6-10.
7. Виноградов Д.В., Ильинский А.В., Данчев Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования. Рязань: РГАУ, 2017. 128 с.

Информация об авторах:

Аканова Наталья Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией агрохимии известковых удобрений и химической мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru

Стромский Анатолий Сергеевич, начальник отдела переработки твердых полезных ископаемых, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6270-4773>, anatoly.stromsky@eurochemproject.ru

Стромский Александр Анатольевич, заведующий лабораторией обогащения минерального сырья отдела переработки твердых полезных ископаемых, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3796-9822>, aleksandr.stromsky@eurochemproject.ru

Троц Василий Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства, экологии и безопасности жизнедеятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0214-3529>, dr.troz@mail.ru

Троц Наталья Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, декан агрономического факультета, профессор кафедры землеустройства, почвоведения и агрохимии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>, troz_shi@mail.ru

Information about the authors:

Natalia I. Akanova, doctor of biological sciences, professor, head of the laboratory of lime fertilizers and chemical reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru

Anatoly S. Stromsky, head of the mineral processing department, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6270-4773>, anatoly.stromsky@eurochemproject.ru

Alexander A. Stromsky, head of the mineral processing laboratory of the mineral processing department, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3796-9822>, aleksandr.stromsky@eurochemproject.ru

Vasily B. Trots, doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of forestry, ecology and safety, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0214-3529>, dr.troz@mail.ru

Natalia M. Trots, doctor of agricultural sciences, dean of the faculty of agronomy, professor of the department of land engineering, soil science and agrochemistry, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>, troz_shi@mail.ru

8. Чуб М.П. Определение потребности яровой пшеницы в удобрениях в зависимости от погодных факторов и содержания в почве подвижных элементов питания. В кн.: Эффективность удобрений и повышение плодородия почв в засушливом Поволжье. Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1986. С. 4-19.

9. Габиров М.А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота // Вестник Воронежского ГАУ. 2017. № 2. С. 40-44.

10. Габиров М.А. Энергосберегающие технологии производства сельскохозяйственной продукции // Зерновое хозяйство. 2006. № 2. С. 5-6.

11. Кирейчева Л.В., Нефедов А.В., Виноградов Д.В. и др. Обоснование использования удобрительно-мелиорирующей смеси на основе торфа и сапропеля для повышения плодородия деградированных почв // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2016. № 3 (31). С. 12-17.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

13. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / ВАСХНИЛ, ВНИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. М.: ВИУА, 1983. 22 с.

14. Методические требования к полевому опыту. Режим доступа: <https://poznayka.org/s65985t2.html> (дата обращения: 12.05.2021).

References

1. Mineev, V.G. (1999). *Agrokimiya i ehkologicheskii funktsii kaliya* [Agrochemistry and ecological functions of potassium]. Moscow, MSU Publishing house, 332 p.
2. Prokoshev, V.V., Deryugin, I.P. (2000). *Kalii i kaliinye udobreniya* [Potassium and potassium fertilizers]. Moscow, Ledum Publ., 184 p.
3. Kulakovskaya, T.N. (1990). *Optimizatsiya agrokhimicheskoi sistemy pochvennogo pitaniya rastenii* [Optimization of the agrochemical system of soil nutrition of plants]. Moscow, Agrohimizdat Publ., 219 p.
4. Vil'dflush, I.R., Lapa, V.V., Mishura, O.I. (2019). *Agrokimiya udobreniya i ikh primenenie v sovremennom zemledelii* [Agrochemistry of fertilizers and their application in modern agriculture]. Gorki, BGSА, 405 p.
5. Liu, X., P. He, J. Jin, W. Zhou, G. Sulewski, and S. Phillips. (2011). Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China. *Agron. J.*, 103:1452-1463.
6. Ivanova, S.E., Romanenkov, V.A., Nikitina, L.V. (2014). Pervye rezultaty nauchnogo proekta po sovershenstvovaniyu rekomendatsii po vneseniyu kaliinykh udobrenii

v Rossii [The first results of the scientific project to improve the recommendations for the application of potash fertilizers in Russia]. *Klyuchevoi ehlement* [Key element], no. 1, pp. 6-10.

7. Vиноградов, D.V., Il'inskiy, A.V., Dancheev, D.V. (2017). *Ehkologicheskie aspekty okhrany okruzhayushchei sredy i ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [Ecological aspects of environmental protection and rational nature management]. Ryazan, 128 p.

8. Chub, M.P. (1986). *Opreделение potrebnosti yarovoi pshenitsy v udobreniyakh v zavisimosti ot pogodnykh faktorov i sodержaniya v pochve podvizhnykh ehlementov pitaniya* [Determination of the need for spring wheat in fertilizers depending on weather factors and the content of mobile nutrients in the soil]. In: *Ehffektivnost' udobrenii i povyshenie plodorodiya pochv v zasushlivom Povolzh'e* [Efficiency of fertilizers and increase of soil fertility in the arid Volga region]. Saratov, Research Institute of Agriculture of the South-East, pp. 4-19.

9. Gabibov, M.A. (2017). *Agroehkologicheskie priemy povysheniya produktivnosti sevooborota* [Agroecological methods of increasing the productivity of crop rotation]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Voronezh State University], no. 2, pp. 40-44.

10. Gabibov, M.A. (2006). *Ehnergoberegayushchie tekhnologii proizvodstva sel'skokhozyaistvennoi produktsii* [Energy-saving technologies for the production of agricultural products]. *Zernovoe khozyaistvo*, no. 2, pp. 5-6.

11. Kireicheva, L.V., Nefedov, A.V., Vinogradov, D.V. i dr. (2016). *Obosnovanie ispol'zovaniya udobritel'no-melioriroyushchei smesi na osnove torfa i sapropelya dlya povysheniya plodorodiya degradirovannykh pochv* [Substantiation of the use of a fertilizer-reclamation mixture based on peat and sapropel to increase the fertility of degraded soils]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva* [Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev], no. 3 (31), pp. 12-17.

12. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

13. VIUA (1983). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami* [Methodical instructions for conducting research in long-term experiments with fertilizers]. Moscow, VIUA, 22 p.

14. Metodicheskie trebovaniya k polevomu opytu [Methodological requirements for field experience]. Available at: <https://poznayka.org/s65985t2.html> (accessed: 12.05.2021).





Научная статья

УДК 633.491:631.82

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_200

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ НИТРОАММОФОСОК, АЗОТНЫХ И ВОДОРАСТВОРИМЫХ НРК-УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Л.С. Федотова¹, М.М. Визирская², Н.А. Тимошина¹, Е.В. Князева¹

¹Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха, Московская область, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

Аннотация. В статье представлены данные полевого опыта с картофелем за 2020-2021 гг. Опыт располагался на дерново-подзолистой супесчаной почве, на территории экспериментальной базы «Коренево» ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» Московской области. Изучалась реакция сорта картофеля Жуковский ранний на применение следующих агрохимикатов: различные формы азотных удобрений — аммиачная селитра, карбамид УТЕС, азотно-известняковое, гранулированные нитроаммофоски марок 10-26-26 и 14-14-23, водорастворимые НРК-удобрения линейки Aqualis марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18. Установлено, что применение современных форм азотных удобрений в качестве подкормки в период вегетации картофеля, таких как карбамид УТЕС (40% N) и удобрение азотно-известняковое (27% N, 6% CaO, 4% MgO), некорневые подкормки водорастворимыми НРК-удобрениями линейки Aqualis, а также внесение перед посадкой гранулированной нитроаммофоски с соотношением элементов 14-14-23 (1:1:1,6), повышали урожайность (на 13-36,9%), качество продукции, структуру урожая, выход питательно ценных компонентов с единицы площади, обеспечивали получение экономической выгоды и сохраняли плодородие почвы. В варианте с предпосадочным внесением в гребни нитроаммофоски с соотношением 14-14-23 и аммиачной селитры N₁₀₀ при окучивании рядков в сочетании с 4-кратным опрыскиванием в течение сезона водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis сформировалась максимальная урожайность — 44,5 т/га, что составило 12,0 т/га или 36,9% прибавки к первому варианту (нитроаммофоска 10-26-26 + аммиачная селитра), принятому за контроль.

Ключевые слова: картофель, урожайность, качество продукции, нитроаммофоска 10-26-26, нитроаммофоска 14-14-23, азотные удобрения, карбамид УТЕС, аммиачная селитра, азотно-известняковое удобрение, водорастворимые НРК-удобрения линейки Aqualis

Original article

EFFICIENCY OF VARIOUS FORMS OF NITRO-AMMOPHOSES, NITROGENIC AND WATER-SOLUBLE NPK-FERTILIZERS IN POTATOES GROWING

L.S. Fedotova¹, M.M. Vizirskaya², N.A. Timoshina¹, E.V. Knyazeva¹

¹Federal Research Center of Potato named after A.G. Lorch, Moscow region, Russia

²All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

Abstract. The article presents data from field experience with potatoes for 2020-2021. The experiment was located on soddy-podzolic sandy loamy soil, on the territory of the experimental base "Korenevo" of Russian Potato Research Centre, Moscow Region. The reaction of the potato variety Zhukovsky early to the use of fertilizers was studied: various forms of nitrogen fertilizers — ammonium nitrate, urea UTEC, nitrogen-limestone, granulated nitroammophoska grades 10-26-26 and 14-14-23, water-soluble NPK-fertilizers of the Aqualis line of grades 13:40:13, 3:11:38 and 18:18:18. It was concluded that the use of modern forms of nitrogen fertilizers as top dressing during the growing season of potatoes, such as UTEC carbamide (40% N) and nitrogen-limestone fertilizer (27% N, 6% CaO, 4% MgO), foliar top dressing with water-soluble NPK-fertilizers of the Aqualis line, as well as the introduction of granular nitroammophoska with a ratio of elements 14-14-23 (1:1:1.6) before planting, increased the yield (by 13-36.9%), product quality, crop structure, and the yield of nutritionally valuable components per unit area, provide economic benefits and maintain soil fertility. In the variant with preplant application of nitroammophoska with a ratio of 14-14-23 and ammonium nitrate N₁₀₀, when hilling the rows in combination with 4-fold spraying during the season with water-soluble complex fertilizers of the Aqualis line, the maximum yield was 44.5 tons/ha, which amounted to 12.0 t/ha or 36.9% of the increase to the first option (nitroammophoska 10-26-26 + ammonium nitrate), taken as control.

Keywords: potato, yield, product quality, nitroammophoska 10-26-26, nitroammophoska 14-14-23, nitrogen fertilizers, urea UTEC, ammonium nitrate, nitrogen-limestone fertilizer, water-soluble NPK-fertilizers of the Aqualis line

Цель работы

Цель работы — провести оценку эффективности применения на картофеле водорастворимых НРК-удобрений линейки Aqualis марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18, гранулированных НРК-удобрений марок 10-26-26 и 14-14-23, подкормок карбамидом УТЕС, удобрением

азотно-известняковым (УАИ) в сравнении с традиционным азотным удобрением — аммиачной селитрой.

Актуальность

В отличие от зерновых, картофель требует для формирования урожая большее количе-

ство элементов питания за относительно короткий срок вегетации [5, 9, 12]. Азот, как основной структурный элемент растений, необходим на ранних стадиях развития [2, 8, 13, 14]. В черноземной зоне именно этот элемент находится в первом минимуме [12], поэтому так важно разработать правильную технологию



его применения [13, 14]. Сейчас аграрии могут применять различные формы (виды) азотных агрохимикатов на картофеле, представленных на внутреннем рынке удобрений, в том числе те, которые предлагаются компанией «ЕвроХимТрейдинг Рус».

Условия и методика проведения исследований

Опыт располагался на дерново-подзолистой супесчаной почве, на территории экспериментальной базы «Коренево» ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» Московской области. Объектом исследований в полевом опыте (2020-2021 гг.) являлся сорт картофеля Жуковский ранний.

Посадку картофеля проводили клоновой сажалкой КСКН-4 — 5 мая 2020 г. и 6 мая 2021 г. в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75 x 30 см, густота стояния растений — 44000 шт./га. Общая площадь делянки 48 м², учетной — 36 м², повторность трехкратная. Уборку проводили вручную с каждой делянки — 18 августа 2020 г. и 16 августа 2021 г.

Формы агрохимикатов и содержание питательных элементов: удобрение азотно-известняковое (УАИ) — 27% азота, 6% СаО, 4% MgO; карбамид УТЕС (40% азота) — форма стабилизированного карбамида, на гранулы которого был нанесен препарат УТЕС, ингибитор уреазы; аммиачная селитра — 34% азота; гранулированное NPK-удобрение марки N-P-K=10-26-26; гранулированное NPK-удобрение марки N-P-K=14-14-23; водорастворимые NPK-удобрения линейки Aqualis марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18.

Метеорологические условия вегетационного периода 2020 г. характеризовались пониженной температурой воздуха в мае-июле и одновременно избытком дождей. Средняя температура воздуха за вегетационный период 2020 г. составила 17,1°C при норме 16,7°C. Всего осадков за вегетационный период выпало 395,7 мм или 149,7% от нормы. ГТК₂₀₂₀ составил 2,35 (влажный год).

Метеоусловия периода вегетации 2021 г. в целом были неудовлетворительными для роста, развития и продуктивности картофеля, в отличие от предыдущего 2020 г. Погода в мае была в основном теплой и влажной, среднесуточная температура воздуха составила 14,4°C, что на 1,37°C выше нормы, осадков за месяц выпало более чем в 1,5 раза больше нормы. Погода в июне и июле была в основном жаркая и сухая (ГТК_{июнь} = 0,91; ГТК_{июль} = 0,40), а в августе — жаркая и влажная (ГТК_{август} = 1,49).

Средняя температура воздуха за вегетационный период 2021 г. составила 19,7°C, всего осадков за вегетационный период выпало 258,0 мм или 99,04% от нормы (264,3 мм). Сумма эффективных температур (выше 10°C) составила 2354,61°C. ГТК₂₀₂₁ составил 1,096 (слабозасушливый год).

Почва опытного поля характеризовалась как дерново-подзолистая супесчаная со следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта перед закладкой опыта: обладала кислой-слабокислой реакцией среды (рН_{ксл} = 4,4-4,9); низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими (S = 2,4-3,1 мг-экв/100 г почвы; V = 40-49%); высоким содержанием подвижного фосфора (424-497 мг/кг почвы) и ниже среднего-средним содержанием обменного калия (130-175 мг/кг почвы); относительно низкой гумусированностью (1,9%).

Методы исследований

Перед закладкой опыта и во время уборки картофеля проводили отбор почвенных проб, далее определяли агрохимические показатели: гумус — по Тюрину (ГОСТ 26213-91); P₂O₅ и K₂O — по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011); рН_{ксл} — потенциометрически (ГОСТ 26483-85); гидролитическую кислотность — по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); сумму поглощенных оснований — по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88); степень насыщенности почвы основаниями — расчетным способом; обменные кальций и магний — по ГОСТ 26487-85; нитратный азот почвы — по ГОСТ 26951-86.

Полевые исследования по влиянию изучаемых агрохимикатов на продуктивность картофеля осуществляли в полном соответствии со стандартными методами [4, 6, 7]. Учет и структуру урожая клубней картофеля проводили с каждой делянки, взвешивая фракции отдельно: мелкая (нестандартная) фракция — клубни по поперечному диаметру меньше 30 мм; средняя (семенная) — клубни по поперечному диаметру от 30 до 60 мм; крупная (продовольственная) — клубни по поперечному диаметру более 60 мм.

В убранном картофеле определяли: содержание крахмала — весовым методом (ГОСТ 7194-81); содержание сухого вещества — весовым методом (ГОСТ 31640-2012); содержание витамина С — по И.К. Мурри [10]; содержание нитратов — ионоселективным методом (ГОСТ 26951-86).

Дисперсионный анализ экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову [3].

Схема опыта:

- 1. Технология хозяйства:**
N₄₀P₁₀₄K₁₀₄: 10-26-26 — 400 кг — перед посадкой или в гребни +
N₁₀₀: 300 кг — аммиачная селитра (подкормка)
- 2. N₅₆P₅₆K₉₂: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой в гребни +**
N₁₀₀: 300 кг — аммиачная селитра (подкормка)
- 3. N₅₆P₅₆K₉₂: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой в гребни +**
N₁₀₀: 220 кг — карбамид УТЕС (подкормка)
- 4. N₅₆P₅₆K₉₂: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой в гребни +**
N₈₀: 300 кг — УАИ (подкормка)
- 5. N₅₆P₅₆K₉₂: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой в гребни +**
N₁₀₀: 370 кг — УАИ (подкормка)
- 6. N₅₆P₅₆K₉₂: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой в гребни +**
N₁₀₀: 300 кг — аммиачная селитра (подкормка) + **листовые подкормки совместно с СЗР**
1. Всходы 5-15 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га
2. Ботва 15-30 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га
3. Бутионизация — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га
4. 3-4 недели до уборки — 3-11-38 — 3 кг/га
Внесение удобрений на опытных делянках проводили вручную, согласно схеме, с последующей заделкой удобрений в почву культиватором КОН-2,8.

