



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-2023,
категория научной значимости K1)



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

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



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



Подписку на журнал можно
оформить в Электронном каталоге
«Пресса России» по ссылке
<https://www.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. Сямина, Е. Цинцадзе,
С. Комелягина, С. Гамбурцев, Н. Пугачев
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 15.12.2023 г. Тираж 5500
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. Syamina, E. Tsintsadze,
S. Komelyagina, S. Gamburtsev, N. Pugachev
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 15.12.2023. Edition 5500
The price is negotiable

© International agricultural journal

**Награды
«Международного
сельскохозяйственного
журнала»:**

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



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



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



Земельные отношения и землеустройство

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

- ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, зав. кафедрой Государственного университета по землеустройству, акад. 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.**, акад. 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, акад. 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.**, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.
Bunin Mikhail, Dr. Ekon. Sciences, Professor, honoured. science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Завалин А.А.**, акад. 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-приз. 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, акад. 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.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Ушачев И.Г.**, акад. 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., врио ректора Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Papaskiri Timur, Dr. Econ. Sciences, professor, acting rector 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. Ekon. Sciences, prof., Director of agricultural policy NRU HSE. Russia, Moscow
- Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.
Uzun Vasily, Dr. Ekon. 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.**, акад. 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.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.
Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh
- Чекмарев П.А.**, акад. РАН, д-р с.-х. наук, заместитель президента РАН.
Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Deputy President of the Russian Academy of Sciences
- Цыпкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.
Tsyppin Yuri, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow
- Липски С.А.**, д-р экон. наук, врио проректора по научной работе, заведующий кафедрой земельного права, Государственный университет по землеустройству. Россия, Москва.
Lipski Stanislav, Dr. Econ. Sciences, acting vice-rector for scientific research, head of the department of land law, State University of Land Use Planning. Russia, Moscow
- Гусаков В.Г.**, вице-президент БАН, акад. 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.
Permal Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau
- Ревшвили Т.О.**, акад. 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
- Серге Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.
Serge Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna
- Чабо Чаки**, проф., заведующий кафедрой и декан экономического факультета Университета Корвинуса. Венгрия, Будапешт.
Cabo Chuckie, Professor, head of Department and Dean of the faculty of Economics of Corvinus. Hungary, Budapest
- Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.
Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

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

- Папаскири Т.В., Митрофанов С.В., Ананичева Е.П., Пивень Е.А., Шевчук А.А.** Анализ состояния структуры посевных площадей стран Европейского союза с позиции концепции устойчивого земледелия
Papaskiri T.V., Mitrofanov S.V., Ananicheva E.P., Piven E.A., Shevchuk A.A. Analysis of the state of the structure of the acreage of the European Union countries in view of the concept of sustainable agriculture 552
- Евтушкова Е.П., Солошенко А.И.** Мониторинг плодородия пахотных почв Тюменской области
Evtushkova E.P., Soloshenko A.I. Monitoring of fertility of arable soils of the Tyumen region 557

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**
ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY

- Вершинин В.В., Ортыюкова А.О.** Формирование экологического сознания современного человека: проблемы и пути решения
Vershinin V.V., Ortyukova A.O. Formation of ecological consciousness of modern man: problems and solutions 562
- Ахметшина Л.Г., Порвадов М.Г., Шангутов А.О.** Оценка выбросов парниковых газов при возделывании сельскохозяйственных земель в концепте государственной экологической политики
Akhmetshina L.G., Porvadov M.G., Shangutov A.O. Assessment of greenhouse gas emissions from the cultivation of agricultural land in the concept of state environmental policy 566
- Папаскири Т.В., Бойценюк Л.И., Груздев В.С., Хрусталева М.А., Суслов С.В., Руда И.Г.** Сравнительный анализ влияния рекреационной нагрузки на прибрежные экосистемы в зависимости от доступности для населения
Papaskiri T.V., Boytsenyuk L.I., Gruzdev V.S., Khrustaleva M.A., Suslov S.V., Ruda I.G. Comparative analysis of the influence of recreational load on coastal ecosystems depending on accessibility for the population 572
- Драгич О.А., Сидорова К.А., Матвеева А.А., Юрина Т.А.** Некоторые вопросы экологического состояния городских территорий
Dragich O.A., Sidorova K.A., Matveeva A.A., Yurina T.A. Some questions of the ecological state of urban areas 576

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

- Павлов А.Ю.** Концептуальные основы оказания государственной поддержки производителям органической продукции на различных типах сельских территорий
Pavlov A.Yu. Conceptual basis for rendering state support to organic producers in various types of rural territories 579

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

- Плужникова И.И., Прахова Т.Я.** Эффективность современных средств защиты при возделывании крамбе абиссинской
Pluzhnikova I.I., Prakhova T.Ya. Efficiency of modern means of protection in culturing Crambe Abyssinica 583
- Косенко С.В.** Продуктивность и адаптивность сортов озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья
Kosenko S.V. Productivity and adaptability of winter wheat varieties in the conditions of the Middle Volga region 588
- Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криюшин Н.В.** Разработка элементов сортовой агротехники для нового сорта конопли посевной Людмила в условиях Среднего Поволжья
Bakulova I.V., Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V. Development of elements of vari-etal agrotechnics for a new variety of cannabis seed Lyudmila in the conditions of the Middle Volga region 592

- Герасимова А.С., Дмитриева В.И., Прищеп Е.А., Леутина Д.В.** Влияние возраста коров бурой швицкой породы в отелах на молочную продуктивность потомков
Gerasimova A.S., Dmitrieva V.I., Prishchep E.A., Leutina D.V. Influence of age in calving of brown swiss cows on milk productivity of progeny 596

- Серков В.А.** Аспекты создания новых безнаркотических сортов конопли посевной в рамках деятельности селекционно-семеноводческого центра лубяных культур
Serkov V.A. Aspects of creating new non-narcotic varieties of hemp in the framework of activities breeding and seed center for baster crops 599

- Титова В.И., Борисычев И.А.** Динамика показателей плодородия дерново-подзолистых почв в зависимости от их гранулометрического состава
Titova V.I., Borisychov I.A. Dynamics of sod-podzol soil fertility indicators depending on their granulometric composition 603

- Зырянов М.А., Медведев С.О., Швецова И.Г.** Перспективы использования древесной зелени хвойных пород в сельском хозяйстве
Zyranov M.A., Medvedev S.O., Shvetcova I.G. Prospects for the use of woody greenery of coniferous species in agriculture 608

- Жиркова Н.Н., Павлова С.А., Пестерева Е.С.** Энергетическая и экономическая эффективность создания и использования однолетних кормовых трав на зеленую массу в зависимости от сроков посева и видов трав
Zhirkova N.N., Pavlova S.A., Pestereva E.S. Energy and economic efficiency of the creation and use of annual fodder grasses for green mass, depending on the sowing period and types of grasses 612

- Сузан В.Г., Ниматулаев Н.М., Литвиненко Н.В., Грехова И.В.** Оценка сортов коллекционного питомника чеснока озимого
Suzan V.G., Nimatulaev N.M., Litvinenko N.V., Grekhova I.V. Evaluation of collection nursery varieties of winter garlic 616

- Котова З.П., Данилов Л.Г., Данилова Т.А., Тюкалов Ю.А.** Оценка возможности использования продуктов метаболизма симбиотических бактерий (*Xenorhabdus bovienii*) энтомопатогенных нематод в защите картофеля от возбудителей заболеваний
Kotova Z.P., Danilov L.G., Danilova T.A., Tyukalov Yu.A. Evaluation of the possibility of using the metabolic products of symbiotic bacteria (*Xenorhabdus bovienii*) of entomopathogenic nematodes in potato protection from pathogens 619

- Скамарохова А.С., Власов А.Б., Юрин Д.А., Свистунов А.А., Григулецкий В.Г.** Эффективность предпосевной обработки семян люцерны органическим ростовым веществом природного происхождения
Skamarochova A.S., Vlasov A.B., Yurin D.A., Svistunov A.A., Griguletsky V.G. Efficiency of pre-sowing treatment of alfalfa seeds with organic growth substance of natural origin 624

- Букреев В.В., Лысов А.К., Морозов Д.О., Наумова Н.И.** Оценка эффективности биологических фунгицидов в различных системах защиты ярового ячменя
Bukreev V.V., Lysov A.K., Morozov D.O., Naumova N.I. Evaluation of the effectiveness of biological fungicides in various systems of protection of spring barley 628

- Яковлева Н.С., Слепцов И.В., Амбросова Ю.Г., Охлопкова П.П.** Изучение сортов картофеля и выделение перспективных для выращивания в условиях Центральной Якутии с применением метаболомного анализа
Yakovleva N.S., Sleptsov I.V., Ambrosova Yu.G., Okhlopova P.P. Studying potato varieties and identifying promising for growing in the conditions of Central Yakutia using metabolomal analysis 633

- Кривошеев С.И., Шумаков В.А.** Применение ростостимуляторов в первичном семеноводстве яровой пшеницы
Krivosheev S.I., Shumakov V.A. The use of growth stimulators in primary seed production of spring wheat 638

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

- Дерунова Е.А., Васильченко М.Я., Воронов А.С., Ржевская М.Я.** Формирование научного ландшафта инновационного развития АПК в условиях структурной трансформации
Derunova E.A., Vasilchenko M.Ya., Voronov A.S., Rzhetskaya M.Ya. Formation of a scientific landscape for innovative development of the agricultural industry in conditions of structural transformation 642

- Швалов П.Г., Чепелева К.В., Шапорова З.Е.** Идентификация ключевых показателей эффективности транспортной сферы при формировании социального стандарта качества жизни в сельской местности
Shvalov P.G., Chepeleva K.V., Shapорова Z.E. Identification of key indicators of the efficiency of the transport sector during the formation of a social standard of the quality of life in rural areas 647



Научная статья

УДК 631.11

doi: 10.55186/25876740_2023_66_552

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА С ПОЗИЦИИ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Т.В. Папаскири¹, С.В. Митрофанов², Е.П. Ананичева¹,
Е.А. Пивень³, А.А. Шевчук¹

¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

²Институт аграрных исследований НИУ ВШЭ, Москва, Россия

³Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Аннотация. Данная работа посвящена анализу изменений в структуре посевных площадей и системе землепользования на устойчивость земледелия стран европейского союза на примере Франции. Установлено, что с точки зрения концепции устойчивого земледелия во Франции существуют положительные тренды в изменении структуры посевных площадей страны. Происходит сокращение доли традиционных для страны культур, таких как пшеница, ячмень и др., для возделывания которых применяются высокоинтенсивные технологии. Увеличивается доля подсолнечника, льна, сои, многолетних культур. Это влечет за собой сокращение объемов применяемых агрохимикатов и пестицидов, водных ресурсов, применяемых для орошения. Также это способствует сохранению биоразнообразия агроэкосистем и плодородия почв. Кроме того, в стране активно развивается органическое земледелие, а государство инвестирует финансовые средства в исследования по повышению эффективности и устойчивости земледелия. Также в работе в процессе анализа установлено, что одними из основных показателей, определяющих устойчивость сельского хозяйства, являются система землеустройства и структура посевных площадей, они обуславливают учет экологических, экономических и социальных аспектов. Достигнутые в итоге исследований результаты могут быть использованы для подготовки рекомендаций и методических разработок по совершенствованию аграрной политики Российской Федерации в целях устойчивого развития сельского хозяйства, разработки дополнительных мер поддержки государственной аграрной политики России по повышению устойчивости сельского хозяйства в рамках глобальных целей развития, включая продовольственную, экологическую, социальную и другие виды безопасности.

Ключевые слова: устойчивое земледелие, органическое земледелие, структура посевных площадей, структура сельскохозяйственных угодий, землеустройство, агроландшафт, биоразнообразие, земельные ресурсы, агроэкосистема

Original article

ANALYSIS OF THE STATE OF THE STRUCTURE OF THE ACREAGE OF THE EUROPEAN UNION COUNTRIES IN VIEW OF THE CONCEPT OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

T.V. Papaskiri¹, S.V. Mitrofanov², E.P. Ananicheva¹,
E.A. Piven³, A.A. Shevchuk¹

¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

²Institute of Agricultural Research of the Higher School of Economics, Moscow, Russia

³University of Peoples' Friendship, Moscow, Russia

Abstract. This work is devoted to the analysis of changes in the structure of acreage and the system of land use on the sustainability of agriculture in the European Union countries on the example of France. It is established that from the point of view of the concept of sustainable agriculture in France, there are positive trends in changing the structure of the country's acreage. There is a reduction in the share of traditional crops for the country, such as wheat, barley, etc., for the cultivation of which high-intensity technologies are used. The share of sunflower, flax, soybeans, and perennial crops is increasing. This entails a reduction in the volume of agrochemicals and pesticides used, water resources used for irrigation. It also contributes to the conservation of agroecosystem biodiversity and soil fertility. In addition, organic farming is actively developing in the country, and the state invests funds in research to improve the efficiency and sustainability of agriculture. Also, in the course of the analysis, it was found that one of the main indicators determining the sustainability of agriculture is the system of land management and the structure of acreage, they determine the consideration of environmental, economic and social aspects. The results obtained as a result of the research can be used to prepare recommendations and methodological developments to improve the agrarian policy of the Russian Federation for the sustainable development of agriculture, to develop additional measures to support the state agrarian policy of Russia to increase the sustainability of agriculture within the framework of global development goals, including food, environmental, social and other types of security.

Keywords: sustainable agriculture, organic farming, structure of acreage, structure of agricultural land, land management, agricultural landscape, biodiversity, land resources, agroecosystem

Рост населения и сосредоточение его в отдельных регионах привели к изменению природных ландшафтов. В истории формирования хозяйственно-культурных особенностей воздействия человека на ландшафт играли важную роль природные, этнические и хозяйственные факторы. Возникновение животноводства, земледелия и производства пищевых

продуктов имело определяющее значение для формирования агроландшафта. С развитием материальной культуры человек стал более независим от природы. Он научился использовать ее ресурсы для своих нужд и создавать искусственные условия, где при-

родные факторы принимают второстепенное значение. Человеческая деятельность привела к модификации природных ландшафтов и изменению автохтонных агроландшафтов. В некоторых случаях эти преобразования оказались радикальными и влияют на окружающую среду.



В истории использования земель долго преобладала концепция «расширяющегося пространства» — освоение (чаще всего бессистемное) новых земель. При этом ошибки освоения в одном периоде исправлялись последующими экспансиями на естественные биоценозы [1].

Сегодня основной концепцией развития земледелия, декларируемой ФАО, является концепция «устойчивого земледелия». Это подход к земледелию, который учитывает экологические, экономические и социальные аспекты, а также целостность экосистемы.

Одними из основных показателей, определяющих устойчивость сельского хозяйства, являются система землеустройства и структура посевных площадей.

Система землеустройства — это способ, которым земельные угодья распределяются на функциональные зоны в соответствии с их потенциальным использованием. Это включает в себя разделение угодий на зоны для выращивания культур, зоны для разведения скота, зоны для сохранения и развития биоразнообразия и другие функциональные зоны.

Структура землеустройства является важным элементом устойчивого земледелия, так как она позволяет оптимизировать использование земельных ресурсов и максимизировать производительность при минимальном воздействии на окружающую среду. Например, использование методов, таких как террасирование, позволяет улучшить удержание влаги и предотвратить эрозию почвы. Кроме того, создание зон для сохранения и развития биоразнообразия помогает сохранить экосистемы и защитить природные ресурсы.

Основными принципами структуры землеустройства в устойчивом земледелии являются:

- Учет естественных условий местности, климатических особенностей и потребностей местной общины.
- Создание зон для сохранения и развития биоразнообразия. Это помогает сохранить экосистемы и защитить природные ресурсы.
- Оптимизация использования земельных ресурсов. Например, создание микро-регионов, где выращиваются культуры с учетом климатических особенностей и ресурсов местности, позволяет увеличить устойчивость культур к засухе, заболеваниям и вредителям [2].

Однако внедряемые в ходе «зеленой революции» интенсивные системы земледелия были направлены на обеспечение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур с единицы площади, что должно было окупать большие затраты на землю, рабочую силу и машины при снижении себестоимости продукции. Это способствовало направленной селекции на агрохимическую активность сортов, разработке высокоэффективных средств защиты растений.

Подобный подход в совокупности с другими факторами привел к упрощенным системам ведения сельского хозяйства. Им в противовес противопоставляются агротехнологии и принципы экологически-ориентированного сельского хозяйства, наиболее значимыми из которых являются: поддержание биоразнообразия путем обязательного использования севооборотов, многоярусных посадок, смешанных посевов; внедрение технологий, снижающих энергетические затраты на производство получаемой продукции (органическое земледелие, интегрированные технологии защиты растений,

почвозащитные методы обработки почв); консервация сельскохозяйственных угодий; отказ от использования генетически модифицированных сортов растений и пород животных [3].