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два дождевых боронования, два послеуборочных и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений картофеля проводились обработки ботвы инсектицидами и фунгицидами. Против личинок колорадского жука применяли препарат Бискай (200 мл/га), против фитофтороза — препараты Метакол (2,5 кг/га) и Манкоцеб (1,2 л/га). Посадки картофеля на опыте также

обрабатывались гербицидами: до всходов картофеля — гербицидом Лазурит (1,5 л/га) + Рифус (50 г/га); по всходам — гербицидом Титус (50 г/га) + Тренд 90 (200 г/га). Опрыскивание растений картофеля фунгицидами и инсектицидами проводили общим фоном, начиная с профилактической обработки (3-я декада июня), а также водорастворимыми NPK-удобрениями линейки Aqualis на шестом варианте.

Результаты исследований

Комплексным показателем, отражающим эффективность изучаемых агрохимикатов, является продуктивность картофеля (табл. 1). Продуктивность картофеля сорта Жуковский ранний в условиях экстремального вегетационного сезона 2021 г. снизилась в 2,4-2,9 раза по сравнению с урожайностью культуры в 2020 г.

В среднем за 2 года урожайность изменялась от 32,5 т/га в 1-м контрольном варианте с применением нитроаммофоски с соотношением 10-26-26 (технология хозяйства) в сочетании с подкормкой аммиачной селитрой до 44,5 т/га в 6-м варианте с применением нитроаммофоски с соотношением элементов 14-14-23 в сочетании с подкормкой аммиачной селитрой и 4-кратным некорневым опрыскиванием в течение сезона водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis.

Замена во 2-м варианте нитроаммофоски с соотношением элементов 10-26-26 на нитроаммофоску с соотношением 14-14-23 позволила получить прибавку урожайности 3,4 т/га (10,5%), что объясняется оптимизацией минерального питания на «зафосфаченой» почве (P₂O₅ = 410-432 мг/кг, табл. 7).

Применение карбамида УТЕС в 3-м варианте в качестве подкормки (N₁₀₀) в среднем за 2020-2021 гг. сформировало урожайность 38,9 т/га, прибавка составила 3,0 т/га или 8,3% по сравнению со 2-м вариантом, где применяли аммиачную селитру в той же дозе (N₁₀₀). Применение карбамида УТЕС сформировало урожай с более высокой товарностью — 94,7% по сравнению с 1 и 2-м вариантами — 93,5 и 93,1% соответственно.

В вариантах с внесением удобрения азотно-известкового (УАИ) в двух дозах N₈₀ и N₁₀₀ (4-й и 5-й варианты) в качестве подкормки урожайность картофеля повышалась в соответствии с увеличением дозы д.в. до 36,8 и 40,5 т/га соответственно, прибавка урожайности составила 4,3 т/га (13,2%) и 8,0 т/га (24,6%) к 1-му варианту.

В 6-м варианте с комплексным минеральным питанием за счет нитроаммофоски с соотношением 14-14-23 и аммиачной селитры в сочетании с 4-кратным опрыскиванием в течение сезона водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis в среднем за 2020-2021 гг. сформировалась максимальная урожайность — 44,5 т/га, что составило 12,0 т/га или 36,9% прибавки к 1-му варианту, принятому за контроль.

Влияние различных форм, доз и способов внесения удобрений на формирование структуры урожая клубней представлено в таблице 2. Доля клубней крупной фракции (> 60 мм) с 3-го по 6-й варианты была выше (21,1-27,0%) таковой в 1-м (20,3%) и 2-м (19,3%) вариантах.

В трех вариантах с испытываемыми удобрениями (3-й с карбамидом УТЕС, 4-й с УАИ в дозе 80 кг/га д.в. и 6-й с 4-кратным опрыскиванием ВРУ) доля клубней крупной фракции была наибольшей (27,0, 24,3 и 24,8% соответственно), при



этом доля клубней средней фракции (30-60 мм) в этих вариантах (3, 4 и 6-й) была наименьшей (от 67,7 до 70,7%). Наибольшая доля клубней средней фракции (30-60 мм) на уровне первых двух вариантов отмечена в 5-м варианте с УАИ в дозе 100 кг/га д.в., в остальных вариантах — ниже уровня контроля.

В 6-м варианте с 4-кратным опрыскиванием ВРУ линейки Aqualis сформировалась наиболее оптимальная структура урожая: доля крупной фракции составила 24,8%, средней фракции — 70,7% и минимальное содержание мелкой фракции — 4,5%.

Под действием различных форм, доз и способов внесения удобрений увеличивалось общее количество клубней в расчете на 1 куст, в том числе и по фракциям. В контрольном варианте $[N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}]$ (ам. селитра) количество клубней всего на 1 куст составило 12,9 шт., в вариантах с 2-го по 6-й с заменой нитроаммофоски

(10-26-26 → 14-14-23) и применением различных форм азотных удобрений, а также некорневого опрыскивания ВРУ линейки Aqualis, их количество выросло до 13,0-15,5 шт./куст.

Замена нитроаммофоски (10-26-26 → 14-14-23) во 2-м варианте $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) способствовала увеличению количества клубней на 1,5 шт./куст против контрольного варианта $[N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}]$ (ам. селитра).

В вариантах с двумя дозами УАИ — N_{80} и N_{100} (4 и 5-й варианты) количество клубней увеличилось с 14,6 (min) до 15,5 (max) шт./растение, причем в этих вариантах с подкормкой азотно-известняковым удобрением при оптимальных условиях увлажнения оставшийся резерв мелкой фракции (<30 мм) клубней 3,8-4,1 шт./растение может дать существенный рост урожайности, что наблюдалось в 2020 г.

В 6-м варианте с комплексным минеральным питанием $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) +

опрыскивание ВРУ 4-кратно] клубней сформировалось 15,5 шт./куст, при этом наиболее существенно росло количество клубней средней фракции — до 10,6 шт./куст.

Влияние удобрений на качество клубней картофеля определяется погодными условиями вегетационного периода, биологическими особенностями сорта, механическим составом почвы, дозами внесения и формой удобрений, технологией возделывания и другими факторами [5, 8, 9, 13, 14].

В среднем за 2020-2021 гг. замена традиционной нитроаммофоски (10-26-26) на нитроаммофоску с соотношением 14-14-23, а также замена форм азотных удобрений для подкормок при наблюдаемом существенном увеличении урожайности и товарности картофеля, не приводило к снижению содержания сухого вещества и крахмала, а в 6-м варианте с 4-кратным опрыскиванием ВРУ отмечено увеличение концентрации витамина С (табл. 3).

В отличие от сухого вещества и крахмала, содержание которых было относительно низким, характерным для ранних сортов, уровень нитратов в продукции в целом по опыту был высоким — 184-210 мг/кг (ПДК = 250 мг/кг сырых клубней), при этом максимальная концентрация нитратов в клубнях (210 мг/кг) наблюдалась в контрольном варианте (технология хозяйства: $N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра), а в вариантах со 2-го по 6-й, в которых была проведена замена традиционной нитроаммофоски (10-26-26) на нитроаммофоску с соотношением 14-14-23, концентрация NO_3^- снижалась.

За счет существенного роста урожайности и товарности клубней картофеля в вариантах с применением различных форм, доз и способов внесения изучаемых удобрений повышался выход питательно ценных компонентов (табл. 4). Максимальные значения сбора питательных веществ, как в 2020 г., так и в 2021 г. и в среднем за 2 года, получены в 6-м варианте с комплексным минеральным питанием $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (аммиачная селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно] — 75,7 ц/га сухого вещества, 52,5 ц/га крахмала, 8,9 кг/га витамина С, что выше контроля на 49, 55 и 62% соответственно.

Полученные результаты по сбору питательных веществ с комплексным минеральным питанием $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно] в условиях 2020 и 2021 гг. позволяют рекомендовать использование данной системы минерального питания для широкого применения, как в практике возделывания продовольственного картофеля в обычных сельскохозяйственных организациях, так и картофелеперерабатывающих предприятий.

Экономическая эффективность

Экономическая эффективность рассчитывалась согласно методическим рекомендациям по определению годового экономического эффекта от использования НИР и ОКР в АПК [11]. В расчетах использовались данные по урожайности картофеля с учетом фракционного состава, полученные на опыте в 2020 и 2021 гг. Средняя цена реализации продовольственного картофеля [клубни двух фракций (>60 мм) + (30-60 мм в диаметре)] в 2020 г. составила 10 руб./кг, в 2021 г. — 25,0 руб./кг.

В основные технологические затраты входили затраты, связанные с обработкой почвы, посадкой картофеля, междурядными обработками, применением пестицидов, все операции

Таблица 1. Урожайность и товарность картофеля в зависимости от применения удобрений
Table 1. Yield and merchantability of potatoes depending on the use of fertilizers

№ п/п	Варианты опыта	Урожайность 2020 г., т/га	Урожайность 2021 г., т/га	Среднее, т/га	Прибавка урожая		Товарность, %
					т/га	%	
1	$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра)	45,7	19,4	32,5	-	-	93,5
2	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра)	50,5	21,4	35,9	3,4	10,5	93,1
3	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (карбамид УТЕС)	56,3	21,4	38,9	6,4	19,7	94,7
4	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	53,2	20,4	36,8	4,3	13,2	93,5
5	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	59,5	21,6	40,5	8,0	24,6	93,3
6	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно	66,3	22,7	44,5	12,0	36,9	95,5
	НСР ₀₅	1,9	0,7				1,7

Таблица 2. Структура урожая картофеля в зависимости от применения удобрений (2020-2021 гг.)
Table 2. The structure of the potato yield depending on the use of fertilizers (2020-2021)

№ п/п	Фракционный состав по массе, %			Количество клубней, шт./куст			
	>60 мм	30-60 мм	<30 мм	всего	>60 мм	30-60 мм	<30 мм
1	20,3	73,3	6,4	12,9	1,0	8,9	3,0
2	19,3	73,9	6,8	14,4	1,3	9,7	3,4
3	27,0	67,7	5,3	13,0	1,5	8,4	3,1
4	24,3	69,2	6,5	14,6	1,4	9,4	3,8
5	21,1	72,1	6,8	15,5	1,3	10,1	4,1
6	24,8	70,7	4,5	15,5	1,7	10,6	3,2
	НСР ₀₅	0,6	0,7	0,4	1,3	0,4	0,6

Таблица 3. Биохимические показатели клубней картофеля в зависимости от применения удобрений (2020-2021 гг.)
Table 3. Biochemical indicators of potato tubers depending on the use of fertilizers (2020-2021)

№ п/п	Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг клубней
1	$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра)	16,1	10,9	18,1	210
2	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра)	16,3	11,1	18,5	187
3	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (карбамид УТЕС)	15,0	9,9	18,2	190
4	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	17,0	11,7	19,2	184
5	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	15,7	10,5	18,1	194
6	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно	16,9	11,7	19,9	185
	НСР ₀₅	1,2	0,9	1,5	19



учитывали по технологической карте (транспортировка, внесение в почву или некорневые опрыскивания). Основные технологические затраты были одинаковы для всех вариантов опыта.

В дополнительных затратах была учтена стоимость удобрений и затраты на уборку и доработку дополнительной продукции, которые включали: затраты по подготовке к уборке (скашивание ботвы), уборка технологическими средствами, перевозка с поля до хранилища, первичная переборка и загрузка в хранилище, согласно типовой технологической карты (табл. 5).

В 2021 г. отмечено повышение стоимости минеральных удобрений: аммиачная селитра — на 26,4%, карбамид УТЕС — на 14,3%, удобрение азотно-известняковое — на 23,3%, нитроаммофоска 10-26-26 — на 20%, нитроаммофоска 14-14-23 — на 22,4% относительно цен 2020 г. Однако за счет снижения урожайности в 2021 г. и прибавок от внесения удобрений в вариантах с 3-го по 6-й дополнительные затраты снизились на 17-32% относительно показателей 2020 г.

Экономические показатели производства картофеля в вариантах применения нитроаммофоски с соотношением 14-14-23 в сочетании с подкормками различными формами азота: аммиачная селитра ($N_{фj}$), карбамид УТЕС ($N_{к}$), удобрение азотно-известняковое (УАИ) в двух дозах и 4-кратным некорневым опрыскиванием водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis, были существенно выше, чем в варианте с нитроаммофоской 10-26-26 в сочетании с подкормкой аммиачной селитрой (наиболее распространенные удобрения в хозяйствах) (табл. 6).

Условный доход от дополнительной продукции в вариантах с испытываемыми агрохимикатами в 2020 г. колебался от 44,5 до 266,1 тыс. руб./га, в 2021 г. он снизился в 3,8-6,0 раз — до 7,4-70,8 тыс. руб./га. Также изменялась по годам и вариантам опыта окупаемость затрат: наиболее высокая она была в 2020 г. в 6-м варианте — 7,52, а в 2021 г. составила 2,92 в этом же варианте — с применением нитроаммофоски с соотношением 14-14-23 и аммиачной селитры в сочетании с 4-кратным опрыскиванием в течение сезона водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis.

Себестоимость продукции в 2020 г. составляла 3,41 руб./кг (в контроле), снижаясь до 2,62 руб./кг в 6-м варианте, в 2021 г. она повысилась до 9,74 руб./кг (контроль), снижаясь до 8,11 руб./кг (6-й вариант), при росте рентабельности производства со 157% (1-й вариант — технология хозяйства) до 208% в варианте с комплексным минеральным питанием [$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (аммиачная селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно]. Подкормка удобрением аммиачно-нитратным в дозе N_{80} (5-й вариант) оказалась недостаточной для получения значимой дополнительной прибыли и окупаемости затрат (0,37) от сформировавшегося урожая картофеля в условиях 2021 г.

Эффективное плодородие почвы

Внесение испытываемых агрохимикатов в почву весной и проведение азотных подкормок при окуливании рядков способствовало повышению продуктивности картофеля, что объясняется повышением содержания доступных питательных веществ и улучшением агрохимических характеристик пахотного слоя почвы (табл. 7).

Таблица 4. Выход питательно ценных компонентов картофеля с 1 га (среднее за 2020-2021 гг.)

Table 4. The quantity of nutritionally valuable components of potatoes per hectare (average for 2020-2021)

№ п/п	Варианты опыта	Урожай клубней больше 30 мм, т/га	Выход сухого вещества, ц/га	Выход крахмала, ц/га	Выход витамина С, кг/га
1	$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра)	30,9	50,7	33,9	5,5
2	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра)	34,0	56,7	38,4	6,3
3	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (карбамид УТЕС)	37,5	56,3	35,9	6,8
4	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	34,9	62,1	42,8	6,8
5	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	38,4	61,3	40,1	6,9
6	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно	42,9	75,7	52,5	8,9

Таблица 5. Стоимость различных форм удобрений и дополнительные затраты на вариантах опыта

Table 5. The cost of various forms of fertilizer and additional costs on experiments

Форма удобрения	Стоимость удобрений, руб./т или руб./кг		Варианты опыта	Дополнительные затраты, руб./га	
	2020 г.	2021 г.		2020 г.	2021 г.
Нитроаммофоска 10-26-26	28 500	34 200	1	-	-
Карбамид УТЕС ($N_{к}$)	28 000	32 000	2	19970	21340
Аммиачная селитра ($N_{фj}$)	16 000	20 220	3	27370	22580
Нитроаммофоска 14-14-23	24 500	30 000	4	21658	20080
Удобрение азотно-известняковое (УАИ)	14 760	18 200	5	28280	22280
ВРУ 3-11-38 (руб./кг)	100	104,5	6	35390	24234
ВРУ 18-18-18 (руб./кг)	100	94,5			
ВРУ 13-40-13 (руб./кг)	100	98,5			

Таблица 6. Экономические показатели производства продовольственного картофеля

Table 6. Economic indicators of the production of food potatoes

Варианты опыта	Условный доход от дополнительной продукции, руб./га		Окупаемость затрат дополнительной продукцией		Себестоимость, руб./кг		Рентабельность, %	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{фj100}$	-	-	-	-	3,41	9,74	340	157
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{фj100}$	44530	23660	2,23	1,11	3,15	8,80	376	184
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$	136130	29920	4,97	1,32	2,91	8,73	416	186
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	78842	7420	3,64	0,37	3,04	9,07	394	176
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	163720	30220	5,79	1,36	2,83	8,72	430	187
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{фj100}$ + опрыскивание ВРУ 4-кратно	266110	70766	7,52	2,92	2,62	8,11	473	208

Таблица 7. Агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от применения удобрений (среднее за 2020-2021 гг.)

Table 7. Agrochemical indicators of soddy-podzolic sandy loamy soil depending on the use of fertilizers (average for 2020-2021)

Варианты опыта	рН _{кcl}	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
		мг/кг почвы				
1. Технология хозяйства: $N_{40}P_{104}K_{104} + N_{фj100}$	4,41	13,5	459	151	494	125
2. $N_{56}P_{56}K_{92} + N_{фj100}$	4,53	15,3	423	155	499	125
3. $N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$	4,55	16,7	432	161	519	121
4. $N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	4,65	14,9	419	158	578	146
5. $N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	4,76	16,0	424	159	590	146
6. $N_{56}P_{56}K_{92} + N_{фj100}$ + опрыскивание ВРУ 4-кратно	4,43	15,9	410	165	488	130
НСР ₀₅	0,14	2,3	28	18	43	19





Ко времени уборки картофеля обменная кислотность почвы ($pH_{\text{кк}}$) наиболее заметно снижалась в вариантах с применением удобрения азотно-известнякового (УАИ) в дозах N_{80} и N_{100} — до 4,65-4,76 ед. pH по сравнению с 1-м вариантом (технология хозяйства).

В этих же вариантах с УАИ в дозах N_{80} и N_{100} отмечено наиболее существенное увеличение обменного кальция — до 578-590 мг/кг или на 84-96 мг/кг, а также обменного магния — до 146 мг/кг или на 21 мг/кг относительно 1-го варианта. Содержание подвижного фосфора в вариантах (со 2-го по 6-й) с внесением нитроаммофоски с соотношением 14-14-23 (1:1:1,6) было в интервале от 410 до 432 мг/кг, что на 27-49 мг ниже, чем в варианте с применением нитроаммофоски с соотношением 10-26-26 (1:2,6:2,6) — 1-й вариант.

Работами ученых Западной и Восточной Сибири подтверждена главенствующая роль нитратного азота в питании растений, выявлены тесные взаимосвязи между его содержанием перед посевом и отзывчивостью культур на внесение азотных удобрений [2]. В проведенном нами эксперименте содержание нитратного азота ($N-NO_3$) повышалось до среднего уровня обеспеченности этим элементом (15,9-16,7 мг/кг почвы) в 3-м варианте с внесением карбамида УТЕС, в 5-м варианте с подкормкой УАИ в дозе N_{100} , в 6-м варианте с подкормкой аммиачной селитры и 4-кратным некорневым опрыскиванием водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis.

Заключение

Комплексные исследования, проведенные в полевом опыте при возделывании картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве и климатических условиях 2020-2021 гг., позволили оценить эффективность различных форм и доз удобрений: аммиачной селитры, удобрения азотно-известнякового (УАИ), карбамида УТЕС, водорастворимых НРК-удобрений линейки Aqualis марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18 и гранулированных НРК-удобрений марок 10-26-26 и 14-14-23.

Применение современных форм азотных удобрений в качестве подкормки в период вегетации картофеля, таких как карбамид УТЕС и удобрение азотно-известняковое (УАИ), некорневые подкормки водорастворимыми НРК-удобрениями (ВРУ) линейки Aqualis, а также внесение перед посадкой гранулированной

нитроаммофоски с соотношением элементов 14-14-23 (1:1:1,6), повышали урожайность культуры (на 13-36,9%), качество продукции, структуру урожая, выход питательно ценных компонентов с единицы площади, обеспечивали получение экономической выгоды и сохраняли плодородие почвы.

Список источников

1. Агрохимия / 3-е изд., перераб. и доп.; под ред. А.В. Петербургского, П.М. Смирнова. М.: Колос, 1975. 495 с.
2. Гамзиков Г.П. Практические рекомендации по почвенной диагностике азотного питания полевых культур и применению азотных удобрений в сибирском земледелии: производственно-практическое издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 48 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / 5-е изд. доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ГНУ ВНИИО, 2011. 648 с.
5. Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. М.: ВНИИКС, 2001. 369 с.
6. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. М.: ВНИИКС, 2019. С. 12-21.
7. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКС, 1989. 142 с.
8. Федотова Л.С., Тимошина Н.А. Нитраты в картофеле как показатель минерального питания и зрелости продукции // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 8. С. 11-13.
9. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Модель эффективного управления продукционным процессом формирования урожая и качества картофеля: монография. М.: ВНИИКС, 2016. 47 с.
10. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (Метод И.К. Мурри) / Руководство Р 4.1.1672-03. М., 2004. С. 72.
11. Полунин Г.А. и др. Методические рекомендации по определению годового экономического эффекта от использования НИР и ОКР в АПК. М.: АНО «НИЦПО», 2007. 32 с.
12. Сычев В.Г. Современное состояние почв России и пути его регулирования. М.: ВНИИА, 2019. 328 с.
13. Khan, I., Zaman, M., Khan, M.J., Iqbal, M., Babar, M.N. (2014). How to improve yield and quality of potatoes: effects of two rates of urea N, urease inhibitor and Cytozyme nutritional program. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, no. 14 (2), pp. 268-276.
14. Martin, R.J. (1995). The effect of nitrogen fertilizer on the recovery of nitrogen by a potato crop. *Proceeding of Annual Conference Agronomy Society of New Zealand*, pp. 97-104.

References

1. Peterburgskii, A.V., Smirnov, P.M. (ed.) (1975). *Agrokhimiya* [Agrochemistry]. Moscow, Kolos Publ., 495 p.

2. Gamzikov, G.P. (2018). *Prakticheskie rekomendatsii po pochvennoi diagnostike azotnogo pitaniya polevykh kul'tur i primeniyu azotnykh udobrenii v sibirskom zemledelii: proizvodstvenno-prakticheskoe izdanie* [The practical recommendations on soil nitrogen nutrition diagnosis for field crop and nitrogen fertilizers application in Siberian agriculture: production and practical edition]. Moscow, Rosinforma-grrotekh Publ., 48 p.

3. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [The field trial methodic]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

4. Litvinov, S.S. (2011). *Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve* [The field trial methodic in vegetable growing technology]. Moscow, GNU VNIIO, 648 p.

5. Korshunov, A.V. (2001). *Upravlenie urozhaem i kachestvom kartofelya* [Potato yield and quality management]. Moscow, VNIKH, 369 p.

6. VNIKH (2019). *Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov, uchetov, nablyudeni i analizov na kartofele* [The methodic of agro technical trial organization, accounting, observation and data analysis on potato]. Moscow, VNIKH, pp. 12-21.

7. NIKH (1989). *Metodika fiziologo-biokhimicheskikh issledovani kartofelya* [Potato physiology and biochemical research organization methods]. Moscow, NIKH, 142 p.

8. Fedotova, L.S., Timoshina, N.A. (2004). Nitraty v kartofele kak pokazatel' mineral'nogo pitaniya i zrelosti produkt-sii [The content on nitrates as the indicator of mineral nutrition and maturity stage]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 8, pp. 11-13.

9. Fedotova, L.S., Timoshina, N.A., Knyazeva, E.V. (2016). *Model' effektivnogo upravleniya produktsionnym protsessom formirovaniya urozhaya i kachestva kartofelya: monografiya* [The effective management model for potato productivity processes: monograph]. Moscow, VNIKH, 47 p.

10. *Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti BAD k pishche (Metod I.K. Murri)* (2004). [The guide on control method for quality and safety of dietary supplement (I.K. Murri method)]. *Rukovodstvo* [Guide] R 4.1.1672-03. Moscow, p. 72.

11. Polunin, G.A. i dr. (2007). *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu godovogo ekonomicheskogo efekta ot ispol'zovaniya NIR i OKR v APK* [The methodical recommendations on calculation yearly economic efficiency of research and development work in agriculture]. Moscow, ANO "NICPO", 32 p.

12. Sychev, V.G. (2019). *Sovremennoe sostoyanie pochv Rossii i puti ego regulirovaniya* [The modern soil condition in Russia and regulation methods]. Moscow, VNIIA, 328 p.

13. Khan, I., Zaman, M., Khan, M.J., Iqbal, M., Babar, M.N. (2014). How to improve yield and quality of potatoes: effects of two rates of urea N, urease inhibitor and Cytozyme nutritional program. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, no. 14 (2), pp. 268-276.

14. Martin, R.J. (1995). The effect of nitrogen fertilizer on the recovery of nitrogen by a potato crop. *Proceeding of Annual Conference Agronomy Society of New Zealand*, pp. 97-104.

Информация об авторах:

Федотова Людмила Сергеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии и биохимии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, Researcher ID: D-3338-2018, ldfedotova@gmail.com

Визирская Мария Михайловна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, mvizir@gmail.com

Тимошина Наталья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агрохимии и биохимии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5204-7922>, Researcher ID: D-6831-2018, timnatali@rambler.ru

Князева Елена Валерьевна, научный сотрудник, руководитель группы аэропонных установок, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7336-222X>, Researcher ID: D-6885-2018, elenak-73@rambler.ru

Information about the authors:

Lyudmila S. Fedotova, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher of the laboratory of agrochemistry and biochemistry, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, Researcher ID: D-3338-2018, ldfedotova@gmail.com

Maria M. Vizirskaya, candidate of biological sciences, researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, mvizir@gmail.com

Natalya A. Timoshina, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of agrochemistry and biochemistry, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5204-7922>, Researcher ID: D-6831-2018, timnatali@rambler.ru

Elena V. Knyazeva, researcher, head of the group of aeroponic installations, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7336-222X>, Researcher ID: D-6885-2018, elenak-73@rambler.ru



Научная статья
 УДК 338.43:633.1
 doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_205

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАТРАТ НА МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

С.Н. Петрова¹, Е.Ю. Калиничева², А.Ф. Мельник², Д.В. Зюкин³, Д.А. Зюкин¹

¹Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, Курск, Россия

²Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

³Курский техникум экономики и управления, Курск, Россия

Аннотация. В статье изучаются региональные вопросы повышения эффективности производства пшеницы как ключевой сельскохозяйственной культуры России, обладающей высоким экспортным потенциалом и значением в обеспечении продовольственной безопасности страны. Затраты на минеральные удобрения занимают первое место в структуре себестоимости производства зерна и согласно практике прошлых лет обеспечивали наибольшую отдачу, поэтому вопрос их эффективного использования является одним из ключевых для развития зернового хозяйства. Инструментом оценки выступает кластерный анализ, в рамках которого оценивается влияние затрат на минеральные удобрения, в качестве факторного признака, на производственно-экономическую эффективность возделывания зерна в зерносеющих организациях Курской области. Результаты возделывания зерновых культур за 2014-2020 гг. свидетельствуют, что рост затрат на минеральные удобрения имеют прямую связь и положительно влияют на производственно-экономические показатели зерносеющих организаций региона. Исключением стал 2019 г. в контексте влияния факторного признака на показатели экономической эффективности. В сравнении с 2014 г. эластичность использования затрат на минеральные удобрения несколько сократилась. Наиболее важной причиной стал рост цен на закупку минеральных удобрений для аграриев в расчете на 1 га посевов, что привело к росту затрат в 2020 г. в 2,6 раза относительно уровня 2014 г., при этом он является непропорционально выше, чем соотношение объемов внесения минеральных удобрений в почву. Эффективность затрат на минеральные удобрения, несмотря на инфляционную составляющую, остается высокой. Так, рост среднего по области уровня прибыли в расчете на 1 га посевов зерновых выше в 3 раза и на 15 ц/га больше урожайности зерновых за период 2014-2020 гг. Авторы предлагают применять косвенные методы регулирования цен на минеральные удобрения, чтобы избежать ситуации с ростом цен на них, так как это может значительно повлиять на итоговый урожай зерна. И утверждают, что необходимо учитывать особое приоритетное значение зернового производства в укреплении продовольственной безопасности и стабильности на внутреннем агропродовольственном рынке на фоне постпандемических настроений.

Ключевые слова: Курская область, зерновое хозяйство, затраты на минеральные удобрения, кластерный анализ, урожайность, эластичность, эффективность

Original article

THE EFFICIENCY OF GRAIN FARMING AS A RESULT OF CHANGES IN THE COSTS OF MINERAL FERTILIZERS

S.N. Petrova¹, E.Yu. Kalinicheva², A.F. Melnik², D.V. Zyukin³, D.A. Zyukin¹

¹Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

²Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

³Kursk Technical School of Economics and Management, Kursk, Russia

Abstract. The article examines regional issues of increasing the efficiency of wheat production as a key agricultural crop of Russia, which has a high export potential and importance in ensuring the country's food security. The costs of mineral fertilizers occupy the first place in the structure of the cost of grain production and, according to the practice of previous years, provided the greatest return, therefore, the issue of their effective use is one of the key issues for the development of grain farming. The evaluation tool is cluster analysis. Within the framework of which the impact of the costs of mineral fertilizers, as a factor feature, on the production and economic efficiency of grain cultivation in grain-growing organizations of the Kursk region is estimated. The results of cultivation for 2014-2020 indicate that the increase in the costs of mineral fertilizers have a direct connection and have a positive impact on the production and economic indicators of grain-growing organizations in the region. The exception was 2019 in the context of the influence of a factor attribute on economic efficiency indicators. In comparison with 2014, the elasticity of the use of mineral fertilizers has decreased slightly. The most important reason was the increase in prices for the purchase of mineral fertilizers for farmers — per 1 hectare of crops, which led to an increase in costs in 2020 by 2.6 times compared to the level of 2014, while it is disproportionately higher than the ratio of the volume of mineral fertilizers applied to the soil. The cost efficiency of mineral fertilizers, despite the inflationary component, remains high. Thus, the growth of the average profit level in the region per 1 ha of grain crops is 3 times higher and 15 c/ha more grain yield for the period 2014-2020. The authors suggest using indirect methods of regulating prices for mineral fertilizers in order to avoid a situation with an increase in prices for them, as this can significantly affect the final grain harvest. And they argue that it is necessary to take into account the special priority of grain production in strengthening food security and stability in the domestic agri-food market against the background of post-pandemic sentiments.

Keywords: Kursk region, grain farming, mineral fertilizers costs, cluster analysis, yield, elasticity, efficiency

Введение

Производство зерна составляет основу сельского хозяйства во многих аграрноразвитых регионах России. Во-первых, это основа достижения продовольственной независимости, так как за счет зерна идет обеспечение хлебофуражного снабжения АПК. Во-вторых, в структуре

севооборота именно доля зерновых культур наиболее крупная — в ряде регионов превышает уровень в 60%, при этом пшеница — самая доступная и стабильно прибыльная культура для возделывания. В-третьих, пшеница на данный момент представляется флагманом экспортной политики, за счет которого обеспечивается

практически треть всех валютных поступлений от реализации на мировом рынке продукции российского АПК [1-3].

Валовой сбор зерновых в России уже давно существенно превышает уровень в 100 млн т, однако, ввиду растущего спроса со стороны животноводства на внутреннем рынке и расширения

экспортных поставок, запрос на способы дальнейшего повышения урожайности по-прежнему очень актуален. Учитывая тот факт, что возможности традиционных аграрных житниц страны используются практически полностью, для увеличения объемов экспорта задействуется потенциал поволжских регионов и Центрального Черноземья, доля которых в структуре экспорта в последние годы стала увеличиваться [4, 5]. Именно экспорт остается по многим причинам основным стимулом для наращивания производства зерна за счет пшеницы. Однако в этом есть и существенные минусы, в частности, это свидетельствует о неполном раскрытии потенциала внутреннего рынка из-за отстающего в развитии животноводства (хотя по отдельным направлениям есть существенные позитивные изменения) [6].

Курская область относится к группе регионов с динамичным развитием АПК, основу которого составляет зерновое хозяйство и свиноводство [7]. По абсолютному показателю валовых сборов регион входит в ТОП-10 и второй после Воронежской области, хотя обладает относительно скромными посевными площадями. Ограничения в ресурсах определяют пути увеличения урожая за счет инновационно-интенсивных и организационных факторов. В целом за десятилетие удалось повысить урожайность от 30-35 до 55-60 ц/га, и ключевым условием в увеличении урожайности выступает рост интенсификации [8]. При этом тренд на укрупнение зернопроизводителей, который активно начал происходить в период с 2014 г., сказался негативно на урожайности. Проведенные нами исследования показывают, что в самых крупных хозяйствах (с площадью посевов более 20 тыс. га) урожайность уступает другим группам хозяйств за исключением малых хозяйств (посевные площади менее 1 тыс. га), хотя в 2013 г. крупный бизнес был наиболее результативен [9]. И ситуация в последние годы остается неизменной.