Кроме перечисленных элементов технологий устойчивого земледелия особое значение имеют:

1. Выращивание местных сортов растений — это метод, который позволяет увеличить устойчивость культур к климатическим условиям и болезням. Местные сорта растений адаптированы к местным условиям и могут выдерживать экстремальные температуры, засухи и другие климатические условия.
2. Выращивание многолетних культур Выращивание многолетних культур позволяет увеличить производительность посевных площадей и уменьшить необходимость в использовании химических удобрений и пестицидов. Многие многолетние культуры снижают эрозию почвы и увеличивает ее плодородие.

На государственном уровне важность перехода к устойчивому сельскому хозяйству была декларируема странами Европы, обладающими староосвоенными землями. Активно внедряемые в данном регионе в ходе «зеленой революции» технологии, чрезмерная эксплуатация земельных ресурсов способствовали деградации почв [4].

Согласно данным исследования А. Jones и др. [5]: «105 млн га (16% от общей площади земель Западной Европы) пострадали от водной эрозии в 1990-х годах и 42 млн га пострадали от ветровой эрозии (6,4% земель); порядка 45% почвенных ресурсов в Западной Европе имеют низкое или очень низкое содержание почвенного органического вещества».

Ранее действовавшая система субсидирования была ориентирована на стимулирование увеличения объемов сельскохозяйственного производства. Однако сегодня Европейский Союз осознает существующие проблемы и проводит сельскохозяйственную политику, ориентированную на устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий. Текущая система стремится решить экологические и социальные вызовы, а не просто увеличить производство. В рамках этой политики внедряются различные стимулирующие меры и ограничения на использование сельхозземель [6].

Данная статья является первой из цикла работ, целью которого является оценка влияния изменений в структуре посевных площадей и системе землепользования на устойчивость земледелия основных стран производителей продукции растениеводства. Текущая статья в рамках данного цикла работ будет посвящена Франции — крупнейшему производителю сельскохозяйственной продукции в Европейском союзе.

Материалы и методы исследования.

В данной работе были использованы следующие методы: монографический метод; методы анализа, систематизации, сравнения и обобщения. Поиск источников данных проводился в научных электронных библиотеках и поисковых системах, включая eLIBRARY.RU, Science Direct, Scopus и портал ResearchGate. Также при проведении исследования использовалась База данных FAOSTAT Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций.

Результаты исследования. Данные о структуре сельскохозяйственных угодий Франции

представлены в таблице 1. По уровню сельскохозяйственного производства Франция занимает первое место среди стран Европейского Союза, опережая Германию. В сельском хозяйстве страны занято порядка 3% трудоспособного населения, вклад в ВВП составляет около 2%. Тем не менее, Франция является ведущей страной в Европейском Союзе по производству сельскохозяйственной продукции — более 20% общей стоимости сельскохозяйственной продукции ЕС приходится на Францию. Страна является крупнейшим производителем вин, масличных культур и зерна — более 33% всего производства в ЕС. Франция также занимает одно из ведущих мест в мировом экспорте сельскохозяйственной продукции.

Порядка 13% общего экспорта Франции связано с сельским хозяйством, пищевой и перерабатывающей промышленностью. Это подтверждает значительную роль сельского хозяйства в экономике страны и ее важность как производителя и экспортера сельскохозяйственных товаров.

Площадь сельскохозяйственных угодий страны на 2020 г. составляла 28553,8 тыс. га, что составляет порядка 52% от общей территории страны.

Ярко выраженной тенденции к сокращению площади сельхозугодий не наблюдается.

Внутри страны существует разделение по специализации производства в зависимости от природно-климатических и экономических условий.

На пахотные земли приходится порядка 63% сельхозугодий (17956,6 тыс. га), из них более 50% — 14295,3 тыс. га составляют однолетние культуры. Самые распространенные выращиваемые культуры — зерновые, в первую очередь твердые сорта пшеницы и ячмень (рисунок 1). Меньшая доля приходится на кукурузу, рожь и овес.

Среди масличных культур преобладают рапс, подсолнечник. Также Франция является мировым лидером по производству льняного масла. Несмотря на рост производства в ЕС биотоплива, уборочная площадь рапса во Франции в период 2011–2021 гг. сократилась на 37%.

В период 2011–2020 г. существенно сократилась доля лугов и пастбищ — на 8,7%, что связано сокращением поголовья молочного скота в соответствии с директивами ЕС.

Многолетние культуры представлены виноградниками и фруктовыми садами.

Франция является страной первопроходцем в области производства органической продукции, что позволило в перспективе сохранить лидирующие позиции в данной сфере [7]. За период 2011–2020 гг. доля земель сельскохозяйственного назначения под органическим земледелием выросла на 159,0% и составила 9,7% в общей структуре сельхозземель. Площадь сертифицированных органических земель выросла на 177,7%, что в общей структуре сельскохозяйственных земель составляет 7,5%. Также в стране применяются ряд других методов, повышающих устойчивость земледелия.

В 2019 году, согласно данным FAOSTAT, 7,1% земельных угодий Франции было занято травами и другими культурами, которые используются для создания зон для обитания диких животных и насекомых, и 1,2% земельных угодий было занято культурами, выращиваемыми на участках со сложным рельефом с использованием методов террасирования.



Таблица 1. Структура сельскохозяйственных угодий Франции¹, тыс. га
Table 1. Structure of agricultural lands of Francia¹, thousand hectares

Показатель	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020 к 2011 в %	Доля в общей структуре на 2020 г., %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Площадь с.-х. угодий	28878,6 ²	28844,8 ²	28773,7 ²	28766,5 ²	28726,9 ²	28718,0 ²	28697,5 ²	28660,1 ²	28621,2 ²	28553,8 ²	-1,2	100,0
Из них:												
Пахотные угодья	19281,6 ²	19285,5 ²	19302,2 ²	19328,3 ²	19465,0 ²	19348,0 ²	19463,8 ³	19132,2 ³	19075,4 ³	18970,5 ³	-1,6	66,4
Пахотные земли	18274,4 ²	18281,7 ²	18305,7 ²	18333,1 ²	18478,7 ²	18355,9 ²	18464,4 ³	18126,4 ³	18065,0 ³	17956,6 ³	-1,7	62,9
Временные пары	547,3 ²	498,9 ²	486,6 ²	466,4 ²	461,1 ²	468,9 ²	485,0 ²	485,5 ²	468,0 ²	503,8 ²	-7,9	1,8
Однолетние культуры	14272,3 ²	14348,3 ²	14447,6 ²	14552,7 ²	14840,5 ²	14650,4 ²	14642,3 ³	14555,3 ³	14460,1 ³	14295,3 ³	+0,2	50,1
Многолетние культуры	1007,2 ²	1003,8 ²	996,5 ²	995,2 ²	986,3 ²	992,1 ²	999,4 ²	1005,8 ²	1010,4 ²	1014,0 ²	+0,7	3,6
Временные луга и пастбища	3454,8 ²	3434,5 ²	3371,5 ²	3314,0 ²	3177,1 ²	3236,6 ²	3337,1 ²	3085,6 ²	3137,0 ²	3157,5 ²	-8,6	11,1
Постоянные луга и пастбища	9597,0 ²	9559,3 ²	9471,5 ²	9438,2 ²	9261,9 ²	9370,0 ²	9233,7 ²	9527,9 ²	9545,8 ²	9583,2 ²	-0,1	34,5
Земли, оборудованные для орошения	2755,0 ³	2783,0 ³	2811,0 ²	2771,0 ³	2731,0 ³	2690,7 ²	2690,7 ³	2690,7 ³	2690,7 ³	2690,7 ³	-2,3	10,4
Фактически орошаемая с.-х. площадь	—	—	1423,6 ²	—	—	—	—	—	—	—	—	—
С.-х. площадь под органическим земледелием	971,8 ²	1029,5 ²	1061,0 ²	1119,0 ²	1323,0 ²	1537,0 ²	1744,4 ²	2035,0 ²	2241,0 ²	2517,0 ²	+159,0	9,7
Сертифицированное органическое сельское хозяйство	696,5 ²	852,8 ²	931,0 ²	970,0 ²	1014,0 ²	1054,0 ²	1233,8 ²	1502,6 ²	1675,8 ²	1934,0 ²	+177,7	7,5
Пашни под органическим земледелием	—	—	672,0 ²	708,0 ²	817,0 ²	935,0 ²	1065,4 ²	1306,5 ²	1422,6 ²	1638,0 ²	+143,8 ⁴	6,3
Пашни сертифицированные как органические	—	—	577,0 ²	602,0 ²	613,0 ²	627,7 ²	729,2 ²	911,4 ²	1016,4 ²	1191,0 ²	+106,4 ⁴	4,6
Постоянные луга и пастбища под органическим земледелием	—	—	389,0 ²	411,0 ²	506,0 ²	602,0 ²	679,0 ²	728,5 ²	818,4 ²	879,0 ²	+126,0 ⁴	3,4
Постоянные луга и пастбища, сертифицированные как органические	—	—	354,0 ²	368,0 ²	401,0 ²	426,3 ²	504,6 ²	591,2 ²	659,3 ²	743,0 ²	+109,9 ⁴	2,9
Посевная площадь под традиционной обработкой	—	—	8991,0 ²	8991,0 ²	8991,0 ²	8991,0 ²	—	—	—	—	—	—
Пашни под консервирующей обработкой	—	—	4620,0 ²	4620,0 ²	4620,0 ²	4620,0 ²	—	—	—	—	—	—
Пашни с нулевой или минимальной обработкой	—	—	529,0 ²	529,0 ²	529,0 ²	529,0 ²	—	—	—	—	—	—

¹ — Таблица составлена на основе Базы данных FAOSTAT;

² — Официальные данные;

³ — Вмешное значение;

⁴ — 2020 к 2013 в %.

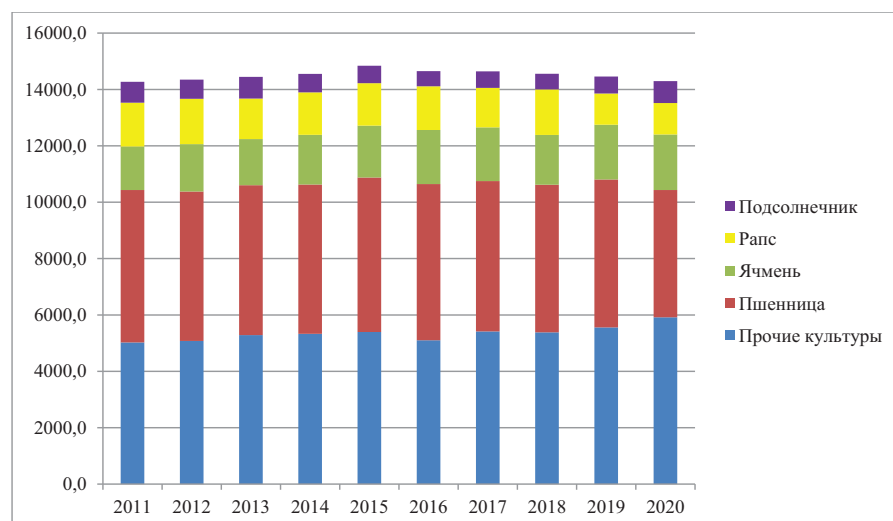


Рисунок 1. Убранный площадь основных однолетних культур во Франции, тыс. га
Figure 1. Harvested area of the main annual crops in France, thousand hectares

Далее будут представлены результаты регрессионного анализа зависимости валовых сборов урожая основных сельскохозяйственных культур (Y) от их урожайности (X₁) и посевных площадей (X₂). Для анализа использовались данные FAOSTAT в период 2011-2021 гг.

Уравнение множественной регрессии для пшеницы:

$$Y = -36202,1926 + 544,9159X_1 + 6,6305X_2 \quad (1)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	Y	X ₁	X ₂
Y	1	0,8992	0,4021
X ₁	0,8992	1	-0,03869
X ₂	0,4021	-0,03869	1

Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Модель множественной



регрессии является значимой и имеет хорошую предиктивную способность для прогнозирования валовых сборов пшеницы во Франции на основе урожайности и занимаемой площади (коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$; скорректированный коэффициент детерминации $\bar{R}^2 = 1$, $F > F_{кр}$).

Установлено, что в исследуемой ситуации 99,97% общей вариальности Y объясняется изменением факторов X_i .

Экономическая интерпретация параметров модели: увеличение урожайности пшеницы в стране на 1 ц/га приводит к увеличению валовых сборов в среднем на 544,916 тыс. т; увеличение посевной площади на 1 тыс. га приводит к увеличению валовых сборов на 6,63 тыс. т.

По максимальному стандартизованному коэффициенту регрессии $\beta_1=0,916$ делаем вывод, что наибольшее влияние на результат Y оказывает фактор X_1 , $\beta_2=0,438$.

Уравнение множественной регрессии для ячменя:

$$Y = -11188,3239 + 186,0577X_1 + 5,9985X_2 \quad (2)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R :

-	Y	X_1	X_2
Y	1	0,794	0,532
X_1	0,794	1	-0,090
X_2	0,532	-0,090	1

Модель множественной регрессии является значимой и имеет хорошую предиктивную способность для прогнозирования валовых сборов ячменя во Франции на основе урожайности и занимаемой площади (коэффициент детерминации $R^2 = 0,9973$; скорректированный коэффициент детерминации $\bar{R}^2 = 0,997$; $F > F_{кр}$).

Установлено, что в исследуемой ситуации 99,73% общей вариальности Y объясняется изменением факторов X_i .

Экономическая интерпретация параметров модели: увеличение урожайности ячменя на 1 ц/га приводит к увеличению валовых сборов в среднем на 186,058 тыс. т; увеличение посевной площади на 1 тыс. га приводит к увеличению валовых сборов на 5,999 тыс. т.

По максимальному стандартизованному коэффициенту $\beta_1=0,849$ делаем вывод, что наибольшее влияние на результат Y оказывает фактор X_1 , $\beta_2=0,609$.

Уравнение множественной регрессии для овса:

$$Y = -430,5392 + 9,0214X_1 + 4,7668X_2 \quad (3)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R :

-	Y	X_1	X_2
Y	1	0,8714	0,3655
X_1	0,8714	1	-0,1322
X_2	0,3655	-0,1322	1

Модель множественной регрессии является значимой и имеет хорошую предиктивную способность для прогнозирования валовых сборов овса во Франции на основе урожайности и занимаемой площади (коэффициент детерминации $R^2 = 0,995$; скорректированный коэффициент детерминации $\bar{R}^2 = 0,993$; $F > F_{кр}$).

Установлено, что в исследуемой ситуации 99,45% общей вариальности Y объясняется изменением факторов X_i .

Экономическая интерпретация параметров модели: увеличение урожайности овса на 1 ц/га приводит к увеличению валовых сборов в среднем на 9,021 тыс. т; увеличение посевной площади на 1 тыс. га приводит к увеличению валовых сборов на 4,767 тыс. т..

По максимальному стандартизованному коэффициенту $\beta_1=0,936$ делаем вывод, что наибольшее влияние на результат Y оказывает фактор X_1 , $\beta_2=0,489$.

Уравнение множественной регрессии для подсолнечника:

$$Y = -1476,3807 + 66,32X_1 + 2,2244X_2 \quad (4)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R :

-	Y	X_1	X_2
Y	1	0,6815	0,7082
X_1	0,6815	1	-0,0291
X_2	0,7082	-0,0291	1

Модель множественной регрессии является значимой и имеет хорошую предиктивную способность для прогнозирования валовых сборов подсолнечника во Франции на основе урожайности и занимаемой площади (коэффициент детерминации $R^2 = 0,995$; скорректированный коэффициент детерминации $\bar{R}^2 = 0,994$; $F > F_{кр}$).

Установлено, что в исследуемой ситуации 99,5% общей вариальности Y объясняется изменением факторов X_i .

Экономическая интерпретация параметров модели: увеличение X_1 на 1 ц/га приводит к увеличению валовых сборов в среднем на 66,32 тыс. т; увеличение посевной площади на 1 тыс. га приводит к увеличению валовых сборов в среднем на 2,224 тыс. т.

По максимальному стандартизованному коэффициенту $\beta_2=0,729$ делаем вывод, что наиболее значимым предиктором в модели является урожайность, $\beta_1=0,701$.

Уравнение множественной регрессии для рапса:

$$Y = -4585,9025 + 141,6358X_1 + 3,2443X_2 \quad (5)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R :

-	Y	X_1	X_2
Y	1	0,5958	0,8992
X_1	0,5958	1	0,1869
X_2	0,8992	0,1869	1

Параметры модели статистически значимы (коэффициент детерминации $R^2 = 0,998$; скорректированный коэффициент детерминации $\bar{R}^2 = 0,998$; $F > F_{кр}$).

Установлено, что в исследуемой ситуации 99,8% общей вариальности Y объясняется изменением факторов X_i .

Экономическая интерпретация параметров модели: увеличение урожайности рапса на 1 ц/га приводит к увеличению валовых сборов в среднем на 141,636 тыс. т; увеличение посевной площади на 1 тыс. га — на 3,244 тыс. т.

По максимальному стандартизованному коэффициенту $\beta_2=0,816$ делаем вывод, что

наибольшее влияние на результат Y оказывает фактор X_2 , $\beta_1=0,443$.

Как видно из результатов регрессионного анализа для представленных зерновых культур урожайность является наиболее значимым показателем в формировании валовых сборов продукции.

Это согласуется с результатами ранее проведенных исследований. В статье «The Structure of Wheat Yield in France: Evolution and Determinants» [8] авторы исследовали влияние различных факторов на валовые сборы пшеницы во Франции. Исследование показало, что урожайность является наиболее значимым фактором. Исследование «The Determinants of Barley Yield in France: The Role of Climatic Variability and Technological Progress» [9], проведенное в 2015 году, показало, что урожайность является наиболее важным фактором, влияющим на валовые сборы ячменя во Франции. Кроме того, установлено, что ключевыми факторами, оказывающими влияние на урожайность ячменя являются климатические условия и внедрение инноваций. В исследовании «Determinants of Oat Yield in France: The Role of Technological Progress and Climatic Variability» [10] авторы также обнаружили, что урожайность овса является наиболее значимым фактором, влияющим на валовые сборы зерна данной культуры во Франции.

Важным фактором, влияющим на урожайность данных культур, является климатические условия. Например, в статье «Climate Change and the Productivity of French Agriculture: A Panel Study of Wheat, Barley, and Maize» [11] авторы исследовали влияние изменения климата на валовые сборы пшеницы, ячменя и кукурузы во Франции. Исследование показало, что изменение климата может существенно снизить урожайность кукурузы и ячменя, в то время как пшеница менее чувствительна к изменению климата.

Как упоминалось ранее, одним из ключевых факторов повышения продуктивности культур во Франции является внедрение современных технологий. В статье «Technological Progress and the Productivity of French Agriculture: The Role of Public Investment» [12] авторы исследовали влияние технологического прогресса на производительность сельского хозяйства во Франции. Исследование показало, что внедрение новых технологий, таких как современные сорта семян, улучшенные системы орошения и удобрения, может значительно повысить урожайность.

Для рапса и подсолнечника площадь посевов является более значимым фактором. В статье «Determinants of rapeseed productivity in France: The role of technological progress and climatic variability» [13] авторы исследовали факторы, влияющие на валовые сборы рапса во Франции. Исследование показало, что площадь посевов является наиболее значимым фактором, влияющим на производительность рапса, по сравнению с урожайностью. Это объясняется тем, что площадь посевов более стабильный и предсказуемый фактор, чем урожайность, которая имеет в стране высокую волатильность под действием погодно-климатических условий. Подобные результаты были получены и в других исследованиях. Например, в статье «Determinants of sunflower yield in France: The role of technological progress and climatic variability» [14] авторы также обнаружили данную зависимость для подсолнечника.





Закключение. Таким образом, с точки зрения концепции устойчивого земледелия во Франции существуют положительные тренды в изменении структуры посевных площадей страны. Происходит сокращение доли традиционных для страны культур, таких как пшеница, ячмень и др., для возделывания которых применяются высокоинтенсивные технологии. Увеличивается доля подсолнечника, льна, сои, многолетних культур. Это влечет за собой сокращение объемов применяемых агрохимикатов и пестицидов, водных ресурсов, применяемых для орошения. Также это способствует сохранению биоразнообразия агроэкосистем и плодородия почв. Кроме того, в стране активно развивается органическое земледелие, а государство инвестирует финансовые средства в исследования по повышению эффективности и устойчивости земледелия.

Результаты исследования могут быть использованы для подготовки рекомендаций по совершенствованию аграрной политики Российской Федерации в целях устойчивого развития сельского хозяйства, разработки мер поддержки государственной аграрной политики России по повышению устойчивости сельского хозяйства в рамках глобальных целей развития.

Список источников

1. Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швец Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. М.: Колос, 1994. 127 с.
2. Рахимов А., Акрамов А. Анализ состава и структуры посевных площадей, и урожайность сельскохозяйственных культур территории бассейна реки Вахш // Kishovar. 2019. № 2. С. 142-147.
3. Рубанов И.Н. Типы устойчивого развития и химизация сельского хозяйства в зарубежных странах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. М.: МГУ, 2004. 164 с.
4. Европейская комиссия по сельскому хозяйству. Борьба с деградацией земель для обеспечения продовольственной безопасности и сохранения услуг, предоставляемых почвенными экосистемами, в Европе и Центральной Азии — Международный год почв, 2015. URL: <http://www.fao.org/3/mo297r/mo297r.pdf>
5. Jones A. et. al. (2011). The state of soil in Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union, pp. 71.
6. Takacs G.K., Takacs I. (2012.). Changes in cereal land use and production level in the European Union during the period 1999-2009, focusing on New Member States. *Studies in agr. Economics. Research inst. for agr. economics.* Budapest. Vol. 114. № 1. pp. 24-30.
7. Organic farming in France: The Second Great Transformation. URL: https://www.researchgate.net/publication/330946980_Organic_farming_in_France_The_Second_Great_Transformation.
8. Latruffe L., & Desjeux Y. (2014). The structure of wheat yield in France: Evolution and determinants. *Agricultural Systems.* Vol. 127. pp. 22-32. doi: 10.1016/j.agsy.2014.02.003
9. Latruffe L., Desjeux Y. (2015). The determinants of barley yield in France: The role of climatic variability and technological progress. *Agricultural Systems.* Vol. 133. pp. 94-105. doi: 10.1016/j.agsy.2014.11.009
10. Latruffe L., Piet L., Dupraz P. (2016). Determinants of oat yield in France: The role of technological progress and climatic variability. *Agricultural Systems.* Vol. 145. pp. 30-41. doi: 10.1016/j.agsy.2016.02.004
11. Lesueur M., Maigne E., Reynaud A. (2017). Climate change and the productivity of French agriculture: A panel study of wheat, barley, and maize. *Journal of Environmental Economics and Management.* Vol. 83. pp. 20-46. doi: 10.1016/j.jee.2016.11.003
12. Barbier J.C., Berger T. (2019). Technological progress and the productivity of French agriculture: The role of public investment. *Agricultural Economics.* Vol. 50(1). pp. 97-110. doi: 10.1111/agec.12454
13. Giraud G., Huchet-Bourdon M., Rastoin J.L. (2017). Determinants of rapeseed productivity in France: The role of technological progress and climatic variability. *Agricultural Systems.* Vol. 154. pp. 187-194. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.008>.
14. Bourgeois M., Cariou V., Le Boulc'h A. (2018). Determinants of sunflower yield in France: The role of technological progress and climatic variability. *Journal of Environmental Management.* Vol. 206. pp. 462-469. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.064>.
15. Kashtanov A.N., Liseckij F.N., Shvebs G.I. (1994). *Osnovy landshaftno-ekologicheskogo zemledeliya* [Fundamentals of landscape and ecological agriculture], Moscow, Kolos, p. 127.
16. Rahimov A., Akramov A. (2019). *Analiz sostava i struktury posevnykh ploshchadej, i urozhajnost' sel'skoxozyajstvennykh kul'tur territorii bassejna reki Vahsh* [Analysis of the composition and structure of sown areas, and crop yields the territory of the Vakhsh River basin]. *Kishovar*, no. 2, pp. 142-147.
17. Rubanov I.N. (2004). *Types of sustainable development and chemicalization of agriculture in foreign countries (PhD Thesis)*, Moscow: MSU.
18. European Commission on Agriculture. (2015). *Bor'ba s degradaciej zemel' dlya obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti i sohraneniya uslug, predostavlyаемых pochvennymi ekosistemami, v Evrope i Central'noj Azii* [Combating land degradation to ensure food security and preserve services provided by soil ecosystems in Europe and Central Asia]. URL: <http://www.fao.org/3/mo297r/mo297r.pdf>
19. Jones A. et. al. (2011). The state of soil in Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union, pp. 71.
20. Takacs G.K., Takacs I. (2012.). Changes in cereal land use and production level in the European Union during the period 1999-2009, focusing on New Member States. *Studies in agr. Economics. Research inst. for agr. economics.* Budapest. Vol. 114. no. 1. pp. 24-30.
21. Organic farming in France: The Second Great Transformation. URL: https://www.researchgate.net/publication/330946980_Organic_farming_in_France_The_Second_Great_Transformation.
22. Latruffe L., & Desjeux Y. (2014). The structure of wheat yield in France: Evolution and determinants. *Agricultural Systems.* Vol. 127. pp. 22-32. doi: 10.1016/j.agsy.2014.02.003
23. Latruffe L., Desjeux Y. (2015). The determinants of barley yield in France: The role of climatic variability and technological progress. *Agricultural Systems.* Vol. 133. pp. 94-105. doi: 10.1016/j.agsy.2014.11.009
24. Latruffe L., Piet L., Dupraz P. (2016). Determinants of oat yield in France: The role of technological progress and climatic variability. *Agricultural Systems.* Vol. 145. pp. 30-41. doi: 10.1016/j.agsy.2016.02.004
25. Lesueur M., Maigne E., Reynaud A. (2017). Climate change and the productivity of French agriculture: A panel study of wheat, barley, and maize. *Journal of Environmental Economics and Management.* Vol. 83. pp. 20-46. doi: 10.1016/j.jee.2016.11.003
26. Barbier J.C., Berger T. (2019). Technological progress and the productivity of French agriculture: The role of public investment. *Agricultural Economics.* Vol. 50(1). pp. 97-110. doi: 10.1111/agec.12454
27. Giraud G., Huchet-Bourdon M., Rastoin J.L. (2017). Determinants of rapeseed productivity in France: The role of technological progress and climatic variability. *Agricultural Systems.* Vol. 154. pp. 187-194. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.008>.
28. Bourgeois M., Cariou V., Le Boulc'h A. (2018). Determinants of sunflower yield in France: The role of technological progress and climatic variability. *Journal of Environmental Management.* Vol. 206. pp. 462-469. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.064>.

References

Информация об авторах:

- Папаскири Тимур Валикович**, доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru
- Митрофанов Сергей Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Институт аграрных исследований НИУ ВШЭ ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0657-7148>, smitrofanov@hse.ru
- Ананичева Екатерина Павловна**, кандидат экономических наук, доцент, директор центра землеустроительной экспертизы, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6638-4604>
- Пивень Елена Анатольевна**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены, Медицинский институт Российского университета дружбы народов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4688-0926>, piven-ea@rudn.ru
- Шевчук Артем Александрович**, директора центра цифровой трансформации, Государственный университет по землеустройству, shevtart@zemlguz.ru

Information about the authors:

- Timur V. Papaskiri**, doctor of economic sciences, candidate of agricultural sciences, associate professor, acting rector, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru
- Sergey V. Mitrofanov**, candidate of agricultural sciences, researcher, Institute of Agricultural Research of the Higher School of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0657-7148>, smitrofanov@hse.ru
- Ekaterina P. Ananicheva**, director of the center for land management expertise, candidate of economic sciences, associate professor, State University of Land Use Planning, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6638-4604>
- Elena A. Piven**, candidate of medical sciences, associate professor, associate professor of the department of public health, Health and Hygiene of the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4688-0926>, piven-ea@rudn.ru
- Artem A. Shevchuk**, director of the center for digital transformation, State University of Land Use Planning, shevtart@zemlguz.ru



МОНИТОРИНГ ПЛОДРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.П. Евтушкова, А.И. Солошенко

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия,

Аннотация. Исследование выполнено в целях определения актуальных проблем связанных с изменением состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения Тюменской области. Целью исследования является разработка оптимальных региональных схем землепользования на основе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Предмет исследования — методика оптимальных региональных схем землепользования на основе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Площадь юга Тюменской области (без учета автономных округов) — 160 122 км². Согласно данным агрохимслужб, за последние 7 лет (2015-2021 гг.) на территории Тюменской области 653,1 тыс. га (61,3% площади исследования) пахотные угодья имеют кислую реакцию среды. Немаловажным показателем при обследовании пахотных массивов является содержание в них гумуса. Низкое содержание гумуса наблюдается в пашнях всех районов области. За исследуемый период, общая площадь составляет 267,9 тыс. га или 25,1% площади обследуемой территории. Наибольшая доля низкого содержания гумуса в пахотном слое зафиксирована в Упоровском районе, 96,7%, при этом, площадь обследования составляет 4,4 тыс.га. Минимальные доли низкого содержания гумуса в пашне наблюдались в Исетском (6,4%), Заводоуковском (6,4%), Казанском (9,4%) и Армизонском (9,8%) районах области. На низкое содержание обменного калия в пашне приходится 19,3 тыс. га обследованной пашни по области, что составляет 1,8%. За исследуемый период (2015-2021 гг.), низкое содержание обменного калия наблюдалось во всех муниципальных районах области, за исключением Казанского района. В целом состояние земельных ресурсов можно оценить как удовлетворительное. Однако для предотвращения его негативных изменений и повышения качества земель необходимо проводить комплекс специальных мероприятий по стабилизации и восстановлению земельных угодий и улучшению общей экологической обстановки.

Ключевые слова: мониторинг земель, земли сельскохозяйственного назначения, минеральные удобрения, гумус, азот, фосфор, калий

Original article

MONITORING OF FERTILITY OF ARABLE SOILS OF THE TYUMEN REGION

E.P. Evtushkova, A.I. Soloshenko

Northern Trans-Ural State Agrarian University, Tyumen, Russia

Abstract. The study has been carried out to identify topical problems associated with changes in the state of agricultural land fertility in the Tyumen region. The aim of the research is to develop optimal regional land use schemes on the basis of agricultural land monitoring. The object of the research is the territory of the Tyumen region. The subject of the study is the methodology of optimal regional land use schemes based on agricultural land monitoring. The area of the south of the Tyumen region (excluding autonomous districts) is 160 122 km². According to agrochemical services, over the last 7 years (2015-2021) 653.1 thousand ha (61.3% of the study area) of arable land in the Tyumen region have an acidic reaction of the environment. An important indicator in the survey of arable land is its humus content. Low content of humus is observed in arable lands of all districts of the region. For investigated period total area is 267,9 thousand ha or 25,1% of investigated territory. The highest share of low humus content in arable layer was recorded in Uporovsky district, 96.7%, with the surveyed area of 4.4 thousand ha. The minimum shares of low humus content in arable lands were observed in Isetsy (6.4%), Zavodoukovsky (6.4%), Kazansky (9.4%) and Armizonsky (9.8%) districts of the region. Low content of exchangeable potassium in arable land accounts for 19.3 thousand ha of surveyed arable land in the region, which is 1.8%. During the study period (2015-2021), low content of exchangeable potassium was observed in all municipal districts of the region, except for Kazanskiy district. In general, the state of land resources can be assessed as satisfactory. However, in order to prevent its negative changes and to improve the quality of land it is necessary to carry out a set of special measures to stabilize and rehabilitate the land and to improve the overall environmental situation.

Keywords: land monitoring, agricultural land, mineral fertilizers, humus, nitrogen, phosphorus, potassium

Введение. Регулирование плодородия земель сельскохозяйственного назначения осуществляется в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 28.04.2023), федеральным законом Российской Федерации «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ и Приказа Минсельхоза России от 24.12.2015 N 664 (ред. от 02.03.2023) «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2016 N 41470) [9-13].

В программе мониторинга земель центральное место занимает обеспечение плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Плодородие земель сельскохозяйственного назначения — способность почвы удовлетворять потребность сельскохозяйственных культурных растений в питательных веществах, воздухе, воде, тепле, биологической и физико-химической среде и обеспечивать урожай сельскохозяйственных культурных растений.

Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения обеспечивает принятие стратегических решений по управлению земельными

ресурсами. Это позволит своевременно принимать решения по планированию и вводу неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот для обеспечения устойчивого развития АПК. Обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления и граждан информацией о состоянии окружающей среды в части состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения [9-15].

Цель исследований — разработка оптимальных региональных схем землепользования на основе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Методика исследований.

Исследование по изучению мониторинга агрохимических показателей плодородия пахотных почв проводили с 2015-2021 гг. на территории Тюменской области.

Объект исследования — территория Тюменской области.

Предмет исследования — методика оптимальных региональных схем землепользования на основе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Государственный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения является составной частью государственного мониторинга зе-

мель и представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии и об использовании земель сельскохозяйственного назначения [9-13].

Первоочередные задачи по сохранению и улучшению сельскохозяйственных угодий является рациональное использование биоклиматического потенциала, получение стабильных урожаев, систематическое воспроизводство природного плодородия почв, улучшение баланса питательных веществ в почвах без отрицательного воздействия на все компоненты агроландшафта [1-8].

Государственный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения представляет систему оперативных, периодических и базовых наблюдений за изменением качественного и количественного состояния земель. Осуществляется министерством сельского хозяйства РФ (рис. 1). [9-11].

Результаты мониторинга земель позволяют разработать оптимальную региональную схему землепользования и разработать предложения по уменьшению негативного воздействия на земли сельскохозяйственного назначения.

Результаты исследований. Исследование выполнено в целях определения агрохимических показателей влияющих на плодородие земель.