Ключевым элементом интенсификации, согласно структуре себестоимости производственных затрат, являются минеральные удобрения. Именно расходы на них показывают наибольшую производственную и экономическую эффективность в условиях 2017-2018 гг., хотя эластичность сокращалась [10]. В последние годы в России усиливаются инфляционные процессы по многим товарам, в том числе и на рынке минеральных удобрений, что также связано и с потерей доли на мировом рынке, поэтому компании химпрома «добирают» прибыли за счет внутреннего рынка. При этом минеральные удобрения при своей производственной эффективности при дефиците финансовых ресурсов приобретаются по остаточному принципу [11]. Резкое обострение этих проблем проявилось в условиях ковидных сложностей, которые в той или иной степени затронули все отрасли экономики страны. Поэтому насколько эффективно удается использовать затраты на минеральные удобрения становится особенно важным для поиска путей дальнейшего увеличения результатов зернового производства.

Методика исследования

Основным инструментом анализа является группировка, в рамках которой сельскохозяйственные организации Курской области,

занимающиеся возделыванием зерновых, разделены в зависимости от величины затрат на минеральные удобрения в расчете на 1 га посевов зерновых. Данный показатель положен в основание группировки в качестве факторного признака. Производственно-экономические показатели выступают в качестве результативных, согласно которым осуществляется оценка эффективности использования факторного признака. Производственную эффективность характеризует уровень урожайности, тогда как остальные показатели отражают экономическую эффективность. В качестве базисного периода оценки используются показатели 2014 г., с которыми сравниваются результаты 2018-2020 гг.

Результаты исследования

По результатам факторного анализа в 2019 г. имеются отклонения экономических показателей зерносеющих хозяйств Курской области в сравнении с другими периодами исследования и отсутствует взаимосвязь с факторным признаком, тогда как с урожайностью зерновых связь очевидная. В 2014, 2018 и 2020 гг. урожайность также имеет очень тесную и прямую взаимосвязь с затратами на минеральные удобрения в расчете на 1 га посевов зерновых. При этом в эти годы наблюдается общая закономерность изменений экономических показателей — более высокое значение прибыли и выручки в расчете на 1 га посевов зерновых соответствует группам с высоким уровнем затрат на минеральные удобрения (табл.).

Существуют индивидуальные особенности регионального зернового производства, которые отмечаются в изменениях экономических показателей между годами. Во-первых, это шаг интервала в группах, когда в 2014 г. он составлял 500 руб., а в 2018-2020 гг. — уже в 2 раза больше. Во-вторых, рост затрат на минеральные удобрения в расчете на 1 га посевов зерновых прослеживается в интервалах при определении групп с наибольшими и наименьшими затратами на минеральные удобрения. Так, в 2020 г. выделены в самостоятельную группу сельскохозяйственные организации с анализируемым показателем свыше 11 тыс. руб., когда в 2014 г. данное значение составляло почти в 3 раза меньше. В-третьих, динамика увеличения интервала крайних групп с 2018 г. отражает рост среднего

показателя по области почти на 1,5 тыс. руб. за этот период. В 2020 г. даже относительно уровня верхней группы предыдущего года добавилась самостоятельная группа, так как количество сельскохозяйственных организаций с затратами более 9 тыс. руб. на 1 га посевов зерновых увеличилось в 2 раза — с 15 до 30. Сравнивая с показателями 2018 г., можно отметить, что количество сельскохозяйственных организаций с затратами более 8 тыс. руб. на 1 га посевов зерновых увеличилось более чем в 3 раза — с 15 до 47.

Фактом, подтверждающим высокую инфляционную составляющую увеличения факторного признака, выступают показатели урожайности в группах с более высоким уровнем затрат на минеральные удобрения в расчете на 1 га посевов зерновых, которые увеличились незначительно в сравнении с приростом факторного признака. В то же время производственная эффективность этих затрат не может вызывать сомнений — только за 2 последние года сельскохозяйственным организациям удалось добиться прироста урожайности на 8,2 ц/га, а в сравнении с 2014 г. — на 14,9 ц/га. При этом уровень урожайности для зерновых культур свыше 40 ц/га считается достаточно высоким в регионах, которые не относятся к традиционной житнице России в Южном федеральном округе. А показатель, приближающийся к 60 ц/га, подчеркивает существенный прогресс в технологии интенсификации возделывания зерновых культур, которого удалось добиться аграриям Курской области.

В то же время экономическая эффективность остается существенным показателем в зависимости от рыночной конъюнктуры на зерновом рынке, когда более высокие закупочные цены определяют соответственно больший размер прибыли. Если связь между прибылью и затратами на минеральные удобрения в расчете на 1 га посевов зерновых культур между группами заметна только в обобщенном варианте (а в 2019 г. связи нет совсем), то между средними показателями по области имеется четкая прямая взаимосвязь (рис.).

Выручка от реализации зерна в расчете на 1 га посевов зерновых имеет такой же характер взаимосвязи с факторным признаком, как и прибыль. А вот рентабельность, в силу особенностей расчета как относительного показателя,



Рисунок. Динамика производственно-экономических показателей производства зерна в Курской области (2014-2020 гг.)

Figure. Dynamics of production and economic indicators of grain production in the Kursk region (2014-2020)



Таблица. Влияние уровня затрат на минеральные удобрения на производственно-экономические показатели в зерносеющих организациях Курской области (2014-2020 гг.)

Table. The impact of the level of costs for mineral fertilizers on production and economic indicators in grain-growing organizations of the Kursk region (2014-2020)

Группы хозяйств (затраты в расчете на 1 га посевов зерновых), тыс. руб.	Количество хозяйств в группе	Приходится в расчете на 1 га посевов зерновых:			Рентабельность, %
		выручки, руб.	прибыли, руб.	урожайности, ц	
2020 г.					
Более 11	12	77,4	25,9	70,8	33,5
От 10 до 11	6	81,9	40,7	71,5	49,7
От 9 до 10	12	68,3	23,2	67,0	34,0
От 8 до 9	17	68,4	30,9	64,8	45,3
От 7 до 8	23	73,1	32,5	67,4	44,4
От 6 до 7	22	59,7	25,4	58,1	42,5
От 5 до 6	20	47,7	13,0	53,8	27,3
От 4 до 5	19	46,0	18,5	51,9	40,2
От 3 до 4	18	43,4	20,7	48,5	47,8
Менее 3	24	55,5	14,6	50,1	26,3
Среднее по области	173	58,0	23,4	58,1	40,3
2019 г.					
Более 9	15	31,6	11,2	68,7	35,3
От 8 до 9	12	65,2	27,4	68,3	42,0
От 7 до 8	24	70,4	31,4	59,6	44,6
От 6 до 7	18	20,6	5,0	54,2	24,2
От 5 до 6	23	18,3	7,3	51,2	40,1
От 4 до 5	30	37,4	14,8	50,2	39,7
От 3 до 4	24	75,0	31,7	45,3	42,3
От 2 до 3	17	58,3	17,1	43,4	29,3
Менее 2	22	77,2	27,3	37,3	35,4
Среднее по области	185	45,5	18,2	53,7	39,9
2018 г.					
Более 8	15	65,1	27,4	65,0	42,1
От 7 до 8	9	56,9	15,8	58,3	27,7
От 6 до 7	28	54,2	20,8	63,9	38,4
От 5 до 6	17	44,0	12,3	54,4	28,1
От 4 до 5	33	41,7	13,4	47,1	32,1
От 3 до 4	25	32,2	6,2	39,5	19,2
От 2 до 3	26	25,2	6,5	39,1	26,0
От 1 до 2	14	28,4	5,5	36,4	19,4
Менее 1	22	26,4	6,9	33,7	26,1
Среднее по области	189	41,9	13,2	49,9	31,5
2014 г.					
Более 4	30	33,3	7,6	52,4	22,9
от 3,5 до 4	10	53,2	17,1	54,9	32,1
от 3 до 3,5	29	29,7	11,5	50,9	38,7
от 2,5 до 3	22	30,0	9,9	46,2	33,0
от 2 до 2,5	38	19,2	4,8	42,5	25,2
от 1,5 до 2	25	27,7	8,7	39,2	31,3
от 1 до 1,5	28	18,4	5,4	34,5	29,1
от 0,5 до 1	16	7,1	3,0	29,6	42,4
менее 0,5	30	6,1	1,3	28,2	21,1
Среднее по области	228	25,5	8,0	43,2	31,4

Источник: Рассчитано авторами по данным комитета агропромышленного комплекса Курской области.

оценивать для тренда труднее. В 2014 и 2018 гг. рентабельность продаж зерна составила 31,4-31,5%, а в 2019 и 2020 гг. данный показатель увеличился до уровня 39,9-40,3%. В любом случае изменение позитивное, отражающее положительное влияние роста затрат на минеральные удобрения на экономические показатели эффективности производства зерна в сельскохозяйственных организациях Курского региона.

Выводы и рекомендации

Курская область — регион, имеющий положительную тенденцию развития зернового хозяйства, которая характеризуется ростом абсолютных и относительных показателей эффективности производства зерна. Ключевым условием, позволившим этого добиться, является увеличение темпов интенсификации производства. Наиболее крупной статьёй в структуре себестоимости являются затраты на минеральные удобрения. При этом они финансируются во многих случаях по остаточному принципу и выполнение достаточных норм внесения в почву в полном объеме не происходит на большей части посевных площадей. Тем не менее затраты на минеральные удобрения, согласно результатам прошлых лет, среди всех значимых элементов себестоимости производства зерна показывают самую высокую эластичность использования, поэтому их анализ является неотъемлемым атрибутом мониторинга развития системообразующего направления аграрного производства.

Результаты 2018-2020 гг. свидетельствуют, что затраты на минеральные удобрения имеют прямую связь и положительно влияют на производственно-экономические показатели зерносеющих организаций Курской области. Исключением стали результаты 2019 г. в контексте оценки взаимосвязи с экономическими показателями. При этом урожайность также, как и в другие годы периода исследования, находилась в тесной зависимости от изучаемого фактора. Согласно средним значениям по области прирост затрат на минеральные удобрения сопряжен с динамичным увеличением экономической и технологической эффективности — зерносеющим организациям удалось за 6 лет увеличить прибыль от реализации зерна в расчете на 1 га посевов зерновых почти в 3 раза, а урожайность повысить на 15 ц/га. Поэтому, несмотря на небольшое снижение эластичности использования затрат на минеральные удобрения относительно уровня 2014 г., в разрезе результативных признаков урожайности и прибыли от реализации зерна в расчете на 1 га посевов зерновых, в сравнении с уровнем 2014 г., их увеличение по-прежнему является действенным инструментом повышения эффективности и результатов производства зерна.

В качестве условий, которые определили снижение эластичности от затрат на минеральные удобрения, следует выделить непрекращающийся в последние годы рост цен на них, причиной чего является как неблагоприятное общеэкономическое состояние в стране, так и снижение конкурентоспособности на мировом рынке российских химических компаний. В этой ситуации происходит их переориентация на внутренний рынок, на котором усиливаются инфляционные процессы, что и стало катализатором роста цен на минеральные удобрения.





В дальнейшей перспективе важно в рамках государственной политики в области развития АПК предусмотреть такой механизм, который будет защищать отечественных аграриев от резких колебаний цен на минеральные удобрения. Колебания цен могут стать причиной снижения урожайности зерновых культур, а значит и валового сбора. В условиях ориентации многих влиятельных игроков на зерновом рынке в пользу экспорта, приносящего основные доходы отрасли, снижение валового сбора может вызвать рост цен на внутреннем зерновом рынке, который является системообразующей частью агропродовольственного рынка страны, в высокой мере определяя его стабильность. Более того, необходимо всячески поддерживать разумный уровень почвообогачения с целью дальнейшего улучшения производственных показателей при сохранении экологических параметров земли и обеспечения продовольственной независимости населения.

Список источников

1. Алтухов А.И. Пространственная организация зернового производства в стране — основа его развития // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 6. С. 64-75.
2. Федулов М.А. Зерновое хозяйство как основополагающее направление производства в растениеводстве Курской области // Наука и практика регионов. 2021. № 1 (22). С. 10-14.
3. Зюкин Д.А., Солошенко Р.В., Пожидаева Н.А., Матушанская Е.Е. Обоснование необходимости стратегии развития зернопродуктового подкомплекса АПК для обеспечения продовольственной безопасности страны и комплексного развития сельского хозяйства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2. С. 60-64.
4. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 12, no. 32, pp. 87-101.
5. Zyukin, D., Zhilyakov, D., Bolokhontseva, Y., Petrushina, O. (2020). Export of Russian grain: prospects and the role of the state in its development. *Amazonia Investiga*, no. 9 (28), pp. 320-329.

Информация об авторах:

Петрова Светлана Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4482-3458>, svet-orl@yandex.ru

Калиничева Елена Юрьевна, доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и статистики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9310-3281>, len-kalinichev@mail.ru

Мельник Анатолий Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8781-1660>, melnik.anat202@yandex.ru

Зюкин Дмитрий Викторович, кандидат экономических наук, директор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9075-0483>, d-zykin@ya.ru

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

Information about the authors:

Svetlana N. Petrova, doctor of agricultural sciences, professor of the department of plant breeding, breeding and seed production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4482-3458>, svet-orl@yandex.ru

Elena Yu. Kalinicheva, doctor of economic sciences, professor of the department of accounting and statistics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9310-3281>, len-kalinichev@mail.ru

Anatoly F. Melnik, doctor of agricultural sciences, head of the department of plant breeding, breeding and seed production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8781-1660>, melnik.anat202@yandex.ru

Dmitry V. Zyukin, candidate of economic sciences, director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9075-0483>, d-zykin@ya.ru

Danil A. Zyukin, candidate of economic sciences, senior researcher of the Research center, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru

6. Алтухов А.И. Российский экспорт зерна: плюсы и минусы развития // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 5. С. 166-174.

7. Семькин В.А., Пигорев И.Я., Зюкин Д.А. Зернопродуктовый подкомплекс и свиноводство как драйверы развития сельского хозяйства Курской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6. С. 62-66.

8. Зюкин Д.А. Интенсификация как условие реализации производственно-экономического потенциала зернового хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6. С. 42-45.

9. Зюкин Д.А. Учет эффекта масштаба при совершенствовании стратегии развития зернового хозяйства // АПК: экономика, управление. 2018. № 12. С. 52-58.

10. Зюкин Д.А., Солошенко Р.В. Оценка направлений интенсификации как условие повышения результативности и эффективности производства зерна // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 8. С. 198-203.

11. Алтухов А.И., Сычев В.Г., Винничек Л.Б. Российский рынок минеральных удобрений: проблемы и возможности решения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 5. С. 91-98.

References

1. Altukhov, A.I. (2020). Prostranstvennaya organizatsiya zernovogo proizvodstva v strane — osnova ego razvitiya [Spatial organization of grain production in the country — the basis of its development]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 6, pp. 64-75.

2. Fedulov, M.A. (2021). Zernovoe khozyaistvo kak osnovopolagayushchee napravlenie proizvodstva v rasteniyevodstve Kurskoi oblasti [Grain farming as a fundamental direction of production in crop production of the Kursk region]. *Nauka i praktika regionov* [Science and practice of the regions], no. 1 (22), pp. 10-14.

3. Zyukin, D.A., Soloshenko, R.V., Pozhidaeva, N.A., Matushanskaya, E.E. (2017). Obosnovanie neobkhodimosti strategii razvitiya zernoproduktovogo podkompleksa APK dlya obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti strany i kompleksnogo razvitiya sel'skogo khozyaistva [Substantiation of the need for a strategy for the development of the grain-product subcomplex of the agro-industrial complex for ensuring the country's food security and integrated development of agriculture]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 6, pp. 64-75.

sel'skokhozyaistvennoi akademii [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 2, pp. 60-64.

4. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 12, no. 32, pp. 87-101.

5. Zyukin, D., Zhilyakov, D., Bolokhontseva, Y., Petrushina, O. (2020). Export of Russian grain: prospects and the role of the state in its development. *Amazonia Investiga*, no. 9 (28), pp. 320-329.

6. Altukhov, A.I. (2020). Rossiiskii ehksport zerna: plyusy i minusy razvitiya [Russian grain export: pros and cons of development]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 5, pp. 166-174.

7. Semykin, V.A., Pigorev, I.Ya., Zyukin, D.A. (2019). Zernoproduktovyi podkompleks i svinovodstvo kak draivery razvitiya sel'skogo khozyaistva Kurskoi oblasti [Grain-product subcomplex and pig breeding as drivers of agricultural development in the Kursk region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 62-66.

8. Zyukin, D.A. (2018). Intensifikatsiya kak uslovie realizatsii proizvodstvenno-ehkonomicheskogo potentsiala zernovogo khozyaistva [Intensification as a condition for realizing the production and economic potential of grain farming]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 42-45.