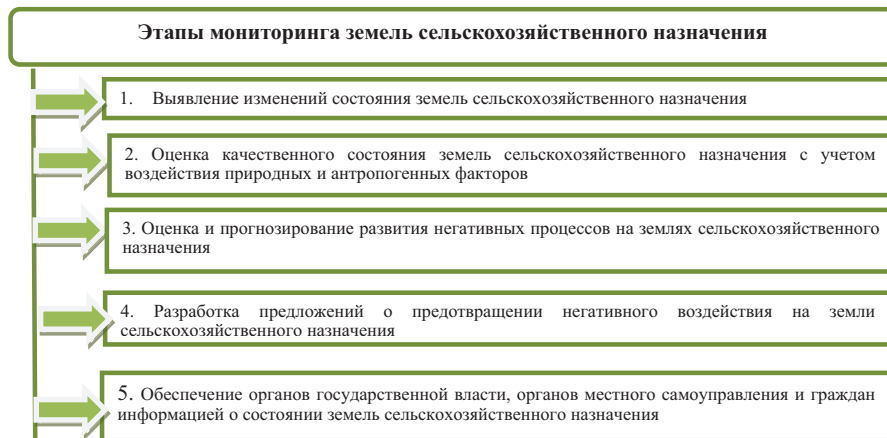


Рисунок 1. Этапы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения

Figure 1. Stages of monitoring agricultural land

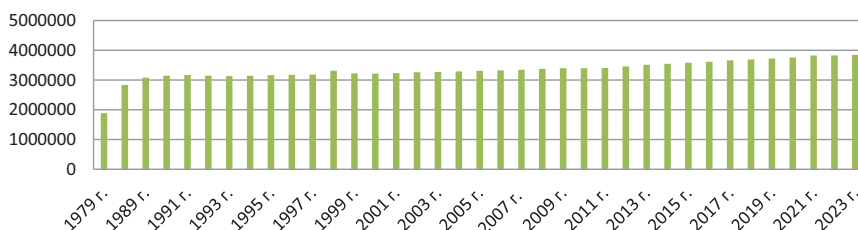


Рисунок 2. Динамика численности постоянного населения Тюменской области за период 1979–2023 гг., тыс. человек

Figure 2. Dynamics of the permanent population of the Tyumen region for the period 1979–2023, thousand people

Источник: составлено автором по данным Росстата [8]

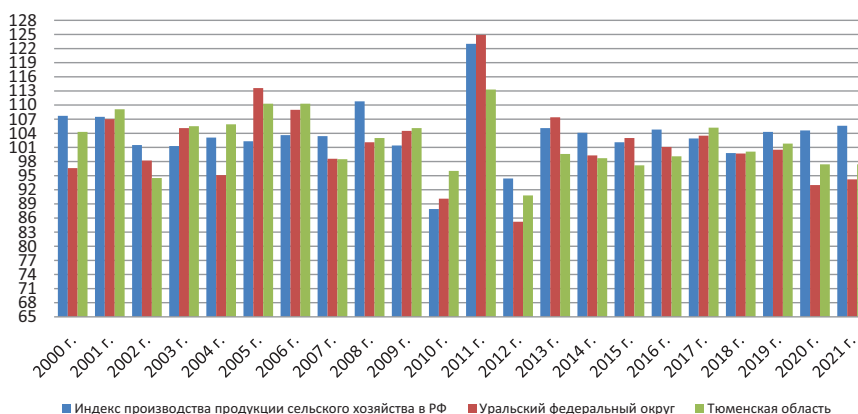


Рисунок 3. Индексы производства продукции сельского хозяйства (в хозяйствах всех категорий; в сопоставимых ценах; в процентах к предыдущему году)

Figure 3. Indices of agricultural production (in farms of all categories; in comparable prices; as a percentage of the previous year)

Источник: составлено автором по данным Росстата [8]

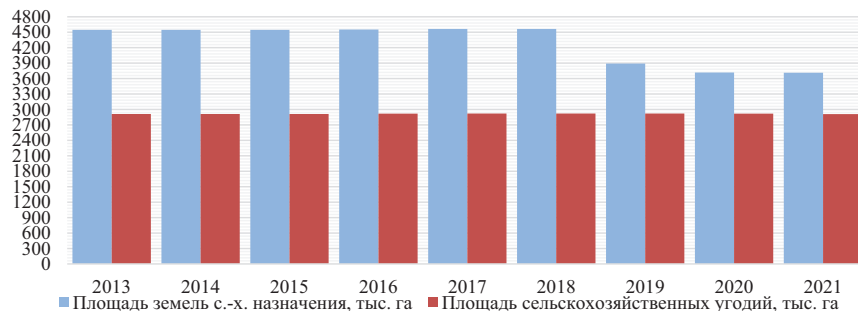


Рисунок 4. Динамика площади земель сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий Тюменской области, тыс. га

Figure 4. Dynamics of the area of agricultural land and agricultural land in the Tyumen region, thousand ha

Источник: составлено автором по данным Росстата [8]

Тюменская область — субъект Российской Федерации, входит в состав Уральского федерального округа. В состав Тюменской области входят 2 автономных округа: Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий (в свою очередь являются равноправными субъектами РФ), 5 городов и 22 муниципальных района. Границы Тюменской области простираются от Северного ледовитого океана, до границ России с республикой Казахстан. Общая площадь субъекта (с учетом автономных округов) составляет 1 464 173 км². Площадь юга Тюменской области (без учета автономных округов) — 160 122 км² [9–13].

Согласно природно-сельскохозяйственного районирования, а также почвенно-климатическому анализу, юг Тюменской области является наиболее благоприятным для ведения сельского хозяйства. Основным средством производства области, является молоко, зерновые и зернобобовые культуры.

Численность населения с 1979 по 2023 год увеличилась на 1 961 468 чел., городское население составляет 80,39%, это говорит о том, что демографическая ситуация характеризуется положительной динамикой демографических показателей естественного и миграционного приростов, при этом идет отток сельского населения в города (рис.2).

Общая площадь территории составляет 1 464 173 км², плотность населения составляет 2,63 чел./км² [9–13].

Уральский федеральный округ занимает лидирующие позиции по объему производства продукции сельского хозяйства среди субъектов РФ. В период с 2000 по 2021 гг. объем производства продукции сельского хозяйства в РФ уменьшился на 2,1%, в Уральском федеральном округе на 2,4%, в Тюменской области на 6,9%.

Уральский федеральный округ занимает лидирующие позиции по объему производства продукции сельского хозяйства среди субъектов РФ. В период с 2000 по 2021 год объем производства продукции сельского хозяйства в РФ уменьшился на 2,1%, в Уральском федеральном округе на 2,4%, в Тюменской области и в Свердловской области на 6,9%, в Курганской области 7,8%.

По данным Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Тюменской области, площадь земель сельскохозяйственного назначения на 01.01.2022 год составила 3712,4 тыс. га (23,2% земельного фонда области). На долю пашни приходилось 1565,8 тыс. га (42,2% от площади сельскохозяйственных угодий) (рис. 4).

Согласно данным динамики, площадь земель сельскохозяйственного назначения в области в 2021 году значительно уменьшилась на 4,5 тыс. га. В процессе перераспределения площадь земель населенных пунктов увеличились в основном за счет земель сельскохозяйственных предприятий.

По данным Департамента АПК, общая посевная площадь Тюменской области на 2021 год составляла 1029,28 тыс. га. Наибольшая площадь посевов наблюдалась в Ишимском (107,16 тыс. га), Упоровском (85,94 тыс. га), Голышмановском (85,54 тыс. га), Заводоуковском (81,95 тыс. га), Исетском (79,43 тыс. га) и Казанском (79,27 тыс. га). В последнее время на территории Тюменской области наблюдается сокращение площадей пахотного слоя. Динамика посевной площади региона представлена на рисунке 5.

Согласно, проведенного анализа, за период с 2015 по 2021 год, посевная площадь Тю-



менской области сократилась на 66,32 тыс. га. Основной причиной сокращения пахотных площадей является влияние природно-антропогенный характер деградации земель (ненадлежащее использование земельного участка; водная эрозия; дефляция; переувлажнение и засоление почв; повышение кислотности почв).

Ежегодно на территории Тюменской области осуществляется контроль за состоянием земель сельскохозяйственного назначения.

С целью выявления состояния пахотных угодий на территории Тюменской области, агрохимическими службами «Тюменская» и «Ишимская» проводят ежегодный анализ агрохимического состояния пашни [5-13].

Согласно данным агрохимслужб, за последние 7 лет (2015-2021 гг.) на территории Тюменской области 653,1 тыс. га (61,3% площади исследования) пахотные угодья имеют кислую реакцию среды. При этом, наибольшая доля содержания кислых почв на пашне приходится на следующие районы области: Упоровский (97,4%), Викуловский (83,8%), Аромашевский (79,7%), Исетский (79,2%), Заводоуковский (78,8%), Нижнетавдинский (77,8%), Уватский (75,0%), Юргинский (72,5%) [5-10].

Общая площадь пахотных массивов с низким содержанием кислых почв составляет 98,8 тыс. га (9,2% площади обследованных земель). Нейтральная или близкая к нейтральной среде почвы представлены в Казанском (25,3%), Сладковском (30,0%), Абатском (33,6%), Ялуторовском (41,1%) Тюменском (44,6%), Сорокинском (47,9%) районах.

Немаловажным показателем при обследовании пахотных массивов является содержание в них гумуса. Низкое содержание гумуса наблюдается в пашнях всех районов области. За исследуемый период, общая площадь составляет 267,9 тыс. га или 25,1% площади обследуемой территории (рис. 7).

Наибольшая доля низкого содержания гумуса в пахотном слое зафиксирована в Упоровском районе, 96,7%, при этом, площадь обследования составляет 4,4 тыс. га. Минимальные доли низкого содержания гумуса в пашне наблюдались в Исетском (6,4%), Заводоуковском (6,4%), Казанском (9,4%) и Армизонском (9,8%) районах области.

На низкое содержание обменного калия в пашне приходится 19,3 тыс. га обследованной пашни по области, что составляет 1,8%. За исследуемый период (2015-2021 гг.), низкое содержание обменного калия наблюдалось во всех муниципальных районах области, за исключением Казанского района.

Общая площадь обследованных земель с наибольшими показателями низкого содержания обменного калия в пахотном слое составляет 7,3 тыс. га. Среди районов области наибольшую долю низкого содержания калия имеют: Упоровский (21,5%), Тобольский (18,8%) и Вагайский (8,2%) районы.

Что касается содержания подвижного фосфора, то необходимо отметить, что 436,3 тыс. га пашни бедны фосфором. Наиболее значительные показатели можно отметить в Упоровском (73,3%), Викуловском (66,0%), Сладковском (58,7%), Юргинском (58,5%), Аромашевском (57,0%), Вагайском (56,6%), Сорокинском (52,1%) и Бердюжском (51,7%) районах.

Снижение плодородия происходит и на землях, подверженных эрозийным процессам. Высокая степень потенциальной опасности водной

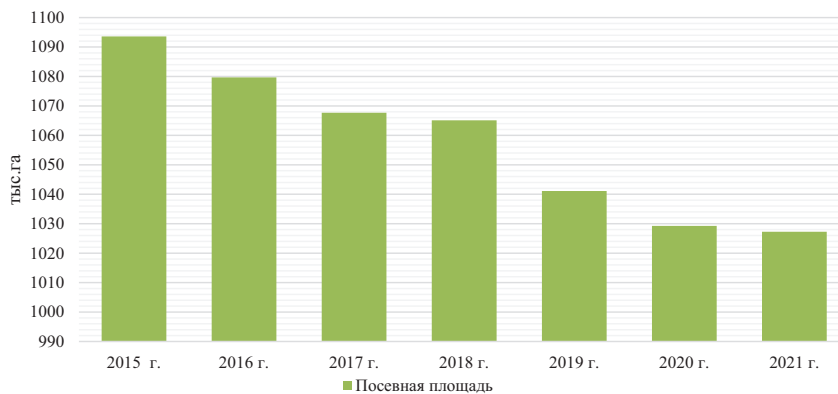


Рисунок 5. Динамика изменения посевной площади Тюменской области
Figure 5. Dynamics of changes in the sown area of the Tyumen region

Источник: составлено автором по данным Росстата [8]

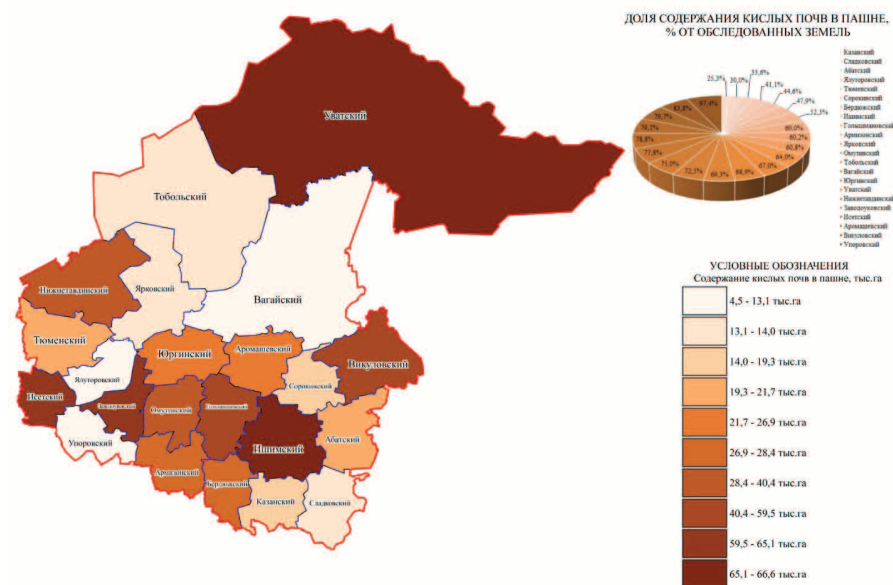


Рисунок 6. Содержание кислых почв в пашне
Figure 6. The content of acidic soils in arable land

Источник: составлено автором по данным [8-10]

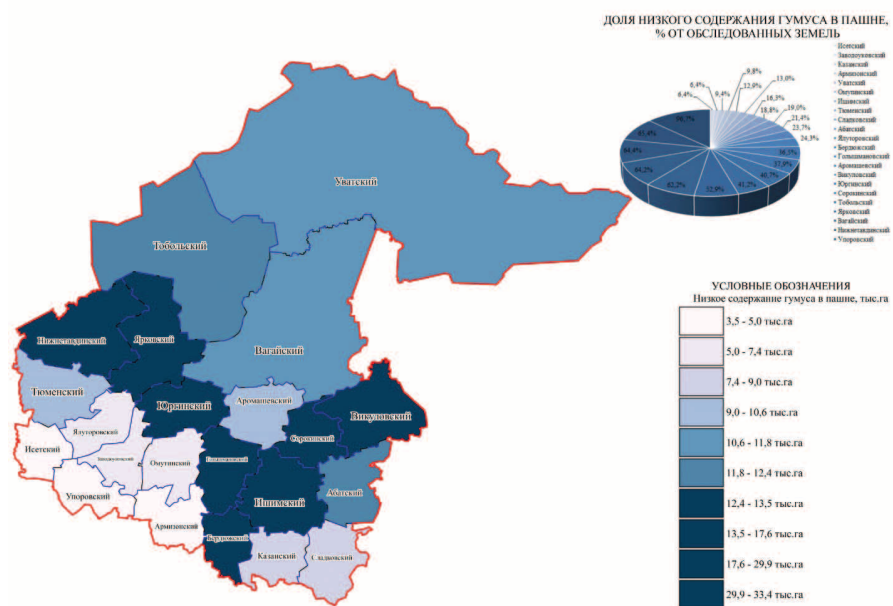


Рисунок 7. Доля низкого содержания гумуса в пашне
Figure 7. Proportion of low humus content in arable land

Источник: составлено автором по данным [8-10]



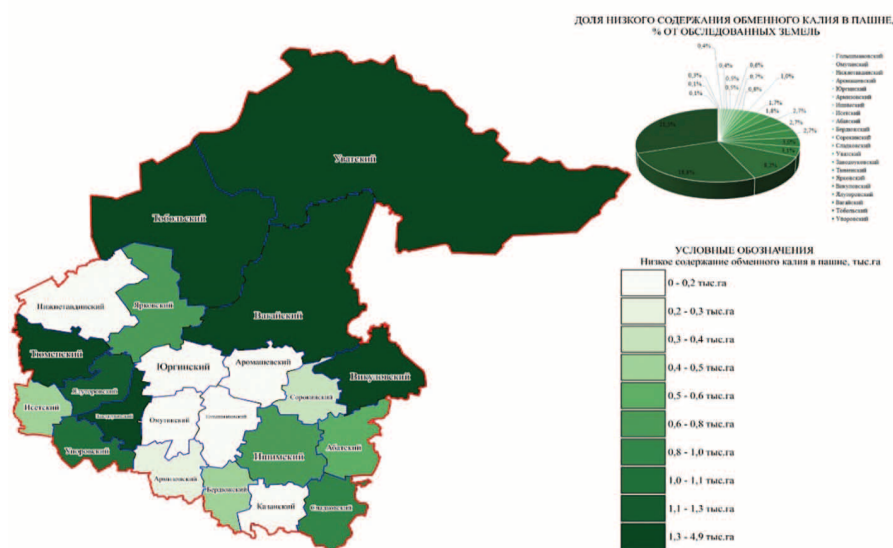


Рисунок 8. Доля низкого содержания обменного калия в пашне
Figure 8. The proportion of low content of exchangeable potassium in arable land
Источник: составлено автором по данным [8-10]

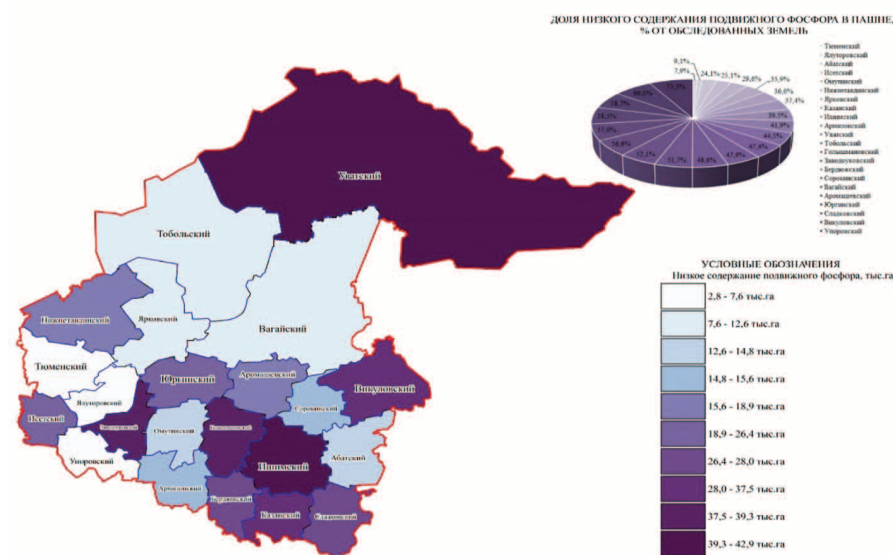


Рисунок 9. Доля низкого содержания подвижного фосфора в пашне
Figure 9. The proportion of low content of mobile phosphorus in arable land
Источник: составлено автором по данным [8-10]

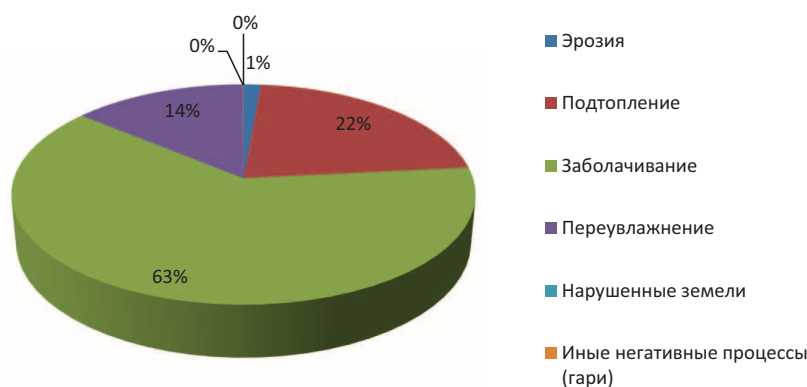


Рисунок 10. Негативные процессы
Figure 10. Negative processes
Источник: составлено автором по данным [8-10]

эрозии отмечена вдоль рек Ишим, Тобол (юго-восточнее г. Ялуторовск), Исеть, Тура, по правобережью р. Иртыш. Вдоль р. Ишим интенсивность эрозионных процессов достигает 30 м/га в год. Такая же степень интенсивности эрозионных процессов наблюдалась на правобережье р. Иртыш, несколько меньше — вдоль рек Тобол, Исеть и Тура. В перечисленных местах смыв почв перерастает в струйную эрозию, что приводит к оврагообразованию.

В целом, согласно информации Управления Росреестра по Тюменской области, на 01.01.2022 г. негативные процессы распространены на площади 2174,2 тыс. га. Заболочивание составляет — 63%, подтопление — 22%.

Для восстановления утрачиваемого плодородия необходимо проведение почвозащитных мероприятий, а также внесение минеральных и органических удобрений. Под урожай 2021 года внесено 125,1 тыс. т минеральных удобрений, что больше уровня 2020 года на 11,6%. Более всего внесено удобрений (кг/га) в Упоровском, Исетском и Юргинском районах, Голышмановском и Заводоуковском городских округах (рис. 10).

Также по заказу Департамента агропромышленного комплекса Тюменской области ФГБУ филиалом «Россельхозцентр» по Тюменской области на основании фитоэкспертизы семян зерновых и зернобобовых культур и фитосанитарного мониторинга посевов сельскохозяйственных культур проводятся защитные мероприятия против вредных объектов, протравливание семян против фитопатогенов, гербицидная обработка против сорняков на посевах сельскохозяйственных культур [5-7, 15-19].

Выводы. В целом состояние земельных ресурсов можно оценить как удовлетворительное. Однако для предотвращения его негативных изменений и повышения качества земель необходимо проводить комплекс специальных мероприятий по стабилизации и восстановлению земельных угодий и улучшению общей экологической обстановки.

Комплекс мероприятий по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения осуществить по следующим основным направлениям:

- разработка и реализация государственных программ Российской Федерации, содержащих мероприятия по воспроизводству плодородия земель сельскохозяйственного назначения, а также соответствующих государственных программ субъектов Российской Федерации;
- осуществление государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, в том числе государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- государственное нормирование плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- разработка планов проведения мероприятий по воспроизводству плодородия земель сельскохозяйственного назначения;
- разработка планов мероприятий по рекультивации земель сельскохозяйственного назначения, загрязненных радионуклидами, тяжелыми металлами и другими вредными веществами;
- финансирование мероприятий по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения [1-6].

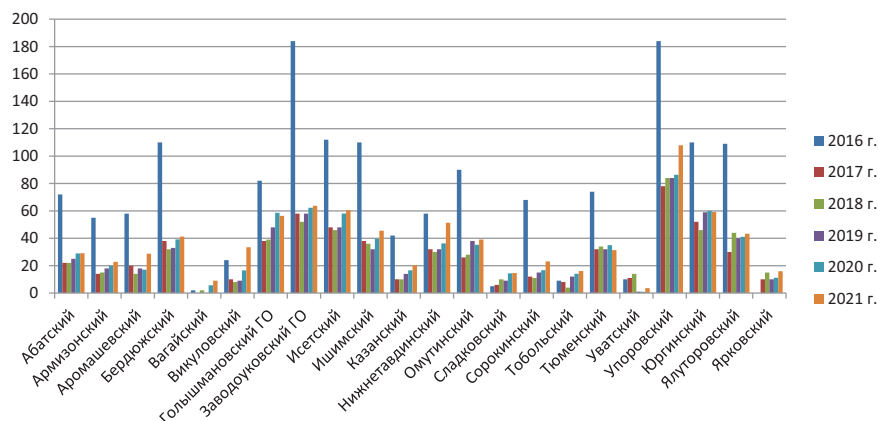


Рисунок 11. Динамика внесения удобрений, кг/га
Figure 11. Dynamics of fertilizer application, kg/ha

Источник: составлено автором по данным [8-10]

Проблема распространения неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения по-прежнему остается одной из основных в сфере агропромышленного комплекса. Поэтому, необходимо разработать дорожную карту по вводу в сельскохозяйственный оборот плодородных, не подверженных негативным процессам и вблизи населенных пунктов земель сельскохозяйственного назначения.

Список источников

- Абрамов Н.В. и др. Основная обработка почвы и формирование азотного режима в системе точного земледелия // Земледелие. 2022. № 3. С. 32-35.
- Евтушкова Е.П. и др. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Тюменской области // International Agricultural Journal. 2022. Т. 65, № 5.
- Евтушкова, Е.П. Особенности рекультивации земель, нарушенных при обустройстве кустов скважин (на материалах Сугмутского месторождения) // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2(179). С. 12-18.
- Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 14.07.2022).
- Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1990. 286 с.
- Котченко С.Г., Воронин А.Я. Динамика плодородия пахотных почв Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 7. С. 41-43.
- Лукин С.В., Четверикова Н.С. Мониторинг плодородия пахотных почв лесостепной зоны Центрально-Черноземного района // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 1. С. 71-73.
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ. URL: <http://mcx.gov.ru>
- Официальный сайт Росстата. Раздел «Региональная статистика». URL: http://rosstat.gov.ru/regional_statistics (дата обращения: 20.03.2023).
- Официальный сайт Тюменской области. URL: <http://admtyumen.ru/> (дата обращения: 20.03.2023).
- Приказ Министерства сельского хозяйства РФ (Минсельхоз России) от 24 декабря 2015 г. «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения»
- Пушкарева А.Е., Евтушкова Е.П. Оценка экологического состояния земель сельскохозяйственного назначения Тюменской области на основе данных мониторинга. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов I Международной студенческой научно-практической конферен-

ции, Тюмень, 17 марта 2016 года. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2016. С. 709-712. EDN WFOYCH.

13. Н.В. Абрамов Ю.А. Акимов Л.Г. Бакшеев и др. Система адаптивно-ландшафтного земледелия в природно-климатических зонах Тюменской области. Тюмень: Тюменский издательский дом, 2019. 472 с.

14. Симакова Т.В. Особенности использования земель сельскохозяйственного назначения муниципальных районов разных природно-климатических зон Тюменской области. Рациональное использование земельных ресурсов в условиях современного развития АПК: Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тюмень, 24 ноября 2021 года. Тюмень, 2021. С. 175-184. EDN BIDUXC.

15. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Р32 Росстат. М., 2022. 122 с.

16. Федеральный закон от 16.07.1998 N 101-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения».

17. Чекарёв П.А. Состояние плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России // Агрохимический вестник. 2015. № 3. С. 8-11.

18. Yield and starch content in potato tubers in different natural and climatic zones / Y.P. Loginova, A.A. Kazak, A.S. Gaizatulin [et al.] // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. 2021. Vol. 22, No. 23-24. P. 15-25.

19. Natural reserves of diatomite are as a component of organomineral fertilizers based on chicken manure / N. Sannikova, O. Shulepova, A. Bocharova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20-21 июня 2021 года. Ussurijsk, 2021. P. 032093. doi: 10.1088/1755-1315/937/3/032093.

References

- Abramov N.V., Semizorov S.A., Oksukbaeva A.M. (2022). *Osnovnaya obrabotka pochvi i formirovanie azotnogo rezhima v sisteme tochnogo zemledeliya* [Basic tillage and the formation of the nitrogen regime in the system of precision farming]. *Zemledelie*, no. 3, pp. 32-35 p.
- Evtushkova E.P., Shakhova O.A., Soloshenko A.I. (2022). *Monitoring zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya Tyumenskoi oblasti* [Monitoring of agricultural land in the Tyumen region]. *International Agricultural Journal*, vol. 65, no. 5.
- Evtushkova E.P. (2022). *Osobennosti rekulivatsii zemel, narushennikh pri obustroistve kустov skvazhin (na materialakh Sugmutsogo mestorozhdeniya)* [Features of reclamation of lands disturbed during the arrangement of well clusters (based on the materials of the Sugmutskoye field)]. *Vestnik KrasGAU*, no. 2(179), pp. 12-18.

4. *Zemelnii kodeks Rossiiskoi Federatsii* ot 25.10.2001 N 136-FZ (red. ot 14.07.2022) [Land Code of the Russian Federation of October 25, 2001 N 136-FZ].

5. Karetin L.N. (1990). *Pochvi Tyumenskoi oblasti* [Soils of the Tyumen region] Novosibirsk: Nauka, 286 p.

6. Kotchenko S.G., Voronin A.Ya. (2016). *Dinamika plodorodiy pakhotnikh pochv Tyumenskoi oblasti. Dostizheniya nauki i tekhniki* [Dynamics of fertility of arable soils in the Tyumen region. Achievements of science and technology-APK], vol. 30, no. 7, 41-43 p.

7. Lukin S.V., Chetverikova N.S. (2010). *Monitoring plodorodiy pakhotnikh pochv lesostepnoi zoni Tsentralno-Chernozemnogo raiona* [Monitoring of the fertility of arable soils in the forest-steppe zone of the Central Chernozem region]. *Vestnik Rossiiskoi akademii selskokhozyaystvennikh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 1, 71-73. p.

8. *Ofitsialnii sait Ministerstva selskogo khozyaystva*. URL: <http://mcx.gov.ru>.

9. *Ofitsialnii sait Rosstat. Razdel «Regionalnaya statistika»*. URL: http://rosstat.gov.ru/regional_statistics.

10. *Ofitsialnii sait Tyumenskoi oblasti*. URL: <http://admtyumen.ru>.

11. *Приказ Министерства сельского хозяйства РФ (Минсельхоз России) от 24 декабря 2015 г. «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения»*. <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293755/4293755897.pdf>.

12. Pushkareva A.E., Yevtushkova E.P. (2016). *Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya Tyumenskoi oblasti na osnove daniikh monitoringa* [Assessment of the ecological state of agricultural land in the Tyumen region based on monitoring data]. *Aktualnie voprosi nauki i khozyaystva: novye vizovi i resheniya: Sbornik materialov I Mezhdunarodnoi studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Tyumen, 17 marta 2016 goda.

13. Abramov N.V., Akimov Y.A., Bakshiev L.G. (2019). *Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya v prirodno-klimaticheskikh zonakh Tyumenskoi oblasti* [The system of adaptive landscape agriculture in the natural and climatic zones of the Tyumen region] Tyumen: Tyumenskii izdatelskii dom, 472 p.

14. Simakova T.V. (2021). *Osobennosti ispolzovaniya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya munitsipalnikh raionov raznikh prirodno-klimaticheskikh zon Tyumenskoi oblasti* [Features of the use of agricultural land in municipal districts of different natural and climatic zones of the Tyumen region] *Ratsionalnoe ispolzovanie zemelnikh resursov v usloviyakh sovremennogo razvitiya APK: Sbornik materialov Vserossiiskoi (natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Tyumen, 24.11.2021, pp. 175-184.

15. *Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli*, 2022 [Regions of Russia. Social and economic indexes, 2022]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat), 1122 p.

16. *Federalnii zakon ot 16.07.1998 N 101-FZ (red. ot 30.12.2021) «O gosudarstvennom regulirovanii obespecheniya plodorodiy zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya»* / URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19434/80a2fb6f982ec829b5e7fe645d4dd324eada96b4/#d-st1000.

17. Chekmaryov P.A. (2015). *Sostoyanie plodorodiy pakhotnikh pochv Tsentralno-Chernozemnikh oblastei Rossii* [The state of fertility of arable soils of the Central Black Earth regions of Russia]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Bulletin], no. 3, pp. 8-11.

18. Y.P. Loginova, A.A. Kazak, A.S. Gaizatulin [et al.] (2021). *Yield and starch content in potato tubers in different natural and climatic zones*. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, vol. 22, no. 23-24, p. 15-25.

19. N. Sannikova, O. Shulepova, A. Bocharova [et al.] (2021). *Natural reserves of diatomite are as a component of organomineral fertilizers based on chicken manure*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk*, P. 032093. DOI 10.1088/1755-1315/937/3/032093.

Информация об авторах:

Евтушкова Елена Павловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, Elena.evtushckova17@yandex.ru

Солошенко Анастасия Игоревна, магистрант, karamzina.ai@ati.gausz.ru

Information about the authors:

Elena P. Evtushkova, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of land management and cadastres, Elena.evtushckova17@yandex.ru

Anastasia I. Soloshenko, master student, karamzina.ai@ati.gausz.ru





Научная статья

УДК 304.5:574.2

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_562

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

В.В. Вершинин, А.О. Ортыюкова

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. Обращаясь к актуальной проблеме формирования экологического сознания, авторы публикации, рассматривая исторические аспекты развития различных его типов и их сущности, приходят к выводу об исключительной роли человеческого разума в мировом развитии нашей планеты, принципиально отличающего человека от иных высокоразвитых живых организмов. Наличие у человека разума авторы оценивают двумя абсолютно противоположными характеристиками: как достоинство (или благо) и, одновременно, как недостаток (или зло). В такой оценке разумности человека, по мнению авторов, заключаются все проблемы формирования его экологического мышления. Сформулированы и выделены пять условий (или требований), определяющих дальнейшее развитие и существование Человечества, которые, по мнению авторов, должны выступать в качестве факторов формирования современного экологического мышления. К ним относятся: 1. Осознание того, что основным фактором развития цивилизации является устремление Человечества обеспечить свое постоянно растущее благосостояние, определяемое возможностями природных ресурсов, которые не безграничны; 2. Необходим баланс между растущими экономическими потребностями Человечества и ресурсными возможностями природной среды; 3. Достижение этого баланса должно базироваться на их устойчивом развитии, при котором устойчиво должно развиваться удовлетворение потребностей нынешнего поколения и не менее устойчиво должны развиваться возможности природно-ресурсного потенциала удовлетворять эти потребности будущего поколения; 4. Развитие процессе удовлетворения потребностей Человечества должно базироваться на отказе от безудержного потребления и переходе к разумному и бережному использованию имеющихся ресурсов (в основном на основе развития ресурсосберегающих технологий), а развитие возможностей природного потенциала — на предотвращении вмешательства человека в естественный процесс сукцессионных изменений окружающей среды (на основе его научного обеспечения и сопровождения); 5. В случае невыполнения перечисленных условий (требований) следует положиться на законы, которыми руководствуется сама Природа в своем развитии и которые мы еще не знаем, не оказывая на нее своего губительного воздействия. Это обеспечит проявление ее важнейших свойств: самосохранение, саморазвитие и самовосстановление. Анализируя особенности и проблемы формирования экологического сознания в российской обществе, авторы обращают внимание на отдельные положения Экологической доктрины государства и отмечают, в этой связи, необходимость принятия срочных мер, предусмотренных Стратегией экологической безопасности страны. В конце данной публикации указывается на значимость перехода современного общества к экоцентрическому типу экологического сознания, что должно повысить его ответственность перед будущим поколением. Приводятся краткие выводы по содержательной части публикации.