9. Zyukin, D.A. (2018). Uchet ehffekta masshtaba pri sovershenstvovanii strategii razvitiya zernovogo khozyaistva [Intensification as a condition for the realization of the production and economic potential of the grain economy]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 12, pp. 52-58.

10. Zyukin, D.A., Soloshenko, R.V. (2019). Otsenka napravlenii intensifikatsii kak uslovie povysheniya rezul'tativnosti i ehffektivnosti proizvodstva zerna [Assessment of the directions of intensification as a condition for improving the efficiency and efficiency of grain production]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 8, pp. 198-203.

11. Altukhov, A.I., Sychev, V.G., Vinnichек, L.B. Rossiiskii rynek mineral'nykh udobrenii: problemy i vozmozhnosti resheniya (2019). [The Russian market of mineral fertilizers: problems and solutions]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 5, pp. 91-98.



Научная статья
УДК 631.51: 633.853.483
doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_209

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ГОРЧИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Е.В. Кузина

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
имени Н.С. Немцева — филиал Самарского федерального исследовательского центра
Российской академии наук, Ульяновск, Россия

Аннотация. Борьба с сорными растениями является важным элементом системы земледелия, от которого напрямую и косвенно зависит увеличение урожайности сельскохозяйственных культур. Сорняки снижают урожайность культурных растений, угнетая их рост и развитие. В связи с этим одной из важнейших задач обработки почвы является борьба с сорной растительностью. Численность сорной растительности в существенной степени зависит от систем основной обработки почвы. В статье приведены результаты изучения влияния систем основной обработки почвы на количественный и видовой состав сорных растений в посевах горчицы и их семян в почве. Рассмотрены различные аспекты воздействия минеральных удобрений на общую засорённость посевов горчицы и на отдельные виды сорных растений. Исследования проводились в 2019–2021 гг. Почва опытного поля — чернозем слабовыщелоченный среднетяжелосуглинистый со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса от 5,8 до 6,1%, обеспеченность подвижным фосфором очень высокая (226 мг/кг), калием средняя (92 мг/кг), реакция почвенного раствора близкая к нейтральной (рН 6,6). Объектом исследований служила горчица белая сорт «Рhapsodia». Установлено, что дифференцированная в севообороте обработка, снижала количество жизнеспособных семян в пахотном слое почвы, вегетативную массу сорняков и их численность соответственно на 7–17 и 7%. Ежегодные безотвальные обработки почвы не зависимо от глубины, способствовали повышению засоренности посевов горчицы по сравнению с отвальной вспашкой, как по количеству, так и по надземной массе сорной растительности на 42–57% и 20–34%. Самая высокая засоренность посевов отмечалась на варианте с весенней мульчирующей обработкой, составив 93,1 шт/м² при массе 107 г/м² что превысило изучаемые показатели на контроле на 62 и 59%. Отмечено, что применение минеральных удобрений увеличивало массу и численность малолетних сорняков, вредоносность многолетних сорняков при повышении удобренности снижалась.

Ключевые слова: обработка почвы, слои почвы, горчица, сорные растения, семена сорных растений, засоренность посевов, минеральные удобрения

Original article

MUSTARD PANEL CONTAMINATION DEPENDING ON THE METHODS OF THE BASIC SOIL TREATMENT

E.V. Kuzina

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev —
branch of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk, Russia

Abstract. Weed control is an important element of the farming system, which directly and indirectly affects the increase in crop yields. Weeds reduce the yield of cultivated plants, inhibiting their growth and development. In this regard, one of the most important tasks of tillage is the fight against weeds. The number of weeds depends to a large extent on the main tillage systems. The article presents the results of studying the influence of basic tillage systems on the quantitative and species composition of weeds in mustard crops and their seeds in the soil. Various aspects of the impact of mineral fertilizers on the total infestation of mustard crops and on certain types of weeds are considered. The studies were carried out in 2019–2021. The soil of the experimental field is a slightly leached, medium-thick, heavy loamy chernozem with the following agrochemical indicators: humus content from 5.8 to 6.1%, availability of mobile phosphorus is very high (226 mg/kg), medium potassium (92 mg/kg), the reaction of the soil solution is close to neutral (pH 6.6). The object of research was white mustard variety «Rhapsody». It was established that the treatment differentiated in the crop rotation reduced the number of viable seeds in the arable layer of the soil, the vegetative mass of weeds and their number, respectively, by 7–17 and 7%. Annual non-moldboard tillage, regardless of depth, contributed to an increase in weed infestation of mustard crops compared to moldboard plowing, both in terms of quantity and above-ground mass of weeds by 42–57% and 20–34%. The highest infestation of crops was noted in the variant with spring mulching, amounting to 93.1 pcs/m² with a weight of 107 g/m², which exceeded the studied indicators in the control by 62 and 59%. It was noted that the use of mineral fertilizers increased the mass and number of young weeds, the harmfulness of perennial weeds decreased with increasing fertilization.

Keywords: tillage, soil layers, mustard, weeds, weed seeds, weed infestation, mineral fertilizers

Введение. Проблема борьбы с сорняками, всегда стоявшая перед земледельцами, в последние годы в России ещё более обострилась. В современных условиях потенциальные потери урожая от сорных растений выше, чем суммарные потери от болезней и вредителей [1,2]. Претерпевает изменения видовой состав сорняков. Возрастает засорённость злостными и трудноискоренимыми видами: осотом, бодяком, пыреем и другими [3,4,5]. Наличие сорной растительности в посевах усложняет проведение всех сельскохозяйственных работ, начиная с обработки почвы и заканчивая уборкой. Сорняки

являются конкурентами культурных растений в борьбе за продуктивную влагу и питательные вещества. Поэтому борьба с засорённостью полей — является одной из главных задач в земледелии [6]. Эффективная борьба с сорняками возможна лишь при правильном использовании системы взаимосвязанных приемов на основе интегрированного комплекса организационных, предупредительных, агротехнических и химических мероприятий [7,8]. Из агротехнических средств, в снижении численности сорных растений до безвредного уровня решающая роль принадлежит, прежде всего, обработке

почвы. Многие исследователи считают глубокую вспашку эффективным приемом обработки для уничтожения всех видов сорняков, а безотвальные и минимальные приемы малоэффективными в борьбе с сорняками, длительное применение которых в севообороте ухудшает фитосанитарное состояние почвы и посевов, что приводит к ослаблению конкурентной способности сельскохозяйственной культуры [9,10]. В то же время ряд исследователей склоняются к мнению, что при обработке плоскорезными и комбинированными орудиями запасы семян сорняков располагаются в верхнем слое почвы,

всходы которых при активной борьбе с ними легко уничтожить и в последующем засоренность посевов снижается [11,12].

Существующая противоречивость в оценке эффективности различных способов основной обработки почвы, наблюдающаяся при анализе литературных источников, свидетельствует, что их использование не может быть повсеместным, независимым от типа почвы, предшественников, условий погоды, возделываемой культуры, характера предыдущей обработки почвы, наличия той или иной техники, удобрений, гербицидов и т.д. Выше изложенное показывает актуальность данной проблемы и обуславливает необходимость дальнейшего изучения и совершенствования как отдельных приёмов, снижающих засорённость посевов, так и их сочетаний и систем, с учётом общих тенденций развития систем земледелия.

В связи с этим целью нашего опыта явилось определение противосорняковой эффективности систем основной обработки почвы при выращивании горчицы.

Поставленная цель предопределяла необходимость решения следующих задач: Определить потенциальную засорённость полей семенами сорных растений и их распределение по слоям почвы в зависимости от интенсивности обработки; исследовать изменения видового и количественного состава сорного компонента агрофитоценозов под влиянием различных систем основной обработки почвы. Определить влияние минеральных удобрений на сорную часть полевых растительных сообществ, изучить влияние погодных условий на численность и видовой состав сорных растений в посевах горчицы.

Условия и методика проведения исследований. Комплексные исследования по определению изменения видового и количественного состава сорных растений в посевах горчицы проводились в двухфакторном полевом опыте в 2019-2021 гг. в Ульяновском НИИСХ — филиале СамНЦ РАН. Материалом для исследования служила горчица белая Рапсодия — скороспелый, холодостойкий сорт, обладающий выраженными фитосанитарными свойствами. Устойчивость к полеганию средняя, осыпанию семян на корню высокая.

Фактор А — Изучается шесть систем основной обработки почвы: 1. Отвальная — (вспашка на 20–22 см ПЛН-4-35) **контроль**; 2. Дифференцированная разноглубинная — (чередование вспашки на 25-27 см ПЛН-4-35 и дискования на 6–8см); 3. Без основной осенней обработки, весной мелкая мульчирующая обработка — (на 10-12 см АПК-3); 4. Гребнекульная (ОП-3С на 13–15см); 5. Дисковая — (БДМу на 6–8см); 6. Плоскорезная обработка — (КПШ-3 на 13–15см).

Эффективность различных способов основной обработки почвы изучается на двух фонах. Фактор Б: 1. Без удобрений (контроль); 2. Фон (N₃₀ P₃₀ K₃₀ — под предпосевную культивацию).

Предпосевная обработка почвы состояла из ранневесеннего боронования в апреле и предпосевной культивации. Посев проводили дисковой сеялкой СЗ-5,4 на глубину 3–4 см сплошным способом сева с шириной междурядий 15 см, нормой высева 1,5–2,0 млн. шт. всхожих семян/га. Во все годы исследований посев проводился в первой декаде мая. В фазу розетки и начала бутонизации горчицы против крестоцветной блошки и рапсового цветоеда проводилось опрыскивание посевов препаратом Гарпун 0,15 л/га (группа: инсектициды и акарициды). Для борьбы с однолетними и многолетними двудольными сорняками на всех вариантах фонов применяли гербицид Шкипер — 0,35л/га.

Шкипер — системный гербицид, предназначенный для борьбы с различными видами бодяка и осота, ромашки, горца, щирцы, мари, подмаренника цепкого, а также другими многолетними и некоторыми однолетними двудольными сорняками в посевах горчицы. В его состав входят два действующих вещества из разных химических классов: 1) Клопиралид — проникает через листья и передвигается по всему растению, включая корневую систему, к точкам роста. Замещает и блокирует функции натуральных гормонов у чувствительных видов растений, которые погибают из-за нарушения процессов роста. 2) Пиклорам — проникает в растения через листья и корни. Хорошо передвигается по ксилеме и флоэме. Подавляет биосинтез ароматических кислот. При нанесении препарата на листья скорость передвижения вещества возрастает с увеличением влажности и температуры и уменьшается в жаркую и сухую погоду.

Гербицид вносили агрегатом В 1221 + ОП-3000 Барс. Опрыскивание вегетирующих растений культуры проводили весной с фазы 3–6 настоящих листьев до появления цветочных бутонов, фаза развития однолетних сорняков: 2 — 4 листа (молодые, активно растущие сорняки), фаза развития многолетних сорняков: розетка (молодые, активно растущие сорняки). Расход рабочей жидкости — 200-300 л/га.

Исследования проводятся в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: 1 — ч/пар; 2 — озимая пшеница; 3 — яровая пшеница; 4 — горчица; 5 — озимая пшеница; 6 — ячмень.

Наблюдения, определения и учёт проводились по общепринятым методикам:

– *засорённость пахотного слоя* семенами сорняков определялась после уборки культуры путем отбора проб почвы с делянок буром диаметром 8 см в 8 местах, по диагонали каждого варианта в первой и третьей повторности по слоям почвы 0–10, 10–20, 20–30 см, затем путем промывки через сито с диаметром отверстий 0-25 мм семена сорняков отделялись от почвы;

– *учёт засорённости посевов* проводился на площадках 0,25 м² по 8 штук на первой и третьей повторности, в три срока, метод учёта — количественно-весовой, показатели переводились на 1 м². Учёт проводился в период появления массовых всходов в середине вегетации культуры и перед уборкой.

– *Математическая обработка* Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов по Доспехову Б.А. Статистическая обработка результатов полевых опытов проводилась на персональном компьютере с

использованием программы AGROS версия 2.06.

Рост и развитие культурных растений, а также сорного компонента, в большей степени определяются агрометеорологическими условиями вегетационного периода. Типизация лет периода исследований на основе ГТК тёплого периода свидетельствовала о том, что 2019 г. характеризовался неблагоприятными метеорологическими условиями такими как отсутствие эффективных осадков (до 2 декады июля) в сочетании с ветровой деятельностью и низкой относительной влажностью воздуха. Осадков выпало на 38% ниже многолетней нормы температурный режим был выше средне многолетних показателей (+14,8 °С) на 1,6 °С. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май–июль составил 0,7. Вегетационный период 2020 г. характеризовался прохладной и дождливой погодой в апреле, мае, июне. Осадков выпало (на 34% выше многолетней нормы 252 мм.); с превышением температурного режима на 1,0 °С. ГТК за май–июль составил 1,1. Следующий 2021 г. был засушливым (на 44% ниже многолетней нормы), с превышением температурного режима над средней многолетней нормой на 2,7 °С. Сумма активных температур за май–июль накопилась 1947 °С, при норме 1600 °С (положительная аномалия составила +347 °С). Интенсивно высокий температурный режим способствовал ускоренному темпу развития растений горчицы и не продуктивному испарению запасов влаги. За период с мая по июль месяц выпало 127,3 мм осадков при норме 164 мм. Гидротермический коэффициент составил 0,6, при норме 1,0.

Результаты и обсуждение. Сорные растения характеризуются высоким воспроизводительным потенциалом, что в условиях малоэффективных мер борьбы с засорённостью полей приводит к насыщению пахотного и подпахотного слоев почвы зачатками их размножения. Поэтому наиболее важным является вопрос о снижении потенциальной засорённости почвы органами размножения сорняков.

О потенциальной засорённости и размещении семян сорных растений по глубине пахотного слоя на вариантах опыта можно судить по следующим данным (табл. 1). Засорённость пахотного слоя почвы по вариантам обработки изменялась от 4022 до 4840 штук на квадратном метре. При этом наибольшее количество семян сорных растений отмечалось на варианте с мелкой весенней обработкой. Это связано с большим числом и лучшим развитием сорных растений на данном варианте и, в итоге, более высокой их семенной продуктивностью соответственно на 12% выше, чем на вспашке. Дифференцированная обработка снижала суммарные запасы семян сорняков в пахотном слое на 7%

Таблица 1. Засорённость пахотного слоя почвы семенами сорных растений под посевами горчицы (2019-2021 гг.)

Table 1. Infestation of the arable soil layer with weed seeds under mustard crops (2019-2021)

Варианты обработки	Шт./м ²			
	0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-30 см
Отвальная на 20-22 см.	1183,4	1662,6	1459,8	4306
Дифференцированная	1658,9	1330,8	1032,2	4022
Мульчирующая на 10-12см (весной)	2234	1518,8	1087,5	4840
Гребнекульная на 13-15см	1784,3	1452,5	1271,8	4508
Дисковая на 6-8 см.	1769,5	1441,4	1135,4	4346
Плоскорезная на 13-15 см.	1817,4	1437,7	1268,1	4523
НСР _{0,05} АВ-14,2 р-0,10%				



по сравнению с ежегодной вспашкой. Различия между изучаемыми показателями на вариантах с отвальной и дисковой обработкой были не существенными и находились в пределах 0,9% в пользу отвальной обработки. Гребнекулисная и плоскорезная обработки, приводили к увеличению количества семян сорных растений в пахотном слое почвы на 4–5%.

На варианте ежегодной вспашки семена сорняков распределялись по всему пахотному слою, но большая часть попадала на глубину 10–20 см, в этом слое накапливалось 39% от общего количества семян сорняков.

Бесплужные обработки уменьшали количество семян сорняков в нижних слоях почвы, а наиболее засоренной оказалась верхняя часть (0–10 см) пахотного слоя, где накапливалось от 39 до 46% от общего количества семян сорняков. Вниз по профилю на этих вариантах засоренность снижалась, в слое 10–20 см на 23–47%, в слое 20–30 см на 29–52%, по сравнению с верхним (0–10 см) слоем. Данные о засоренности почвы семенами сорняков подтверждаются данными по учету засоренности посевов культуры.

Видовой состав сорного компонента был представлен в большей степени малолетними видами, численность которых в среднем составила 97% от общего числа сорняков, доля многолетних видов не превышала 3%. Доминирующими компонентами агрофитоценоза были виды, относящиеся к яровым ранним формам — дымянка аптечная (*Fumaria officinalis* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), просвирник пренебреженный (*Malva neglecta* Wall.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.); яровым поздним — щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), щетинник сизый (*Setaria glauca* L.), просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.); зимующим — пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.); двулетним — смолевка обыкновенная (*Oberna behen* L.); и многолетним корнеотпрысковым — хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinalis* W.), осот желтый (*Sonchus arvensis* L.).

Регулируемые факторы (удобрения, и способы обработки почвы) оказывали различное влияние на уровень засоренности посевов горчицы. Общее количество сорных растений по вариантам обработки на разных уровнях удоренности варьировало от 47,7 до 115,5 шт./м², сорняки располагались как правило, в нижнем ярусе.

На контроле (вспашка на 20–22 см) общая численность сорняков составила в среднем 57,5 шт./м² при массе 67,2 г/м², что было выше на 7 и 17% по сравнению с дифференцированной в севообороте обработкой (табл. 2).

Варианты с плоскорезной, гребнекулисной и поверхностной обработкой дисковой бороной характеризовались более высокой по сравнению со вспашкой засоренностью. На этих вариантах увеличение общей численности сорняков в среднем составило соответственно 45–53–42%, здесь же отмечалось наиболее интенсивное накопление сухой биомассы сорных растений на 34–20–28%. Весенняя мульчирующая обработка на 10–12 см приводила к наибольшей засоренности посевов, численность сорняков на этом варианте возрастала в среднем на 66%, а их масса была на 59% выше, чем на контроле.

В зависимости от способов основной обработки почвы происходила значительная перестройка сорного ценоза как по видовому, так и по численному составу. Отвальная обработка способствовала значительному снижению

численности и массы многолетних корнеотпрысковых сорняков на единице площади по сравнению с ежегодными безотвальными обработками соответственно в 8–9 и 4–6 раз.

При мелкой весенней обработке количество многолетних сорняков на единицу площади превышало изучаемый показатель в 15,8 раз, а их масса в 12,7 раза по сравнению с отвальной обработкой. Однако на вспашке, сорняки были более развитыми, чем на вариантах где основная обработка почвы велась без оборота пласта на 19–64%. Так если по отвальной обработке вегетативная масса 1 многолетнего сорного растения в среднем составляла — 7,0 г, то по дифференцированной обработке — 3,14 г, при отказе от яблечной обработки (мульчирующая весенняя) — 4,98 г. Минимальные значения данного показателя были получены на вариантах с дисковой, плоскорезной и гребнекулисной обработкой соответственно 2,25–2,80 и 2,84 г.

Наибольшим влиянием на снижение конкурентоспособности малолетних сорных растений, сопровождающееся снижением их биомассы, характеризовались гребнекулисная и дифференцированная обработка. Здесь средняя величина биомассы сформированной 1 сорняком малолетнего вида составила соответственно 0,87–0,97 г, что на 25–16% меньше чем по отвальной обработке, где показатель равнялся

1,15 г. Дисковая и плоскорезная обработки снижали способность малолетних сорняков к наращиванию ими биомассы на 11–12%, по сравнению с контрольным вариантом. Разница между изучаемыми вариантами по количеству сухой биомассы особенно явно проявлялась в засушливые годы, когда преимущество отвальной обработки почвы в обеспечении элементами минерального питания усиливало конкуренцию между культурными и сорными растениями в рамках агроценоза.

Определение количества сорной растительности в начале вегетации горчицы (фаза розетки) показало незначительное увеличение засоренности культуры при внесении удобрений на всех изучаемых вариантах. Влияние удобрений на засоренность посевов более четко проявилась к концу вегетации. Применение удобрений, создавая благоприятные условия для развития растений горчицы, также усиливало и рост сорняков. По тенденциям, прослеживаемым в течение трех лет наблюдений, можно сделать вывод, что на фоне N₃₀P₃₀K₃₀ обеспечивалось формирование значительно большей биомассы и количества сорных растений. В среднем удобренные варианты к уборке урожая оказались засореннее не удобренных соответственно на 92 и 53% (рис.1).

Сорные растения, обладают различной отзывчивостью на внесение минеральных удобрений.

Таблица 2. Засоренность посевов горчицы в зависимости от способов обработки почвы и уровня удобрённости 2019-2021 гг

Table 2. Infestation of mustard crops depending on the methods of tillage and the level of fertilization 2019-2021

№	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀				Неуд. фон				Среднее	
	шт/м ²		г/м ²		шт/м ²		г/м ²		шт/м ²	г/м ²
	мало-летние	много-летние	мало-летние	много-летние	мало-летние	много-летние	мало-летние	много-летние		
1	67,1	0,2	87,1	2,1	47,5	0,2	44,4	0,8	57,5	67,2
2	56,8	1,5	65,7	7,5	46,8	2,4	34,6	4,6	53,7	56,2
3	115,4	3,0	117,1	17,9	68,1	4,3	60,6	18,3	95,3	106,9
4	105,9	0,1	102,0	1,1	66,8	3,9	48,0	10,6	88,3	80,8
5	101,2	0,7	116,2	1,0	56,1	4,5	44,1	10,7	81,2	86,0
6	102,8	2,6	115,2	7,8	59,1	3,1	48,8	8,2	83,8	90,1
Ср.	91,5	1,35	100,5	6,3	57,4	3,08	46,7	8,86	-	-
НСР _{0,05} для малолетних сорняков			По количеству По массе		А-1,28 (обработки); В-0,74 (удобрения); АВ-1,81 А-2,56 (обработки); В-1,48 (удобрения); АВ-3,63					
НСР _{0,05} для многолетних сорняков			По количеству По массе		А-0,37 (обработки); В-0,15 (удобрения); АВ-0,52 А-0,96 (обработки); В-0,56 (удобрения); АВ-1,36					

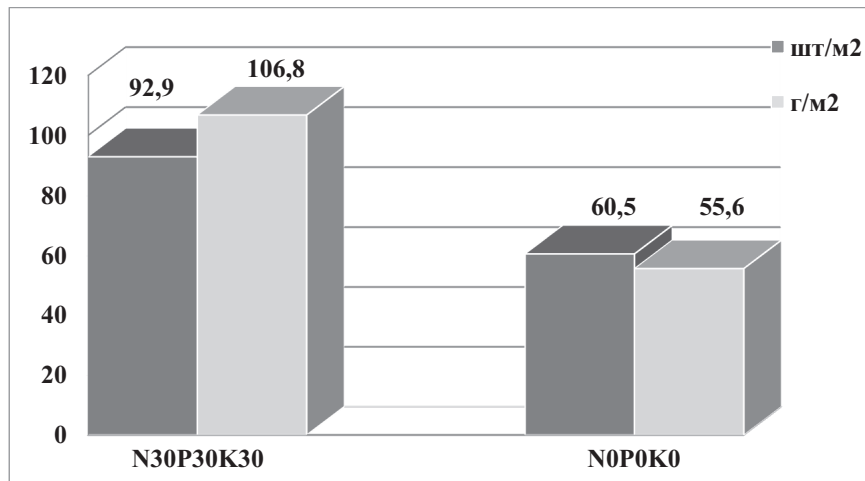


Рисунок 1. Изменение общей засоренности посевов горчицы под влиянием минеральных удобрений 2019-2021гг

Figure 1. Change in the total weediness of mustard crops under the influence of mineral fertilizers 2019-2021



Выделяют элементпозитивные и элементнегативные сорные растения. Первые положительно реагируют на увеличение удобрённости, вторые — избегают мест с повышенной концентрацией питательных элементов. Нами выявлено, что применение минеральных удобрений привело к сокращению долевого участия многолетних (прежде всего, корнеотпрысковых) в общем количестве сорных растений и увеличению — малолетних видов. Так на вариантах, где обработка почвы проводилась, без оборота пласта применяемые в опыте удобрения снижали численность и массу, многолетней сорной растительности в среднем на 57 и 52%. При этом количество малолетних сорняков на этих вариантах выросло на 62%, а их масса увеличивалась в 2,2 раза относительно не удобренного фона. На варианте со вспашкой количественного изменения засорённости посевов многолетними сорняками на удобренном фоне не наблюдалось, но происходило увеличение их сухой массы на 62%. Здесь же отмечалось прогрессирующее малолетней сорной растительности по численности на 41%, по сухой биомассе на 96% по сравнению с не удобренным фоном.

Значительное влияние на развитие сорных растений оказали и метеословия года. В 2020 году, который характеризовался повышенным количеством осадков к моменту уборки горчицы, среднее количество сорняков по фону и вариантам обработки было максимальным и составило 101,2 шт/м² а их масса 140,7г/м². В этом же году отмечено и самое высокое разнообразие по видовому составу сорняков — 15 видов, подавляющее большинство из которых занимали малолетние сорные растения. В слабо и средне засушливых 2019 и 2021 гг. сорных растений было значительно меньше — 94,8 и 25,7 шт./м² и флористический спектр сорняков был намного скуднее 11 и 6 видов соответственно. Сухая масса сорных растений в эти годы составила соответственно 64,6–37,2 г/м², и была в 2,2–3,8 раз ниже, в сравнении с 2020 годом.

Выводы. Согласно результатам исследования установлено, что системы минимальной (без оборачивания пласта) обработки почвы приводят к увеличению засорённости посевов горчицы. Более высокая засорённость обусловлена концентрацией основной массы семян сорных растений в верхнем десятисантиметровом слое почвы, что способствует более раннему и дружному их прорастанию. Наибольшая засорённость по сумме и массе сорной растительности, в том числе по разнообразию её биологических групп, установлена на варианте с мелкой мульчирующей обработкой проводимой весной. Дифференцированная отвально-дисковая система обработки почвы отличалась способностью очищения пахотного слоя почвы от семян сорняков и снижения засорённости посевов по сравнению с контролем по общей численности сорняков на 7% по их воздушно сухой массе на 17%.

Видовой состав сорного компонента в посевах горчицы был представлен в большей степени малолетними видами, численность которых в

среднем составила 97% от общего числа сорняков, доля многолетних видов не превышала 3%. Уменьшение интенсивности обработки способствовало увеличению доли многолетних сорных растений в посевах горчицы.

Состав сорной флоры и её обилие в посевах горчицы зависели от условий влагообеспеченности. В 2021 году из-за дефицита осадков и стабильно высоких температур складывались менее благоприятные погодные условия для роста и развития сорной растительности, численность и биомасса сорных растений в посевах горчицы имела тенденцию к снижению на 73,5шт/м² и 103г/м² по сравнению с 2020 годом, характеризующимся прохладной и дождливой погодой в течение вегетации культуры.

Список источников

1. Трофимова Т.А., Селищев Д.А. Проблемы борьбы с сорняками при минимализации обработки почвы / Экологизация адаптивно-ландшафтных систем земледелия: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры земледелия ВГАУ. Воронеж. С. 170-176.
2. Савоськина О.А., Чебаненко С.И., Манишкин С.Г. Влияние систем обработки почвы на сорный компонент агрофитоценоза ячменя // Плодородие. 2011. № 6. С. 18-19.
3. Захаров Н.Г., Полянков М.А. Влияние основной обработки почвы на засорённость посевов яровой пшеницы / Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Морозова В.И. Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2011. С. 98-102.
4. Дудкин И.В., Шмат З.М. Системы обработки почвы и сорняки // Защита и карантин растений. 2010. № 8. С. 28-30.
5. Баздырев Г.И., Зотов Л.И., Полин В.Д. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. М.: Издательство МСХА, 2004. 288 с.
6. Wang X., Gu M., Niu G., Baumann P.A. Herbicidal activity of mustard seed meal (Sinapis alba «daGold» and Brassica juncea «Pacific Gold») on weed emergence // Industrial Crops and Products. 2015. Vol. 77. P. 1004–1013. DOI:10.1016/j.indcrop.2015.09.070.
7. Ростова Е.Н. Влияние элементов технологии на засорённость и продуктивность посевов горчицы сарептской (Brassica juncea) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3. С. 75-81.
8. Кузина Е.В. Влияние различных способов обработки почвы на засорённость посевов в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). С. 80-85.
9. Кудрявцева М.Н. Влияние основной обработки на засорённость почвы и посевов, урожайность яровой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии 2016. № 2(26). С. 37-44.
10. Сабитов М.М., Науметов Р.В., Шарипова Р.Б. Влияние комплексного применения средств химизации на основные заболевания и засорённость яровой пшеницы // Пермский аграрный вестник. 2015. № 3 (11). С. 25-32.
11. Вьюгин С.М., Вьюгина Г.М. Регулирование фитосанитарного состояния агроценозов // Земледелие. 2015. № 12. С. 26-28.
12. Радченко Л.А., Женченко К.Г. Влияние севооборотов на засорённость посевов // Защита и карантин растений. 2017. № 12. С. 30–32.

References

1. Trofimova T.A., Selishev D.A. (2013). Problemy bor'by s sornyakami pri minimalizacii obrabotki pochvy [Problems of weed control while minimizing tillage]. *Ehkolozhizatsiya adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu kafedry zemledeliya VGAU. Voronezh*, pp. 170-176
2. Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Manishkin S.G. (2011). Vliyanie sistem obrabotki pochvy na sornyy komponent agrofitocenoza yachmenya [Influence of tillage systems on the weed component of barley agrophytocenosis]. *Plodородие*, no. 6, pp. 18-19.
3. Zakharov N.G., Polnyakov M.A. (2011). Vliyanie osnovnoy obrabotki pochvy na zasorennost' posevov yarovoy pshenicy [Influence of the main tillage on the weediness of spring wheat crops]. *Sovremennyye sistemy zemledeliya: opyt, problemy, perspektivy: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu so dnya rozhdeniya professora Morozova V.I.* — Ulyanovsk: Ulyanovskaya GSXA. [Modern farming systems: experience, problems, prospects: materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Professor Morozov V.I.], Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agricultural Academy, pp. 98-102.
4. Dudkin I.V., Shmat Z.M. (2010) Sistemy obrabotki pochvy i sornyy rastenij [Soil treatment systems and weeds]. *Zashchita i karantin rastenij*. [Protection and quarantine of plants], no. 8, pp. 28-30.
5. Bazdyrev G.I., Zotov L.I., Polin V.D. (2004). Sornyye rasteniya i mery bor'by s nimi v sovremen-nom zemledelii [Weed plants and measures to combat them in modern agriculture]. *Moscow: MSXA*, 288 p.
6. Wang X., Gu M., Niu G., Baumann P.A. (2015) Herbicidal activity of mustard seed meal (Sinapis alba «daGold» and Brassica juncea « Pacific Gold») on weed emergence // *Industrial Crops and Products*. Vol. 77, pp. 1004–1013. DOI:10.1016/j.indcrop.2015.09.070.
7. Rostova E.N. (2021). Vliyanie elementov tehnologii na zasorennost' i produktivnost' posevov gorchicy sareptskoj (Brassica juncea) [Influence of technology elements on weed infestation and crop productivity of Sarepta mustard (Brassica juncea)]. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, no. 3, pp. 75-81.
8. Kuzina E.V. (2017). Vliyanie razlichnykh sposobov obrabotki pochvy na zasorennost' posevov v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzhya [The influence of various methods of tillage on the weediness of crops in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Permskiy agrarnyy vestnik*, no. 3(19), pp. 80-85.
9. Kudryavtseva M.N. (2016). Vliyanie osnovnoy obrabotki na zasoryonnost' pochvy i posevov, urozhajnost' yarovoy pshenicy [The influence of the main tillage on the contamination of soil and crops, the yield of spring wheat]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskoxozyajstvennoy akademii*, no. 2 (26), pp. 37-44.
10. Sabitov M.M., Naumetov R.V., Sharipova R.B. (2015). Vliyanie kompleksnogo primeneniya sredstv ximizatsii na osnovnyye zabolevaniya i zasorennost' yarovoy pshenicy [Influence of the complex application of chemicals on the main diseases and infestation of spring wheat]. *Permskiy agrarnyy vestnik*, no. 3 (11), pp. 25-32.
11. Vyugin S.M., Vyugina G.M. (2015) Reguli-roavanie fitosanitarnogo sostoyaniya agro-cenozov [Regulation of the phytosanitary state of agro-cenoses]. *Zemledelie*, no. 12, pp. 26-28.
12. Radchenko L.A., Zhenchenko K.G. (2017) Vliyanie sevooborotov na zasorennost' posevov [The effect of crop rotations on crop weediness]. *Zashchita i karantin rastenij*, no. 12, pp. 30-32.