Ключевые слова: экологическое сознание, природные ресурсы, человеческий разум, устойчивое развитие, удовлетворение потребностей, природно-ресурсный потенциал, факторы и условия

Original article

FORMATION OF ECOLOGICAL CONSCIOUSNESS OF MODERN MAN: PROBLEMS AND SOLUTIONS

V.V. Vershinin, A.O. Ortyukova

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. Turning to the urgent problem of the formation of ecological knowledge, the authors of the publication, considering the historical aspects of the development of its various types and their essence, come to the conclusion about the exceptional role of the human mind in the global development of our planet, which fundamentally distinguishes man from other highly developed living organisms. The authors evaluate the presence of reason in a person with two absolutely opposite characteristics: as a virtue (or good) and, at the same time, as a disadvantage (or evil). In such an assessment of the reasonableness of a person, according to the authors, all the problems in the formation of his ecological thinking lie. Five conditions (or requirements) determining the further development and existence of Mankind are formulated and highlighted, which, according to the authors, should act as factors in the formation of modern ecological thinking. These include: 1. The realization that the main factor in the development of civilization is the aspiration of Mankind to ensure its ever-growing well-being, determined by the possibilities of natural resources, which are not unlimited; 2. A balance is needed between the growing economic needs of Mankind and the resource capabilities of the natural environment; 3. Achieving this balance should be based on their sustainable development, in which the satisfaction of the needs of the current generation should develop steadily and the possibilities of natural resource potential to meet these needs of the future generation should develop no less steadily; 4. The development of the process of meeting the needs of Humanity should be based on the rejection of unrestrained consumption and the transition to a reasonable and careful use of available resources (mainly based on the development of resource-saving technologies), and the development of the possibilities of natural potential — on the prevention of human intervention in the natural process of successional environmental changes (based on its scientific support and support); 5. In case of non-fulfillment of the listed conditions (requirements), one should rely on the laws that guide Nature itself in its development and which we do not yet know, without exerting its destructive influence on it. This will ensure the manifestation of its most important properties: self-preservation, self-development and self-healing. Analyzing the features and problems of the formation of ecological consciousness in Russian society, the authors draw attention to certain provisions of the Environmental Doctrine of the state, and note, in this regard, the need to take urgent measures provided for by the country's Environmental Security Strategy. At the end of this publication, the importance of the transition of modern society to an ecocentric type of ecological consciousness is indicated, which should increase its responsibility to the future generation. Brief conclusions on the content of the publication are given.

Keywords: ecological consciousness, natural resources, human mind, sustainable development, satisfaction of needs, natural resource potential, factors and conditions

Введение. Непрерывное развитие человеческого общества с нарастающими темпами и масштабами деятельности привело к тому, что люди стали основной движущей силой

изменений, происходящих на планете. Возникновение промышленной, а впоследствии и научно-технической революции ускорило происходившие на Земле природно-климатические

изменения. В результате антропогенное воздействие на Землю приобрело характер, сопоставимый с естественными силами планеты. Принимая во внимание, что деятельность человека



стала одним из основных факторов изменения среды его обитания, наиболее разумным кажется минимизировать негативное влияние этого процесса, а также, опираясь на полученный опыт, начать осуществление деятельности, направленной на улучшение окружающей среды.

В настоящее время проблемы экологии активно выявляются и рассматриваются во всех сферах деятельности человека. Сама экология, появившаяся в позапрошлом веке, как наука о взаимоотношениях живой и неживой материи Земли проникла во все научные дисциплины, где ни один из получаемых результатов не может обойти оценку с позиции экологических последствий на окружающую Человечество среду и самого человека.

Произошла фактическая трансформация экологии как науки в самостоятельное экологическое мышление. Однако однозначно утверждать, что появившееся экологическое мировоззрение определяет современное развитие Человечества в целом — весьма некорректно и преждевременно. Скорее всего, следует скромно констатировать его рождение и постепенное развитие. Одной из главных причин тому, полагаем, является «вечное противостояние» экологии и экономики. В этой связи важнейшей задачей современной науки является выявление условий и факторов медленного формирования экологического сознания и поиск путей ускорения процесса его развития.

Сущность проблемы и ее анализ. Современное общественное сознание, которое кардинально переосмысливает отношение к себе, социуму и Природе, постепенно поднимает на новый уровень осмысления экологическое сознание. Происходит постепенное понимание того, что взаимодействие общества и Природы всегда рассматривалось через призму времени того духовного потенциала, которым обладало общество в конкретный момент.

Экологическое сознание базируется на одних и тех же механизмах и процессах, как и другие виды сознания. Это парадоксальное и феноменальное явление, так как выступает одновременно и объектом, и субъектом познания. Главное же отличие экологического сознания заключается в его предмете, то есть направленности осознания Природы через потребность человека. Эта потребность не столько сиюминутная, сколько перспективная, вытекающая из истории развития человечества. Обратимся к анализу этого явления и процесса его формирования, начиная с определения этого понятия.

Одно из наиболее удачных определений понятия «экологическое сознание» дал А.И. Тобоев, он определил его так: «форма общественного сознания, представляющая собой совокупность идей и теорий, отражающих способы гармоничных отношений между человеком и природой» [1].

Процесс же зарождения экологического самосознания, по мнению Н.Я. Веретенникова характеризуется двумя этапами: *самолюбованием* человека своими талантами и превосходством над Природой (первый этап), и *осознаем* своего положения (второй этап). При этом второй этап находится только на первичных стадиях, то есть Человечество *только начало осознавать* степень и интенсивность своего влияния на окружающую среду [2].

В этой связи в настоящее время предлагается выделять два типа экологического сознания: *антропоцентрический* и *экоцентрический*. Кратко рассмотрим эти два типа.

1. Антропоцентрический тип экологического сознания, равно как и антропоцентрические представления, имеет исторический характер и сформировался как закономерное следствие выделения человека из Природы. Сущность антропоцентрического сознания раскрывается в следующих мировоззренческих принципах:

- высшей ценностью является Человек, все другое в природе ценное настолько, насколько полезно Человеку, а Природа выступает как собственность человека;
- мир имеет иерархическое строение, вершину иерархии занимает Человек, середину — вещи, ни созданные, фундамент — объекты Природы, которые, в свою очередь, упорядочиваются в зависимости от полезности для человека;
- целью взаимодействия с Природой является ее использование для удовлетворения прагматических потребностей человека, для получения им «полезного» для себя продукта [3, 4].

2. Экоцентрический тип экологического сознания рассматривается как форма отражения природных объектов и явлений действительности и их взаимосвязей, где для *действительности Человека Природа признается как ценность*, отношения с ней строятся на принципах равноправия и распространения на мир Природы этических норм и правил. Экоцентризм характеризуется следующими основными особенностями:

- высшую ценность представляет гармоничное развитие Человека и Природы, где *Человек — не собственник Природы, а один из членов природного сообщества*;
- отказ от иерархической картины мира: *Человек не признается обладающим какими-то особыми привилегиями на том основании, что он имеет разум, наоборот, его разумность налагает на него дополнительные обязанности по отношению к окружающей его Природе*;
- целью взаимодействия с Природой является *максимальное удовлетворение как потребностей Человека, так и потребностей всего природного сообщества*;
- Природа и все природное воспринимается как полноправный субъект взаимодействия с Человеком;
- развитие Природы и Человека мыслится как процесс взаимовыгодного единства;
- деятельность по охране Природы продиктована необходимостью сохранить Природу ради нее самой [5].

Прежде чем обратиться к рассмотрению отмеченных выше двух типов экологического мышления, рассмотрим само понятие «разум».

Разум, отличающий человека от иных высокоорганизованных (или любых других) живых организмов, имеет, на наш взгляд, *два абсолютных противоположно направленных свойства*. Он может рассматриваться и реализовываться как *достоинство* (или благо), позволяющее человеку умело, быстро и успешно добиваться желаемого им для его жизни результата, и как *недостаток* (или зло), также позволяющий умело, быстро и успешно привести свою жизнь и жизнь окружающей его Природы к гибели. Любой живой организм, кроме человеческого организма, не может причинить вред Природе, а тем более уничтожить ее, так как живет по законам Природы и подчиняется этим законам, являясь ее частью, потому что *им руководит инстинкт — своеобразный «природный разум»*.

В этом сущность различия Человека и иных живых организмов и *причина проблем формирования в его сознании экологического мышления*.

Пути решения рассматриваемых проблем. Человек всегда считал себя хозяином Природы, не подчинялся ее законам и отказывался от этого права ему очень сложно! Сложность этого отказа, очевидно, заключается в том, что человек, обладая разумом, всегда стремился и стремится сейчас обеспечить себе всемерное улучшение существующих условий существования.

Это устремление было и является в настоящее время основным фактором развития цивилизации. Однако все желаемые блага для жизни человек получает от Природы, поэтому его благосостояние определяется возможностями природной среды их удовлетворить, и эти возможности не безграничны. Понимание этого — *первый из факторов необходимости формирования экологического мышления у людей, побуждающий их сохранять среду своего обитания*.

Получение (прирост) положительных результатов в экономике и экологии являются неоспоримыми благами для человека, однако благо одного, как правило, формируется за счет причинения вреда другому.

Чем больше мы берем из окружающей среды, тем больше нарушаем то, что в обычном понимании принято называть экологией. Снять эти противоречия можно только достигнув между ними баланса. Исходя из этого, развитие Человечества, как части Природы и развитие самой Природы, как среды обитания Человечества, должны осуществляться *взаимосогласованно между собой и обоюдно устойчиво*.

Понятие «устойчивое развитие» впервые появилось в 1987 г. в докладе ООН, подготовленном Комиссией Брундтланд [6]. Комиссия Брундтланд, официально — Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (англ. *JCED*), известная по имени председателя Гру Харлем Брундтланд, была образована ООН в 1983 г. Ее создание было связано с растущей озабоченностью «по поводу быстрого ухудшения состояния окружающей среды, человека и природных ресурсов, и последствий ухудшения экономического и социального развития». При создании Комиссии Генеральная Ассамблея ООН признала, что *экологические проблемы носят глобальный характер*, и определила, что это отвечает общим интересам всех стран по разработке политики для устойчивого развития [7]. То есть по существу Комиссия сформулировала *необходимость баланса между интенсивным экономическим ростом и ухудшением состояния окружающей среды, осознавая, что окружающая среда есть единственный и незаменимый источник экономического роста — это, полагаем, следует рассматривать как второй фактор необходимости формирования экологического мышления*.

Как известно, «устойчивость» до предложенной Комиссией Брундтланд ее интерпретации вместе с термином «развитие» и раньше использовалась применительно к состоянию экономики и *предполагала учет экономических требований к охране окружающей среды* [8].

Модель же устойчивого развития Комиссии Брундтланд — это, в наиболее кратком изложении, «удовлетворение потребностей нынешнего поколения, без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [5]. То есть одновременно обеспечить *устойчивость экономики и устойчивость Природы (или окружающей природной среды)*.





Возникает вопрос: что надо сделать, чтобы обеспечить сформулированную Комиссией Брундтланд устойчивость развития?

Прежде всего — внедрить в сознание людей необходимость создания заданной устойчивости развития (или решения этой глобальной проблемы). В качестве конкретных мер следует рассматривать выполнение двух задач, которые можно по отдельности сформулировать так:

- удовлетворить потребности нынешнего поколения, сохранив или преумножив потенциальные возможности имеющихся природных ресурсов;
- удовлетворить потребности природной среды (ресурсного потенциала Природы) в ее сохранении и преумножении.

Сущность деления (разделения) единой проблемы на две задачи устойчивого развития, сделанное нами, в том, чтобы подчеркнуть, что устойчиво должно развиваться удовлетворение потребностей нынешнего поколения и не менее устойчиво должны развиваться возможности природно-ресурсного потенциала (Природы) удовлетворять эти потребности будущего поколения.

Осознание необходимости решения двух задач для обеспечения баланса между потреблением и развитием природного потенциала следует рассматривать как *третий фактор необходимости формирования экологического мышления*.

Путь решения первой из выделенных задач — переход Человечества от «общества потребления» к «обществу разумного и бережного использования» природного потенциала планеты и накопленного интеллектуального (технологического) потенциала.

Такой переход не предполагает жесткого ограничения потребностей нынешнего поколения. Разумное и бережное использование, прежде всего, предполагает создание продукции со значительным сроком эксплуатации и годности, обладающей хорошими потребительскими характеристиками и высоким качеством, произведенной по безотходной или малоотходной технологии, объемы ее производства должны соответствовать потребности и т.д. Перепроизводство — это не только неэффективное использование ресурсов, но и появление новых отходов.

В настоящее время производство продукции, особенно легкой промышленности сферы потребления, в значительной степени направлено на выпуск товаров с очень коротким сроком эксплуатации, а также сроком годности, что обеспечивает и стимулирует их постоянное производство. Средства маркетинговой информации призывают к приобретению все новых и новых товаров. Особенно в этом направлении впереди всех идет мода, не только в одежде, но и во множестве других товарах, пропагандируя все новые и новые. Мы не предлагаем отказаться от моды, мы предлагаем рационально и бережно использовать ресурсы Природы.

Путь решения второй из выделенных задач, связанной с обеспечением устойчивости развития возможности природно-ресурсного потенциала удовлетворять эти потребности будущего поколения, базируются на мониторинге, оценке и планировании использования природных ресурсов. Научные разработки в этой сфере должны определять пределы (границы) «вмешательства человека» в естественный процесс развития Природы, сохранив присущие ей возможности самосохранения, саморазвития, самовосстановления. Необходимость осуществления конкретных мероприятий, связанных

с решением двух выделенных нами задач — *четвертый фактор необходимости формирования экологического мышления*.

Активный процесс антропогенеза на нашей планете свидетельствует о том, что Человечество уже весьма значительно влияет, а следовательно, и должно продолжать оказывать влияние на сукцессионные процессы, происходящие в окружающей его среде и формирующие будущее состояние этой среды. Однако это влияние должно быть только в том случае реализовано и всемерно поддержано, когда оно научно обосновано, целенаправленно и базируется на экологическом мышлении. При отсутствии этих условий надо положиться на законы, которыми руководствуется сама Природа в своем развитии и которые мы еще не знаем. Этот тезис, полагаем, следует рассматривать как *пятый фактор необходимости формирования экологического мышления*.

Особенности экологического сознания в российском обществе. Экологическое сознание в российском обществе характеризуется в основном теми же свойствами, что и экологическое сознание мирового сообщества. Однако оно обладает рядом специфических особенностей. Данные особенности обусловлены, как отмечено в Экологической доктрине Российской Федерации, следующими факторами:

- «чрезмерная зависимость экономики от природных ресурсов, что уже приводит к сокращению природного капитала страны;
- высокая доля «теневой» экономики в использовании природных ресурсов и неэффективные механизмы природопользования и охраны окружающей среды;
- отсутствие рентных платежей за пользование ресурсами;
- резкое ослабление управленческих и, прежде всего, контрольных функций государства в области природопользования и охраны окружающей среды и использования биологических ресурсов;
- низкий организационный и технологический уровень производства и жилищно-коммунального хозяйства и высокая степень изношенности основных фондов;
- последствия экономического кризиса и снижения уровня жизни населения;
- низкий уровень экологического сознания и культуры». [9].

В основном в литературных источниках выделяют следующие особенности экологического сознания в российском обществе: значительное преобладание утилитарно-потребительского и футуристического экологического сознания над ноосферным; низкий уровень развитости экологической культуры, образованности и воспитанности населения; недостаточная обеспокоенность населения экологическими проблемами, низкая готовность населения противодействовать нанесению ущерба окружающей природной среде; недостаточная активность экологических движений и организаций; неоднородность экологического сознания между различными группами населения и регионами России [9, 10, 11].