Информация об авторе:

Кузина Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией обработки почвы, старший научный сотрудник отдела земледелия и технологий, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, elena.kuzina@autoramblor.ru

Information about the author:

Elena V. Kuzina, candidate of agricultural Sciences, head of Laboratory tillage, department of agriculture and technology, Samara Federal Research Scientific Center RAS, Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, elena.kuzina@autoramblor.ru



Научная статья

УДК 631:633.2:633.3

doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_213

СЕНОКОСНЫЕ ТРАВСТОИ НА ОСНОВЕ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ

Д.А. Вагунин, Н.Н. Иванова

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

Аннотация. Исследования новых перспективных сортов козлятника восточного проводились в 2015-2020 гг. на мелиоративном объекте ВНИИМЗ в Тверской области. Полевые наблюдения выполнялись как в одновидовых, так и в смешанных травостоях. Объектом исследования являлись три сорта козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) — Гале, Кривич, Юбилар. Цель исследований заключалась в изучении кормовых агроценозов сенокосного типа на основе новых сортов козлятника восточного, позволяющих получать устойчивую продуктивность при многолетнем использовании. В методику исследования входили: фенологические наблюдения, изучение динамики накопления сухой и зеленой массы, ботанического состава, густоты, высоты, фитоценотической активности трав, статистическая обработка данных. Козлятник восточный сорта Гале обеспечивал стабильную продуктивность, в среднем за 6 лет использования, в одновидовом посеве на уровне 5,5-7,2 т/га, в смеси со злаками — 6,2-7,4 т/га. Максимальная урожайность отмечалась в четырехкомпонентном агроценозе козлятника восточного сорта Кривич — 6,4-8,0 т/га. На осушаемых сенокосных угодьях продуктивность козлятника восточного сорта Юбилар варьировала от 6,5 до 7,5 т/га. На дерново-подзолистой супесчаной почве сбор свежескошенной зеленой массы составлял 21,7-38,1 т/га, сена — 5,3-8,0 т/га, выход кормовых единиц — 4,5-6,8 тыс./га. Плотность вегетативных побегов козлятника восточного значительно был выше в одновидовых посевах, достигая максимальных показателей в варианте с сортом Кривич — 122 шт./м². В среднем за 6 лет использования травостоев процент участия козлятника восточного составлял от 18,2% в четырехкомпонентных травостоях до 80,3% при посеве в чистом виде. Менее засоренными отмечены смешанные агроценозы. Козлятник восточный обладает хорошей облиственностью, на долю листьев в структуре урожая приходилось 42,1-56,8%. Использование козлятника восточного позволяет стабилизировать продуктивность травостоя, получать высококачественный корм, создавать сенокосы устойчивые к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Ключевые слова: козлятник восточный, травостой, сорт, почва, глубокооглеенная, глееватая, глеевая

Original article

HAY STANDS BASED ON EASTERN GOAT'S RUE ON DRAINED LANDS OF THE HUMID ZONE

Dm.A. Vagunin, N.N. Ivanova

Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

Abstract. Studies of new promising varieties of eastern goat's rue were carried out in 2015-2020 at the reclamation facility of VNIIMZ in the Tver region. Field observations were carried out both in single-species and in mixed grass stands. The object of the study was three varieties of eastern goat's rue (*Galega orientalis* Lam.) — Gale, Krivich, Yubilyar. The purpose of the research was to study hay-type fodder agroecosystems based on new varieties of eastern goat's rue, which make it possible to obtain sustainable productivity with long-term use. The research methodology included: phenological observations, study of the dynamics of accumulation of dry and green mass, botanical composition, density, height, phytocenotic activity of herbs, statistical data processing. Eastern goat's rue of the Gale variety provided stable productivity, on average over 6 years of use, in single-species crops at the level of 5.5-7.2 t/ha, in a mixture with cereals — 6.2-7.4 t/ha. The maximum yield was noted in the four-component agroecosystem of the eastern goat's rue variety Krivich — 6.4-8.0 t/ha. On drained hayfields, the productivity of the eastern goat's rue variety Yubilyar varied from 6.5 to 7.5 t/ha. On soddy-podzolic sandy loam soil, the collection of freshly cut green mass was 21.7-38.1 t/ha, hay — 5.3-8.0 t/ha, yield of fodder units — 4.5-6.8 thousand/ha. The density of vegetative shoots of the eastern goat's rue variety was significantly higher in single-species crops, reaching maximum values in the variant with the variety Krivich — 122 pcs/m². On average, over 6 years of herbage use, the percentage of participation of eastern goat's rue ranged from 18.2% in four-component herbage to 80.3% when sown in pure form. Mixed agroecosystems are less weedy. Eastern goat's rue has good foliage, the share of leaves in the crop structure was 42.1-56.8%. The use of eastern goat's rue allows stabilizing the productivity of the herbage, obtaining high-quality fodder, creating hayfields that are resistant to adverse environmental conditions.

Keywords: eastern goat's rue, herbage, variety, soil, deep gleyed, gleyed, gley

Введение. В современных условиях развития агропромышленного комплекса Российской Федерации отдельным и весомым звеном является возделывание кормовых культур, которые служат не только источником кормов для животноводческой отрасли, но и являются основой биологизации земледелия, сохраняют и повышают плодородие почвы. Это особенно важно на фоне стабильного смещения в худшую сторону основных показателей плодородия почвы, отмечаемое в последние десятилетия, равно как в отдельных регионах, так и в целом по стране [11].

Система кормопроизводства представляет собой совокупность взаимосвязанных мероприятий, направленных на максимальное

обеспечение потребностей различных отраслей животноводства в высококачественных кормах. Для обеспечения экономического роста отрасли она должна быть устойчивой и в минимальной степени зависеть от природно-климатических условий [12, 7,14].

В России изучение луговых трав и травосеяния было начато А.В. Советовым. Он указывал на плохое состояние естественных лугов, на необходимость удобрения и увеличения их площадей за счет посевов многолетних трав на полевых землях [3]. Для создания прочной и стабильной кормовой базы необходимо совершенствование системы травосеяния, направленное на расширение посевов многолетних

травосмесей с содержанием бобовых трав в их структуре 72-75% вместо 42% применяемых в настоящее время [9].

Они формируют кормовую массу, содержащую основные макро- и микроэлементы, минералы, витамины, аминокислоты, другие питательные вещества в доступной форме с высокой энергопротеиновой насыщенностью. Разнообразные корма, приготовленные из многолетних трав, являются наиболее дешевыми. Эти культуры рационально используют условия произрастания: почвенное плодородие, солнечную радиацию, естественное увлажнение. Произрастая на одном месте много лет, многолетние травы не требуют ежегодных затрат материальных

ресурсов на обработку почвы и посев. Азотфиксация многолетними бобовыми травами атмосферного азота значительно сокращает внесение минеральных удобрений. Возделывание многолетних трав служит основой биологизации земледелия, сохранения плодородия и структуры почвы, улучшения экологии окружающей среды за счет снижения распаханности земель, уменьшения применения пестицидов, увеличения безопасности потребления продукции животноводства населением [6].

Велика и фитосанитарная роль многолетних трав, в посевах которых создаются неблагоприятные условия для роста и развития многих видов сорняков, почва очищается от их семян, гибнут многие вредители сельскохозяйственных культур и патогенная микрофлора. Многолетние травы являются эффективным средством защиты почвы от водной и ветровой эрозии [13].

Современные научные исследования по кормопроизводству направлены на разработку ресурсосберегающих технологий улучшения сенокосов и пастбищ и создание высокопродуктивных сеяных лугов с использованием высокопродуктивных сортов козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.). Перспективность козлятника восточного создается его высокой урожайностью и широким использованием, он привлекателен для выпаса, заготовки сена, сенажа, силоса [1, 4, 15].

Козлятник восточный районирован для выращивания во многих регионах Российской Федерации, его основное преимущество — это произрастание на одном месте до 15 лет. За счет активного вегетативного размножения зимующих почек и корневых отпрысков, его травостой с годами делается гуще, что позволяет накапливать до 20-30 т/га пожнивно-корневых остатков и тем самым значительно обогащать почву органическим веществом [5, 10]. Из растительного сырья козлятника восточного можно приготовить питательный корм с высоким содержанием протеина, который достаточно хорошо поедается животными. Козлятник восточный дает стабильные урожаи семян (3-8 ц/га) в сравнении с такими бобовыми культурами как люцерна и клевер, что имеет большое значение для Северо-Западного региона России при производстве растительных кормов. Его можно возделывать без применения дорогостоящих азотных удобрений, т. к. благодаря клубеньковым бактериям, поселяющимся в корневой системе, козлятник восточный способен поглощать и накапливать атмосферный азот до 300 кг в расчете на 1 га. Кроме того, благодаря своей мощной корневой системе он способен очищать поле от сорняков, возбудителей болезней и вредителей, восстанавливать структуру и плодородие почв [8].

С целью обеспечения сельскохозяйственных животных полноценным и сбалансированным кормом существует необходимость возделывания козлятника восточного не только в монопосевах, но также и в составе травосмесей. Имеются многочисленные исследования по изучению влияния одновидовых и смешанных посевов многолетних трав на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность последующих культур, проведенные в различных НИИ и опытных хозяйствах России. Выявлено, что многолетние бобовые травы и козлятник восточный во всех типах посевов накапливают значительное количество условных корневых остатков, богатых азотом. Отмечается низкое содержание алкалоидов (галегина, пеганина и др.) в зеленой

массе козлятника, что не вызывает интоксикаций у животных, козлятник характеризуется способностью создавать не изреживающийся с годами травостой, имеет высокую зимостойкость (96%), засухоустойчивость, долговечность, способность очищать поля от вредителей, болезней и сорняков, высокую продуктивность; прекрасную облиственность, восстанавливает плодородие почвы, ее структуру. Указывается на высокую кормовую ценность и экономическую эффективность возделывания этой культуры. Установлено, что злаково-бобовые травосмеси с козлятником восточным урожайнее его одновидовых посевов [2].

Цель исследования. Цель исследования заключалась в изучении кормовых агроценозов сенокосного типа на основе новых сортов козлятника восточного, позволяющих получать устойчивую продуктивность при многолетнем использовании. В задачи исследования входило — определить наиболее высокопродуктивные сенокосные травостои на основе козлятника восточного на мелиорированных землях Нечерноземной зоны, изучить динамику ботанического состава и выявить наиболее конкурентоспособный бобовый сеяный компонент в сенокосных агроценозах.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в двухфакторном полевом опыте на осушаемом участке объекта «Губино» (ВНИИМЗ, Тверская обл.) в течение 2015-2020 гг. Объектами изучения являлись новые перспективные сорта козлятника восточного (сорта Гале, Кривич, Юбилар) в одновидовых посевах и в смеси со злаковыми травами (тимофеевка луговая ВИК 9, коострец безостый Вегур, двухсточник тростниковый Урал) (фактор В). Опыт заложен на дерново-подзолистой, супесчаной почве, расположенной на трех почвенных разностях (фактор А), содержание подвижного фосфора 101 мг/кг, обменного калия 140 мг/кг, рН 4,5-5,0, удельный вес 2,59 г/см³, содержание гумуса 1,4-1,9%. Площадь 6,8 гектаров, трехкратная повторность, порядок расположения вариантов рендомизированный, трехъярусно.

Двухукосное использование при беспокровном посеве. Агротехника проводилась по общепринятым методикам.

Почвенные разности.

Глубокооглеенная почва относится к верхней части склона, с содержанием гумуса 1,6-1,7%, рН 4,9-5,0. Уровень подземных грунтовых вод во влажный период 0,9-1,2 м, в сухой — 1,6-2,0 м. Расстояние между дренами 38-40 м. Атмосферное водное питание. Ледниковые отложения 1,5-1,7 м от поверхности почвы, карбонатные, тяжелосуглинистые.

Глееватая почва — середина склона, с содержанием гумуса 1,4-1,6%, рН 4,8-5,1. Уровень подземных грунтовых вод во влажный период 0,6-0,7 м, в сухой — 1,3-1,7 м. Ледниковые отложения 1,0-1,2 м от поверхности почвы, карбонатные. Водное питание, смешанное за счет поступление воды из атмосферы и намывного склона. Расстояние между дренами 28-30 м.

Глеевая почва — низ склона, содержание гумуса 2,0-2,5%, рН 4,6-5,2. Уровень подземных грунтовых вод во влажный период 0,3-0,4 м, в сухой 0,9-1,0 м. Ледниковые отложения 0,3-0,5 м от поверхности почвы, карбонатные, валунные. Расстояние между дренами 18-20 м.

Результаты и обсуждения. Проведенные исследования показали, что густота растений козлятника восточного по усредненным данным за шестилетний период с 2015 по 2020 год находилась в пределах 32-122 шт./м². Густота стояния изменялась от степени оглеения почвы — наиболее плотным отмечался козлятник сорта Кривич, произрастаемый на глеевой почве (122 шт./м²). Минимальное количество побегов бобового сеяного компонента зафиксировано в смешанном посеве козлятника сорта Гале на глубокооглеенной почве. В контрольном варианте количество стеблей козлятника восточного составляло 92-98 шт./м². Густота стеблестоя козлятника восточного на вершине склона варьировала от 32 до 101 шт./м², в центральной части склона плотность вегетативных побегов достигала 48-110 шт./м², а в нижней (глеевая почва) показывала динамику на уровне 41-122 шт./м² (рис.).

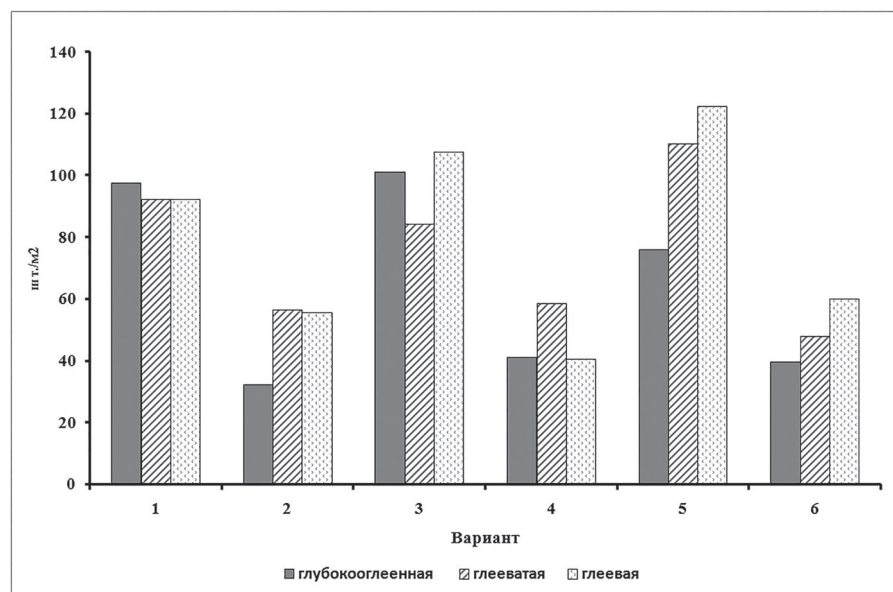


Рисунок. Густота побегов козлятника восточного в бобово-злаковых травостоях, в среднем за 2015-2020 гг., шт./м²

Примечание: состав травосмесей по вариантам, указанным в таблице 1

Figure. Density of shoots of eastern goat's rue in legume-grass stands, on average for 2015-2020, pieces/m²

Note: the composition of grass mixtures according to the options indicated in table 1



Густота стояния других компонентов травостоев варьировала в следующих пределах: количество стеблей у костреца безостого (*Bromus inermis* L.) в среднем за годы исследования достигало 77-145 шт./м², двукосточника тростникового (*Phalaris arundinacea* L.) — 83-134 шт./м², тимopheевки луговой (*Phleum pratense* L.) — 135-189 шт./м². Общее содержание сеянных злаковых трав составляло 349-452 шт./м².

Высота козлятника колебалась по вариантам опыта. Средние данные за шестилетнее исследование показали, что его высота в первом укосе составляла 60-92 см. Наименьшая длина вегетативных побегов отмечалась на глубоководной почве травосмеси 4-60 см. В целом, длина вегетативных побегов основного компонента была выше на средней части склона. В сравнении с контролем наиболее значительная прибавка по высоте отмечалась у сорта Юбилар, выращиваемого на глубоководной почве — прирост составил 9 см. Самые высокие стебли козлятника были отмечены в одновидовом травостое сорта Кривич на глееватой почве — 92 см. В среднем по сортам высота культуры на глубоководной почве изменялась от 60 до 83 см, на глееватой была 78-92 см, а на глеевой — 61-85 см.

Длина вегетативных побегов козлятника восточного во втором укосе варьировала от 40 до 58 см. Длина вегетативных побегов в контрольном варианте достигала 47-53 см. Заметной разницы в высоте по вариантам опыта во 2-м укосе выявлено не было.

В проведенных исследованиях нами было установлено, что средняя высота растений сеянных злаков составляла 72-88 см. Более высокий рост сеянных злаковых трав выявлен в середине склона, составляя по высоте 76-88 см.