Необходимость кардинального изменения в подходе к экологическому просвещению в России сейчас уже не вызывает сомнений. Для управления ситуацией Экологическая доктрина и Стратегия экологической безопасности предполагают следующие меры:

- создание целостной междисциплинарной системы образования в области экологии, природопользования, охраны окружающей

среды и безопасности жизнедеятельности в вузах страны;

- развитие стандартов образования с формированием специальностей, непосредственно ориентированных на устойчивое развитие социо-природных систем;
- конкурсная целевая государственная поддержка системы экологического просвещения и ее развитие через распространение экологических знаний, идей устойчивого развития, информации о состоянии окружающей среды, природных ресурсов, об экологической безопасности;
- включение вопросов развития экологической культуры в федеральные целевые, региональные и местные программы развития;
- экологическая направленность молодежной политики и государственная поддержка молодежных экологических организаций и движений с целью приобщения молодежи к реализации на практике конкретных направлений экологической политики государства;
- развитие системы экологической подготовки и переподготовки педагогических кадров для всех уровней системы обязательного и дополнительного образования;
- развитие системы повышения квалификации специалистов управления, экологических и природоохранных служб, в том числе в области обеспечения устойчивого развития;
- обязательность экологической подготовки лиц, принимающих решения, в различных сферах производства, экономики и управления;
- повышение информированности деловых кругов (предпринимателей, бизнесменов) в области природоохранного законодательства, природопользования, охраны окружающей среды, экологического менеджмента, экологического аудита, а также привлечение их к использованию методов экологического управления на уровне предприятий;
- пересмотр степени закрытости информации об экологических нарушениях и соответствующее изменение законодательства о государственной тайне, перечня сведений, составляющих государственную тайну, в первую очередь об авариях и катастрофах, наносящих вред здоровью населения и окружающей среде;
- государственная поддержка (методическая и финансовая) общественных инициатив по развитию экологической культуры населения;
- государственная конкурсная поддержка СМИ, в том числе электронных редакций издательства и типографий, чья деятельность ориентирована на распространение экологических знаний и знаний в сфере устойчивого развития;
- содействие активному участию широких слоев населения в реализации идей устойчивого развития и сохранения здоровья.

Экологическое сознание современной России, будучи подвержено воздействию тех же процессов, что и глобальное, отличается значительной межрегиональной и социальной неоднородностью, относительно низкими уровнями экологической культуры, образованности и воспитанности населения при низкой экологической озабоченности последнего и его неготовности к экологическому протесту. Эти его особенности определяются физико-географическими условиями нашей страны, политической, социальной и экономической обстановкой, относительно низкой деятельностью населения и особенностями его территориального распределения [12].



Для успешного преодоления ситуации сложившегося экологического кризиса необходима интеграция во все слои населения механизма формирования экологического сознания. Особенно стоит уделить внимание введению подобной просветительской работы на уровне общеобразовательных и профессионально-образовательных учреждений [13]. Необходимо провести в общественном сознании замещение понятия «антропоцентризм» на «экоцентризм». Человек со сформировавшимся экологическим мышлением будет четко и ясно понимать, что его разумность и осознанность налагает на него высокую ответственность за свои действия по сохранению нашей планеты для будущих поколений.

Выводы.

1. Заявленное во многих научных источниках экологическое мировоззрение (экологическое мышление, экологическое сознание) — как появившееся, переживает еще свое рождение или находится на первых стадиях развития, что требует активизации этого процесса, так как отсутствие экологического сознания может очень скоро привести к гибели цивилизации.
2. Наличие у человека разума следует оценивать двумя абсолютно противоположными характеристиками: как достоинство (или благо) и, одновременно, как недостаток (или зло). В такой оценке разумности человека заключаются все проблемы формирования его экологического мышления.
3. В качестве основных факторов необходимости формирования современного экологического мышления должны выступать следующие условия (требования), которые определяют дальнейшее развитие и существования современной цивилизации:
 - осознание того, что основным фактором развития цивилизации является устремление Человечества обеспечить свое постоянно растущее благосостояние, определяемое возможностями природных ресурсов, которые не безграничны;
 - необходимость обеспечения баланса между растущими экономическими потребностями Человечества и ресурсными возможностями природной среды;
 - достижение этого баланса должно базироваться на их устойчивом развитии, при котором устойчиво должно развиваться удовлетворение потребностей нынешнего поколения и не менее устойчиво должны развиваться возможности природно-ресурсного потенциала удовлетворять эти потребности будущего поколения;
 - развитие процесса удовлетворения потребностей Человечества должно базироваться на отказе от безудержного потребления и переходе к разумному и бережному использованию имеющихся ресурсов (в основном на основе развития ресурсосберегающих технологий), а развитие возможностей природного потен-

циала — на предотвращении вмешательства человека в естественный процесс сукцессионных изменений окружающей среды (на основе его научного обеспечения и сопровождения); — в случае невыполнения перечисленных условий (требований) следует положиться на законы, которыми руководствуется сама Природа в своем развитии и которые мы еще не знаем, не оказывая на нее своего губительного воздействия, что обеспечит проявление ее важнейших свойств: самосохранение, саморазвитие и самовосстановление.

4. Необходимо принять срочные меры, связанные с проблемами формирования в современном российском обществе экологического мышления, отмеченные в положениях Экологической доктрины Российской Федерации, и их выполнения в соответствии со Стратегией экологической безопасности страны.

Список источников

1. Тобоев А.И. Понятие экологического сознания // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2015. № 3 (7). С. 23-26.
2. Веретеников Н.Я. Глобализация экологического сознания // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. 2014. Вып. 2. С. 11-15.
3. Блягоз Н.Ш. Компоненты модели формирования экологического сознания // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2017. Вып. 02. С. 35-40.
4. Крячко Т.А. Философские основания формирования экологического сознания в современном российском обществе // Социально-гуманитарные знания. 2011. № 6. С. 363-368.
5. Бегидова С.Н., Макрушина И.В. Структура экологического сознания // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. 2014. Вып. 3. С. 14-21.
6. Устойчивое развитие. Организация Объединенных наций. URL: <https://www.un.org/ru/120942> (дата обращения: 08.08.2023).
7. Устойчивое развитие. Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 08.08.2023).
8. Вершинин В.В. Устойчивое развитие: проблемы терминологии (экономика и экология): материалы Международной научно-практической конференции «Мать земля», 25 апреля 2023 г. Москва, Государственный университет по землеустройству.
9. Экологическая доктрина Российской Федерации (Одобрена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г. № 1225-р). URL: <http://government.ru/docs/all/43014/>
10. Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41879>
11. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году. Государственный доклад / Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова. М., 2022. 684 с.
12. Громов Е.В. Сущность и основные тенденции развития экологического сознания в современном обществе: дис. ... канд. философ. наук: 09.00.11. Елабуга, 2004. 153 с.
13. Колина Е.С. Анализ подходов к формированию экологического мышления // Современное педагогическое образование. 2021. № 2. С. 62-66.

References

1. Toboev, A.I. (2015). Ponyatie ehkologicheskogo soznaniya [The concept of ecological consciousness]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Gumanitarnye issledovaniya* [Review of Omsk State Pedagogical University. Humanitarian research], no. 3 (7), pp. 23-26.
2. Veretennikov, N.Ya. (2014). Globalizatsiya ehkologicheskogo soznaniya [Globalization of ecological consciousness]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Filosofiya. Psikhologiya. Pedagogika* [Izvestiya of Saratov University. Philosophy. Psychology. Pedagogy], issue 2, pp. 11-15.
3. Blyagoz, N.Sh. (2017). Komponenty modeli formirovaniya ehkologicheskogo soznaniya [Components of the model of formation of ecological consciousness]. *Vestnik Maikopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Maikop State Technological University], issue 02, pp. 35-40.
4. Kryachko, T.A. (2011). Filosofskie osnovaniya formirovaniya ehkologicheskogo soznaniya v sovremennom rossiskom obshchestve [Philosophical foundations of the formation of ecological consciousness in modern Russian society]. *Sotsial'no-gumanitarnye znaniya* [Social and humanitarian knowledge], no. 6, pp. 363-368.
5. Begidova, S.N., Makrushina, I.V. (2014). Struktura ehkologicheskogo soznaniya [The structure of ecological consciousness]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Pedagogika i psikhologiya* [Bulletin of Aдыgey State University. Series 3: Pedagogy and psychology], issue 3, pp. 14-21.
6. Ustoichivoe razvitie. Organizatsiya Ob'edinennykh natsii [Sustainable development. The United Nations]. Available at: <http://www.un.org/ru/120942> (accessed: 08.08.2023).
7. Ustoichivoe razvitie. Vikipediya [Sustainable development. Wikipedia]. Available at: <https://ru.wikipedia.org> (accessed: 08.08.2023).
8. Vershinin, V.V. (2023). Ustoichivoe razvitie: problemy terminologii (ehkonomika i ehkologiya): materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Mat' zemlya», 25 aprelya 2023 g. [Sustainable development: problems of terminology (economics and ecology): materials of the International scientific and practical conference "Mother Earth" on April 25, 2023]. Moscow, State University of Land Use Planning.
9. Ehkologicheskaya doktrina Rossiiskoi Federatsii (Odobrena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 31 avgusta 2002 g. № 1225-r) [Environmental Doctrine of the Russian Federation (Approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1225-r of August 31, 2002)]. Available at: <http://government.ru/docs/all/43014/>
10. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 19.04.2017 g. № 176 «O Strategii ehkologicheskoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda» [Decree of the President of the Russian Federation No. 176 dated 04/19/2017 "On the Strategy of Environmental Safety of the Russian Federation for the period up to 2025"]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41879>
11. Ministry of Natural Resources of Russia; Lomonosov Moscow State University (2022). *O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu. Gosudarstvennyi doklad* [On the state and environmental protection of the Russian Federation in 2021. State report]. Moscow, 684 p.
12. Gromov, E.V. (2004). *Sushchnost' i osnovnye tendentsii razvitiya ehkologicheskogo soznaniya v sovremennom obshchestve* [The essence and main trends in the development of ecological consciousness in modern society]. Cand. philosophical sci. diss.: 09.00.11. Yelabuga, 153 p.
13. Kolina, E.S. (2021). Analiz podkhodov k formirovaniyu ehkologicheskogo myshleniya [Analysis of approaches to the formation of ecological thinking]. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie* [Modern pedagogical education], no. 2, pp. 62-66.

Информация об авторах:

Вершинин Валентин Валентинович, доктор экономических наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области образования, академик Российской академии естественных наук, заведующий кафедрой геоэкологии и природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9046-827X>, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, v.vershinin.v@mail.ru

Ортыкова Анастасия Олеговна, аспирантка кафедры геоэкологии и природопользования, anastasiaort@gmail.com

Information about the authors:

Valentin V. Vershinin, doctor of economic sciences, professor, Honored worker of the Higher School of the Russian Federation, Laureate of the Prize of the Government of the Russian Federation in the field of education, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, head of the department of geoecology and nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9046-827X>, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, v.vershinin.v@mail.ru

Anastasia O. Ortyukova, postgraduate student of the department of geoecology and nature management, anastasiaort@gmail.com





ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КОНЦЕПТЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Л.Г. Ахметшина¹, М.Г. Порвадов², А.О. Шангутов²

¹Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

²Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Пермь, Россия

Аннотация. Целью исследования является оценка выбросов парниковых газов при возделывании сельскохозяйственных земель в настоящее время и на перспективу с учетом поставленных целей в стратегических документах и направлений государственной экологической политики. Основными методами исследования выступили аналитический, табличный, графический, сравнительный с последующим обобщением данных. Информационная база включала материалы Росстата, Минсельхоза России, Национального органического союза, Научно-исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL), действующие нормативно-правовые акты. Научная новизна исследования заключается в обосновании необходимости корректировки целевых показателей государственных программ на основе проведенной оценки выбросов парниковых газов при возделывании сельскохозяйственных земель в концепте государственной экологической политики. Результаты исследования состоят в следующем: проведена оценка выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России и их доля в совокупном объеме выбросов; выявлены наиболее существенные источники эмиссии парниковых газов в сельском хозяйстве; проанализированы состояние земель сельскохозяйственного назначения, а именно масштабы применения пестицидов и химических удобрений, приводящие к их загрязнению и выбросам парниковых газов; исследована законодательная база по обращению с пестицидами и агрохимикатами, обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения; выделены экологические преимущества органического земледелия по сравнению с традиционными методами ведения сельского хозяйства; с учетом целевых показателей Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса РФ и Стратегии развития производства органической продукции в РФ до 2030 года оценены перспективы применения пестицидов и химических удобрений, а также выбросы парниковых газов при возделывании почв к 2030 г. Проведенный анализ свидетельствует о необходимости внесения корректировок в содержание государственных программ для получения соответствующего эффекта в снижении негативного воздействия на состояние окружающей среды.

Ключевые слова: выбросы парниковых газов, органическое земледелие, плодородие почв, пестициды, химические удобрения, государственная программа, стратегия, государственная экологическая политика

Original article

ASSESSMENT OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM THE CULTIVATION OF AGRICULTURAL LAND IN THE CONCEPT OF STATE ENVIRONMENTAL POLICY

L.G. Akhmetshina¹, M.G. Porvadov², A.O. Shangutov²

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Perm Military Institute of National Guard Troops of the Russian Federation, Perm, Russia

Abstract. The purpose of the study is to assess greenhouse gas emissions from the cultivation of agricultural land at present and in the future, taking into account the goals set in strategic documents and directions of state environmental policy. The main research methods were analytical, tabular, graphical, comparative, followed by data synthesis. The information base included materials from the Federal State Statistics Service of the Russian Federation, Ministry of Agriculture of the Russian Federation, National Organic Union, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), and current regulations. The scientific novelty of the study lies in the substantiation of the need to adjust the target indicators of state programs based on the assessment of greenhouse gas emissions during the cultivation of agricultural land in the concept of state environmental policy. The results of the study are as follows: an assessment of greenhouse gas emissions in Russian agriculture and their share in the total volume of emissions was carried out; the most significant sources of greenhouse gas emissions in agriculture have been identified, which include soil cultivation, internal fermentation of farm animals and manure collection and storage systems; the state of agricultural lands was analyzed, namely the scale of use of pesticides and chemical fertilizers, leading to their pollution and greenhouse gas emissions; the legislative framework for the management of pesticides and agrochemicals, ensuring the fertility of agricultural lands was studied; the environmental benefits of organic farming compared to traditional farming methods are highlighted; Taking into account the target indicators of the State Program for the effective involvement of agricultural lands in circulation and the development of the reclamation complex of the Russian Federation and the Strategy for the development of organic production in the Russian Federation until 2030, the prospects for the use of pesticides and chemical fertilizers, as well as greenhouse gas emissions during soil cultivation by 2030, were assessed. The analysis indicates the need to make adjustments to the content of government programs to obtain a corresponding effect in reducing the negative impact on the environment.

Keywords: greenhouse gas emissions, organic farming, soil fertility, pesticides, chemical fertilizers, government program, strategy, state environmental policy

Постановка проблемы. С увеличением объемов производства, внедрением интенсивных технологий возделывания культурных растений и выращивания животных возрастает негативное антропогенное воздействие сельского хозяйства на окружающую среду. Более 60% выбросов парниковых газов имеют почвенное происхождение и связаны с масштабным использованием пестицидов и химических удобрений на задействованных площадях сельскохозяйственных угодий. Нарушение правил применения пестицидов и химических удобрений, использование их в высоких дозировках, потери при

транспортировке приводят к загрязнению почв и водоемов, через продукты питания оказывают влияние на состояние здоровья населения.

С учетом сложившейся экологической ситуации на государственном уровне активно разрабатываются и принимаются нормативно-правовые акты, направленные на рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения, повышение их плодородия, предотвращение деградации, а также способствующие переходу от традиционных способов ведения хозяйства к органическому земледелию. Органическое земледелие, в свою очередь, за счет

более эффективного использования природных ресурсов и восстановления экосистем приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды, сокращению выбросов парниковых газов.

Данные обстоятельства обуславливают актуальность проведенного исследования оценки выбросов парниковых газов при возделывании сельскохозяйственных земель в концепте государственной экологической политики на период до 2030 г., что позволит сделать выводы об адекватности поставленных целей и эффективности принимаемых мер в отношении охраны окружающей среды.



Методология и методы исследования. Исследование выполнено на основе данных Росстата, Минсельхоза России, Национального органического союза, Научно-исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL), аналитических докладов и отчетов. В качестве методов исследования применены аналитический и сравнительный, графический и табличный. Изучены труды отечественных и зарубежных ученых, а также нормативно-правовые акты в области охраны окружающей среды при использовании земель сельскохозяйственного назначения. Ретроспективный анализ охватывает период 2018-2022 гг. с последующей оценкой до 2030 г.

Результаты исследования. Выбросы парниковых газов от сельского хозяйства в России в 2021 г. составили 121,28 млн т CO₂-экв., что соответствует 5,6% от общего объема выбросов, занимая третье место после энергетики и промышленности. При этом наблюдается отрицательная динамика по увеличению выбросов на 5,6% по сравнению с 2018 г. (рис. 1).

Существенными источниками выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России выступают возделывание почвы, внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных и системы сбора и хранения навоза — 53,7, 33,8 и 11,2% соответственно в 2021 г. (рис. 2) [2]. В растениеводстве негативное воздействие на окружающую среду также проявляется в эрозии почв в результате распахивания земель и отсутствии лесозащитных полос, засолении почв из-за нарушений при проведении комплекса мелиоративных мероприятий [3, 4].