Ботанический состав изучаемых бобово-злаковых травостоев изменялся исходя из состава травосмеси. Значительно больший процент участия в травостоях козлятника восточного отмечался в одиночных посевах, в которых на его долю приходилось по усредненным данным 62,1-80,3%. Процент его содержания в многокомпонентной травосмеси на основе сорта Гале достигало 22,0-32,3%. В смешанном бобово-злаковом травостое на основе сорта Юбилар на долю бобового компонента приходилось 18,2-27,7%, на основе сорта Кривич — 24,3-32,9%. Наибольший процент содержания козлятника восточного отмечен в одновидовом посеве на глееватой почве — 80,3%. Процентный показатель его содержания был выше в центральной части склона — 27,7-80,3%. В вариантах травосмеси, выращиваемой на глубоководной почве, наблюдали наименьшее содержание доли сеянных бобовых, которая колебалась от 18,2 до 69,3%. Процент содержания козлятника на глеевой почве занимал промежуточное положение и достигал 19,3-74,7%. В контрольном варианте опыта процент его содержания составлял 67,6-71,7%.

По усредненным данным за шестилетний период содержание в травостое костреца безостого составляло 15,5-26,3%, двукосточника тростникового 17,3-30,0%, тимopheевки луговой 19,7-32,3%. Процентное содержание сорняков варьировало по вариантам от 5,2% до 37,9%, при этом смешанные травостои были менее засорены. Наименьшее содержание несеянных злаковых трав в травостоях отмечалось в четырехкомпонентном агроценозе сорта Юбилар на глееватой почве — 5,2%. Доминирующее положение в смешанных травостоях занимали сеяные злаки. На их долю приходилось от 57,4 до 87,1%.

Исходя из данных ботанического состава, был определен индекс ценотической активности трав. Ценотическая активность козлятника восточного составлял в среднем за 6 лет пользования 0,5-0,8. На контрольном варианте его ценотическая активность находилась на уровне 0,7. Менее активным в травостое был сорт Юбилар чистого посева — 0,5-0,6. В сеянном травостое активность у козлятника восточного составляла 0,5-0,8. Сорта Юбилар и Кривич в смешанных бобово-злаковых травостоях показали уровень активности в травостое 0,5-0,6 и 0,6-0,8 соответственно, в то время как в одновидовых травостоях показатели активности козлятника составляли 0,7-0,8 и 0,6-0,8 соответственно. Фитоценотическая активность козлятника восточного на глубоководной почве варьировала в пределах 0,5-0,7, глееватой — 0,6-0,8, глеевой — 0,5-0,8.

Фитоценотическая активность злаковых сеяных трав в изучаемых травостоях достигала у костреца безостого 0,8-1,3, двукосточника тростникового — 0,9-1,4, тимopheевки луговой — 1,2-1,9. Более высокая активность среди сеянных злаковых трав в среднем за годы наблюдения отмечена у тимopheевки луговой.

Результаты анализа структуры урожая сеяных агроценозов по усредненным показателям за 2015-2020 гг. показали хорошую облиственность козлятника восточного. Процентное содержание листьев козлятника восточного в первом укосе колебалось в пределах 36,5-50,3%. На долю стеблей приходилось 39,8-53,6%.

В одновидовых посевах облиственность сеяного бобового компонента составляла 46,1-50,3%, а в смеси со злаками — 36,5-43,9%. Долевое участие листьев козлятника в структуре урожая второго укоса составляло 48,9-65,4%. Процент его облиственности в четырехкомпонентных бобово-злаковых травостоях достигал 48,9-57,2%, а чистые посева показали динамику листового аппарата на уровне 59,7-65,4%. Процент содержания стеблей составлял 26,1-40,3%.

В среднем за 2 укоса облиственность козлятника восточного была выше в одновидовых посевах. На долю листьев приходилось от 42,1 до 56,8%, стеблей — 34,3-47,0%. Облиственность культуры на глубоководной почве составляла 46,0-56,8%, на глееватой почве — 42,1-55,9%, на глеевой почве — 46,6-56,1%.

Данные учетов свидетельствовали о достаточно высоких и стабильных показателях урожайности. Результаты наших исследований показали, что урожайность сухой массы бобово-злаковых травостоев составляла в среднем 5,3-8,0 т/га. Менее продуктивными бобово-злаковые травостои были на глубоководной почве, величина урожая составляла 5,3-7,0 т/га. Продуктивность одновидовых посевов достигала 25,3-38,1 т/га зеленой массы и 5,5-7,8 т/га — сухой массы, а в смеси со злаками 26,2-35,8 т/га и 6,2-8,0 т/га соответственно. Контрольный вариант показывал динамику продуктивности на уровне 5,5-7,2 т/га. Максимальный показатель урожайности отмечался в варианте на глееватой почве — 8,0 т/га (табл.).

Таблица. Урожайность бобово-злаковых травостоев на основе козлятника восточного на трех почвенных разностях (в среднем за 2015-2020 гг.)

Table. Productivity of legume-grass herbage based on eastern goat's rue on three soil varieties (average for 2015-2020)

№	Вариант	Почва	Зеленая масса (т/га)	Сухая масса (т/га)	Сбор кормовых единиц, тыс./га
1	Козлятник восточный Гале (контроль)	глубоководная	25,3	5,5	4,8
		глееватая	33,5	6,9	5,9
		глеевая	30,7	7,2	6,1
2	Козлятник восточный Гале + тимopheевка луговая ВИК 9 + кострец безостый Вегур + двукосточник тростниковый Урал	глубоководная	29,8	6,2	5,3
		глееватая	32,2	7,4	6,2
		глеевая	27,7	6,7	5,7
3	Козлятник восточный Юбилар	глубоководная	30,6	7,0	6,0
		глееватая	32,4	7,1	6,1
		глеевая	29,5	7,5	6,3
4	Козлятник восточный Юбилар + тимopheевка луговая ВИК 9 + кострец безостый Вегур + двукосточник тростниковый Урал	глубоководная	26,6	6,5	5,6
		глееватая	30,8	6,9	5,9
		глеевая	29,3	7,5	6,3
5	Козлятник восточный Кривич	глубоководная	27,6	6,3	5,3
		глееватая	38,1	7,8	6,7
		глеевая	33,2	7,2	6,1
6	Козлятник восточный Кривич + тимopheевка луговая ВИК 9 + кострец безостый Вегур + двукосточник тростниковый Урал	глубоководная	27,9	6,6	5,7
		глееватая	35,8	8,0	6,8
		глеевая	26,2	6,4	5,6
7	Кострец безостый Вегур + тимopheевка луговая ВИК 9 + двукосточник тростниковый Урал	глубоководная	21,7	5,3	4,5
		глееватая	29,2	7,2	5,9
		глеевая	24,4	6,4	5,5
НСР _{0,5}					
для частных различий			5,48	1,62	
для фактора В			2,07	0,62	
для фактора А			3,18	0,93	
для взаимодействия АВ			3,18	0,93	





В сравнении с контрольным вариантом наиболее существенная прибавка урожайности отмечалась в смешанном травостое козлятника восточного сорта Юбилар, прирост 1,5 т/га сухой массы. Продуктивность бобово-злаковых травостоев на глееватой почве составляла 6,9-8,0 т/га сена. В чисто злаковом травостое урожайность колебалась от 5,3-7,2 т/га высушенной массы. Многолетние сенокосные травостои обеспечивали продуктивность на уровне 4,5-6,8 тыс. корм. ед./га. В нижней части склона урожайность в зависимости от травосмеси составляла 6,4-7,5 т/га. Продуктивность свежескошенной зеленой массы достигала 21,7-38,1 т/га.

Выводы. Проведённые исследования высокоурожайных морозо- и засухоустойчивых сортов козлятника восточного в одновидовых и смешанных посевах с бобово-злаковыми травами показали, что созданные травостои позволяют получать урожайность сухого вещества до 8 т/га (среднее за 2015-2020 гг.). Изучаемые сорта козлятника восточного в агроценозах показывали устойчивую урожайность по годам наблюдения, составляя в чистых посевах 25,3-38,1 т/га зеленой массы, 5,5-7,8 т/га сухой массы, в смеси со злаками — 26,2-35,8 т/га и 6,2-8,0 т/га соответственно.

Более продуктивным и наиболее конкурентоспособным бобовым компонентом выявлен козлятник восточный сорта Кривич.

Список источников

1. Буркин А.А., Кононенко Г.П., Гаврилова О.П., Гагаева Т.Ю. Микотоксины в бобовых травах естественных кормовых угодий европейской России // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52. № 2. С. 409-417. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.2.409
2. Кулик Д.К., Головатюк О.В. Опыт использования козлятника восточного в посевах многолетних трав в России // *Орошаемое земледелие*. 2021. № 1. С. 53-56.
3. Лазарев Н.Н., Шибукоев А.А., Зубков Ф.В. Способы создания сеяных лугов на залежных землях // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2014. № 1. С. 70-81.
4. Лазарев Н.Н., Архангельский Н.С., Бельшклина М.Е. Этапы развития растениеводства и луговодства в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: от И.А. Стебута до наших дней // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2015. № 2. С. 103-122.
5. Мокеева С.А., Коконов С.И., Рябова Т.Н. Развитие и продуктивность козлятника восточного при предпосевной обработке семян // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 2 (50). С. 47-53. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-47-53
6. Никитин А.Б. Формирование укосных травостоев с козлятником восточным сорта кривич в условиях Ленинградской области // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2021. № 2 (63). С. 9-17. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-9-17
7. Шадских В.А., Пешкова В.О., Панченко Т.А., Ененко С.В. Оценка качества многолетних многокомпонентных кормосмесей на содержание белка после первого, второго и третьего укосов // *Орошаемое земледелие*. 2020. № 1. С. 30-33. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-6

Сведения об авторах:

Вагунин Дмитрий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4211-9264>, dmitri306@yandex.ru

Иванова Надежда Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>, 2016vniimz-noo@list.ru

Information about authors:

Dmitry A. Vagunin, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4211-9264>, dmitri306@yandex.ru

Nadezhda N. Ivanova, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>, 2016vniimz-noo@list.ru

8. Симонов Г.А., Старковский Б.Н., Симонов А.Г. Качество кормов из козлятника восточного // *Молочнохозяйственный вестник*. 2021. № 1 (41). С. 81-88. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_1_81

9. Трузина Л.А. Козлятник восточный в длительных травостоях с многолетними бобовыми и злаковыми культурами // *Естественные науки*. 2020. № 1. С. 79-85.

10. Трузина Л.А. Ростовые вещества на посевах козлятника восточного. В сборнике: *Актуальные проблемы экологии и природопользования*. Курган, 2021. С. 123-126.

11. Фаттахова З.Ф., Шакиров Ш.К., Бикчантаев И.Т. Влияние биологических препаратов на консервирование козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 62-65. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-62-65

12. Шадских В.А., Пешкова В.О., Панченко Т.А. Оценка качества многолетних многокомпонентных кормосмесей на содержание белка после первого, второго и третьего укосов // *Орошаемое земледелие*. 2020. № 1. С. 30-33. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-6

13. Шмелева Н.В. Роль нетрадиционных кормовых культур в воспроизводстве и повышении плодородия дерново-подзолистых почв Верхневолжья // *Владимирский земледелец*. 2021. № 2 (96). С. 47-52. DOI: 10.24412/2225-2584-2021-2-47-52

14. Topp C.F. E., Doyle C.J. (2004). Modelling the comparative productivity and profitability of grass and legume systems of silage production in northern Europe // *Grass and Forage Science*. vol. 59, Is. 3, pp.274-292.

15. Meripold H., Tamm U., Tamm S., Vosa T., Edesi L. (2016). Yields and feed value of different fodder galega-grass mixtures // *Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation*. Trondheim, Norway, 4-8 September, pp. 464-466.

References

1. Burkin A.A., Kononenko G.P., Gavrilova O.P., Gagayeva T. YU. (2017). Mikotoksiny v bobovykh travakh yestestvennykh kormovykh ugodiy yevropeyskoy Rossii [Mycotoxins in legume grasses of natural fodder lands of European Russia] // *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 52, no. 2, pp. 409-417. DOI: 10.15389/agrobiology.2.409
2. Kulik D.K., Golovatyuk O.V. (2021). Opyt ispol'zovaniya kozlyatnika vostochnogo v posevakh mnogoletnykh trav v Rossii [Experience of using eastern goat's rue in crops of perennial grasses in Russia]. *Oroshayemoye zemledeliye* [Irrigated agriculture], no.1, pp. 53-56.
3. Lazarev N.N., Shibukov A.A., Zubkov F.V. (2014). Spособy sozdaniya seyanykh lugov na zaleznykh zemlyakh [Methods for creating sown meadows on fallow lands]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [News of the Timiryazev Agricultural Academy], no. 1, pp. 70-81.
4. Lazarev N.N., Arkhangel'skiy N.S., Belyshkina M.Ye. (2015). Etapy razvitiya rasteniyevodstva i lugovodstva v RGAU-MSKHA imeni K.A. Timiryazeva: ot I.A. Stebuta do nashikh dney [Stages of development of crop production and grassland farming in the RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev: from I.A. Stebut to the present day]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy], no. 2, pp. 103-122.
5. Mokeyeva S.A., Kokonov S.I., Ryabova T.N. (2020). Razvitiye i produktivnost' kozlyatnika vostochnogo pri predposlevnoy obrabotke semyan [Development and productivity of

Eastern goat's rue during pre-sowing seed treatment]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], no. 2 (50), pp. 47-53. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-47-53

6. Nikulin A.B. (2021). Formirovaniye ukosnykh travostoyev s kozlyatnikom vostochnym sorta krivich v usloviyakh Leningradskoy oblasti [Formation of mowing grass stands with oriental goat's rue of the Krivich variety in the conditions of the Leningrad region]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University], no. 2 (63), pp. 9-17. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-9-17

7. Shadskikh V.A., Peshkova V.O., Panchenko T.A., Yenenko S.V. (2020). Otsenka kachestva mnogoletnykh mnogo-komponentnykh kormosmesey na sodержaniye belka posle pervogo, vtorogo i tret'yego ukosov [Evaluation of the quality of multi-year multi-component feed mixtures for protein content after the first, second and third mowing]. *Oroshayemoye zemledeliye* [Irrigated agriculture], no. 1, pp. 30-33. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-6

8. Simonov G.A., Starkovskiy B.N., Simonov A.G. (2021). Kachestvo kormov iz kozlyatnika vostochnogo [Feed quality from Eastern goat's rue]. *Molochnokhoyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], no. 1 (41), pp. 81-88. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_1_81

9. Truzina L.A. (2020). Kozlyatnik vostochnyy v dlitel'nykh travostoyakh s mnogoletnimi bobovymi i zlakovymi kul'turami [Oriental goat's rue in long grass stands with perennial legumes and cereals]. *Yestestvennyye nauki* [Natural Sciences], no. 1, pp.79-85.

10. Truzina L.A. (2021). Rostovyye veshchestva na posevakh kozlyatnika vostochnogo [Growth substances on crops of eastern goat's rue]. V *sbornike: Aktual'nyye problemy ekologiy i prirodopol'zovaniya* [Actual problems of ecology and nature management], Kurgan, pp.123-126.

11. Fattakhova Z.F., Shakirov S.H., Bikchantayev I.T. (2021). Vliyaniye biologicheskikh preparatov na konservirovaniye kozlyatnika vostochnogo (*Galega orientalis* Lam.) [Influence of biological preparations on conservation of Eastern goat's rue (*Galega orientalis* Lam.)]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Kazan State Agrarian University], vol. 16, no. 1 (61), pp. 62-65. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-62-65

12. Shadskikh V.A., Peshkova V.O., Panchenko T.A. (2020). Otsenka kachestva mnogoletnykh mnogo-komponentnykh kormosmesey na sodержaniye belka posle pervogo, vtorogo i tret'yego ukosov [Evaluation of the quality of perennial multicomponent feed mixtures for protein content after the first, second and third mowing]. *Oroshayemoye zemledeliye* [Irrigated agriculture], no. 1, pp. 30-33. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-6

13. Shmeleva N.V. (2021). Rol' netraditsionnykh kormovykh kul'tur v vosproizvodstve i povyshenii plodorodiya derново-podzolistykh pochv Verkhnevolyzh'ya [The role of non-traditional fodder crops in the reproduction and improvement of the fertility of soddy-podzolic soils of the Upper Volga]. *Vladimirskiy zemledelets* [Vladimirsky farmer], no. 2 (96), pp. 47-52. DOI: 10.24412/2225-2584-2021-2-47-52

14. Topp C.F. E., Doyle C.J. (2004). Modelling the comparative productivity and profitability of grass and legume systems of silage production in northern Europe. *Grass and Forage Science*, vol. 59, Is. 3, pp.274-292.

15. Meripold H., Tamm U., Tamm S., Vosa T., Edesi L. (2016). Yields and feed value of different fodder galega-grass mixtures. *Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation*. Trondheim, Norway, 4-8 September, pp. 464-466.