Главным образом, выбросы парниковых газов происходят за счет активного использования средств защиты растений и химических удобрений.

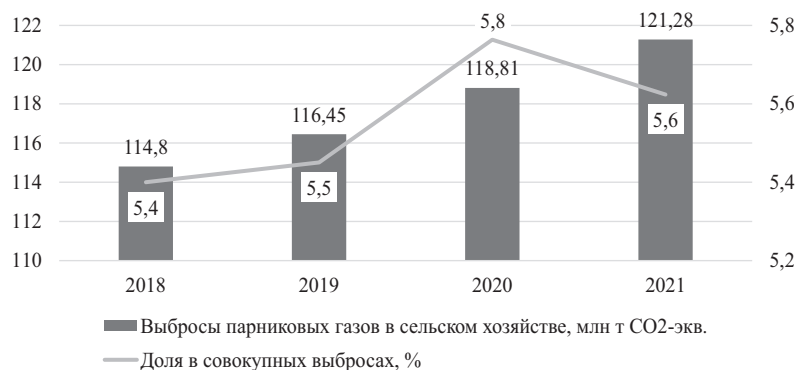
Излишки пестицидов, используемых для борьбы с вредителями и болезнями, имеют свойство накапливаться в почве, загрязняя ее, а также с помощью грунтовых вод распространяться на многие километры от непосредственного места применения, негативно влияя на состояние здоровья животных и людей, попадая в пищевую цепочку. Пестициды также негативно воздействуют на естественных врагов насекомых-вредителей и пчел, популяции птиц, водные организмы, что приводит к утрате биоразнообразия. Кроме того, пестициды способствуют уничтожению не только вредоносных насекомых, грибов и бактерий, но и микрофауны, участвующей в естественных процессах разложения органических остатков и превращения их в питательные вещества, заметно замедляя их. Часть пестицидов также всасывается растениями, ухудшая качество сельскохозяйственной продукции [5, 6].

Площадь сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых пестицидами, в 2022 г. составила 42,2% от общей площади сельскохозяйственных угодий (рис. 3). При этом наблюдается положительная тенденция сокращения масштабов использования пестицидов (площадь обработки уменьшилась на 7,9% по сравнению с 2019 г.).

Применение химических удобрений низкого качества и в чрезмерном количестве, без соблюдения надлежащей сельскохозяйственной практики, а также неэффективное их использование приводят к увеличению в почве концентрации тяжелых металлов, загрязнению поверхностных и подземных вод, что также наносит значительный вред здоровью животных и людей. Нитритные удобрения, используемые в качестве стимуляторов роста, также потенциально опасны ввиду

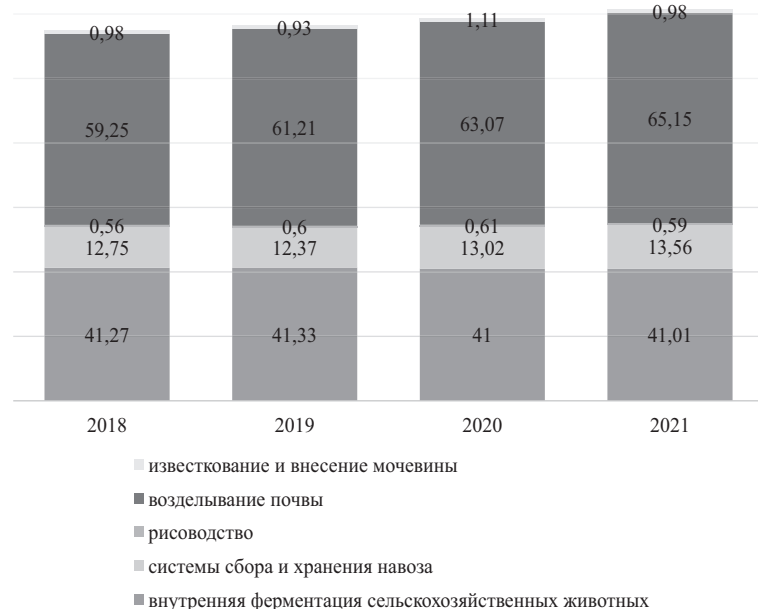
возможного избыточного накопления нитратов во фруктах и овощах и последующего их употребления в пищу. Попадание нитратов в наземные водоемы приводит к их заболачиванию. Парниковый эффект единицы оксида азота в 300 раз сильнее такого же объема углекислого газа [5, 6].

Объемы внесения минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях в 2018-2022 гг. увеличились на 35,2%, во всех посевных площадях на долю обработанных минеральными удобрениями приходится 71,5% (рис. 4).



Составлено авторами по данным [1]

Рисунок 1. Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве России в 2018-2021 гг.
Figure 1. Greenhouse gas emissions from agriculture in Russia in 2018-2021



Составлено авторами по данным [1]

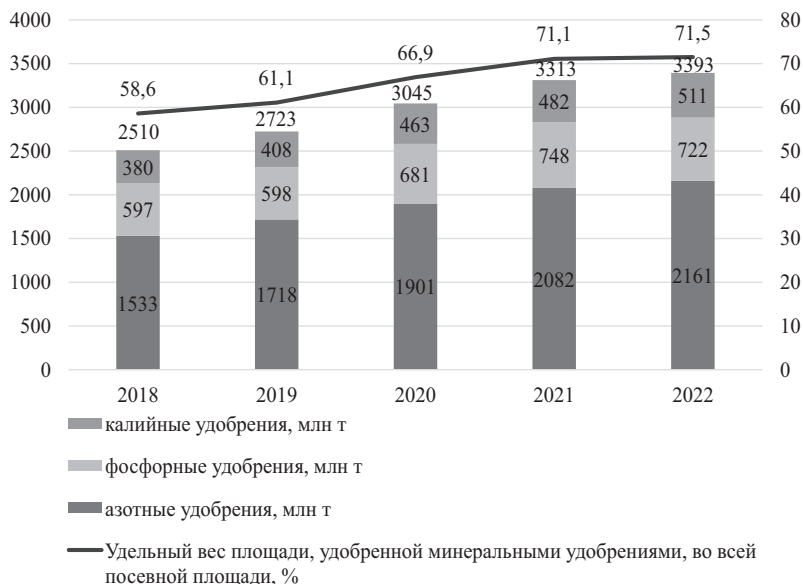
Рисунок 2. Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве России по источникам образования в 2018-2021 гг., млн т CO₂-экв.
Figure 2. Greenhouse gas emissions in Russian agriculture by sources of formation in 2018-2021, million tons of CO₂-eq.



Составлено авторами по данным [1]

Рисунок 3. Площадь сельскохозяйственных угодий, обработанных пестицидами в 2018-2022 гг.
Figure 3. Area of agricultural land treated with pesticides in 2018-2022





Составлено авторами по данным [1]

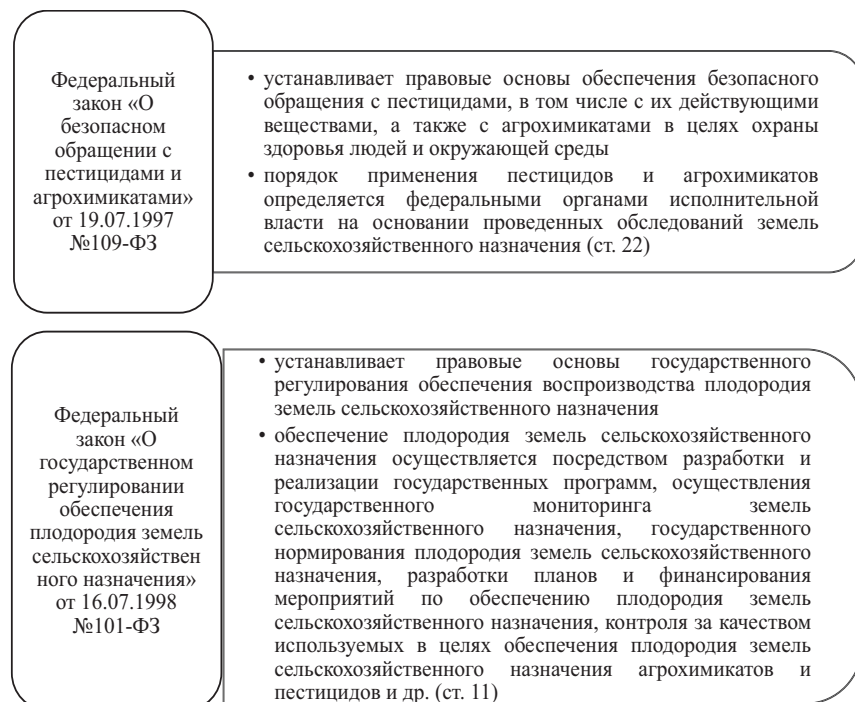
Рисунок 4. Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях в 2018-2022 гг.

Figure 4. Application of mineral fertilizers for crops in agricultural organizations in 2018-2022

Таблица 1. Производство основных видов пестицидов и минеральных удобрений в России в 2018-2022 гг.
Table 1. Production of the main types of pesticides and mineral fertilizers in Russia in 2018-2022

	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Динамика 2022 г./2018 г., %
Удобрения минеральные или химические, млн т	23,0	23,7	24,9	26,4	23,6	102,6
Инсектициды, тыс. т	20,4	23,5	27,5	34,3	25,8	126,5
Гербициды, тыс. т	62,9	73,6	97,9	109	126	2,0 раза
Средства против прорастания и регуляторы роста растений, тыс. т	1,3	0,5	0,4	0,7	1,8	138,5
Фунгициды, тыс. т	22,3	28,3	32,7	38,8	31,8	142,6

Составлено авторами по данным [1]



Составлено авторами на основе [6, 7]

Рисунок 5. Назначение основных нормативно-правовых актов в сфере обращения с пестицидами и агрохимикатами, обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения¹

Figure 5. Appointment of the main regulatory legal acts in the field of handling pesticides and agrochemicals, ensuring the fertility of agricultural land¹

Растет и объем производства пестицидов и минеральных удобрений в 2018-2022 гг. (табл. 1). При этом наблюдается некоторое снижение показателей в 2022 г. по сравнению с 2021 г., за исключением средств борьбы с сорняками.

Увеличение объемов производства и применения минеральных удобрений, производства пестицидов сопровождается ростом выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве.

В России существует законодательная база по обращению с пестицидами и агрохимикатами, устанавливающая необходимость соблюдения регламентов и правил применения пестицидов и агрохимикатов, исключающих их негативное воздействие на здоровье людей и окружающую среду, а также по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения, обязывающая собственников и арендаторов сельскохозяйственных угодий проводить мониторинг состояния земель и воспроизводство плодородия исключаящими неблагоприятное воздействие на окружающую среду способами (рис. 5). Однако арендаторы не заинтересованы во вложении средств в восстановление плодородия почв, и только ответственные сельскохозяйственные производители заботятся о повышении экологичности производства и стремятся к внедрению передовых технологий, позволяющих повысить эффективность естественных процессов и сохранить биоразнообразие.

В соответствии с Федеральным законом «Об ограничении выбросов парниковых газов» от 02.07.2021 № 296-ФЗ меры по ограничению выбросов парниковых газов включают в себя установление Правительством Российской Федерации целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов для отраслей экономики с учетом особенностей применяемых технологий, объемов оборота и инвестиций, отраслевых бюджетных поступлений. Однако в настоящее время целевые показатели сокращения выбросов парниковых газов для отраслей экономики Российской Федерации так и не установлены. В Правилах оценки достижения целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.03.2022 № 499³ и вступающих в силу 1 сентября 2024 г.,

¹ Федеральный закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19.07.1997 № 109-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15221/?ysclid=ll9k7d18m3760724806 (дата обращения: 09.09.2023); Федеральный закон «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» от 16.07.1998 № 101-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19434/?ysclid=ll9k9ob0n374719258 (дата обращения: 09.09.2023).

² Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» от 02.07.2021 № 296-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/?ysclid=lmc4aiig67678283029 (дата обращения: 09.09.2023).

³ Постановление Правительства РФ от 24.03.2022 № 449 «Об утверждении Правил оценки достижения целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов и о внесении изменения в подпункт «а» подпункта 9 пункта 5 Положения о Правительственной комиссии по экономическому развитию и интеграции». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_412661/ (дата обращения: 09.09.2023).



среди отраслей экономики, по которым будет проводится такая оценка, сельское хозяйство отсутствует, что, с одной стороны, снижает нагрузку на сельскохозяйственных товаропроизводителей, но, с другой стороны, возможны новые дополнительные требования по сокращению выбросов парниковых газов. При этом возможности сельского хозяйства ограничены ввиду низкой рентабельности по сравнению с другими отраслями и достаточно высокими затратами на проведение мероприятий.

Целевой (интенсивный) сценарий Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.10.2021 № 3052-р⁴, предполагает для снижения выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве в числе комплекса мероприятий также применение минеральных удобрений с замедленным высвобождением азота, соблюдение сроков, норм внесения, изменение способов внесения, применение восстановительных технологий ведения сельского хозяйства, повышающих урожайность сельскохозяйственных культур и способствующих более интенсивному поглощению углерода, а также развитие точного земледелия.

В качестве одного из приоритетных направлений Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. № 731⁵, является восстановление и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения, предотвращение сокращения площадей земель сельскохозяйственного назначения, рациональное использование таких земель, защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от водной и ветровой эрозии и опустынивания. К 2030 г. планируется вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения площадью 13234,8 тыс. га.

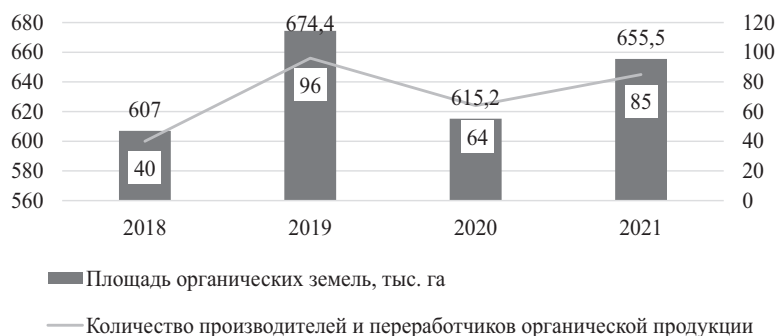
С целью уменьшения негативного воздействия на окружающую среду необходимо изменение методов ведения сельского хозяйства, а именно, увеличение площадей, на которых применяется технология органического земледелия, поскольку оно предполагает отказ от использования пестицидов и химических удобрений — основных источников выбросов парниковых газов, поощрение использования естественных способов борьбы с вредителями и болезнями, применение севооборота, мульчирования, ограниченной вспашки, что способствует экологизации сельскохозяйственного производства (рис. 6) [7, 8, 9, 10].

По данным Научно-исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL) площадь органических земель в России в 2021 г. составила 655,5 тыс. га (рис. 7), что соответствует 0,3% общей площади земель сельскохозяйственного назначения, насчитывалось 66 производителей и 19 переработчиков органической продукции.



Составлено авторами

Рисунок 6. Экологические преимущества органического земледелия
Figure 6. Environmental benefits of organic farming



Составлено авторами по данным [11]

Рисунок 7. Основные показатели развития органического сельского хозяйства в России в 2018-2021 гг.
Figure 7. Main indicators of the development of organic agriculture in Russia in 2018-2021

Задачами реализации Стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 04.07.2023 № 1788-р⁶, является расширение производственной базы для производства органической продукции и развитие технологий. При этом распространение технологии органического земледелия будет сопровождаться минимизацией негативного воздействия на окружающую среду посредством более эффективного использования природных ресурсов; предотвращения деградации земель и почв, загрязнения поверхностных и подземных вод, восстановления водных экосистем; внедрения инновационных и экологически чистых технологий, развития экологически безопасных производств.

Одним из целевых показателей реализации Стратегии является увеличение площадей земель, на которых применяется технология органического земледелия, к 2030 г. Значения показателей при базовом, консервативном

и оптимистическом сценариях представлены на рисунке 8.

Однако количественно оценить масштабы сокращения негативного воздействия на окружающую среду в результате органического земледелия достаточно сложно, поскольку выбросы парниковых газов сильно различаются по видам органически выращенной продукции. По оценкам различных исследователей, органическое земледелие может сократить выбросы парниковых газов по сравнению с традиционными методами ведения хозяйства от 15 до 65% на 1 га в зависимости от возделываемых культур. В долгосрочной перспективе переход к органическим методам будет способствовать повышению плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Учитывая поставленные цели в Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации и Стратегии развития

⁴ Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_399657/ (дата обращения: 09.09.2023).

⁵ Постановление Правительства РФ от 14.05.2021 № 731 (ред. от 31.07.2023) «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_384213/ (дата обращения: 09.09.2023).

⁶ Распоряжение Правительства РФ от 04.07.2023 № 1788-р «Об утверждении Стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_452275/ (дата обращения: 09.09.2023).



производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года, проведем количественную оценку выбросов парниковых газов от возделывания почв в 2030 г. при реализации плановых показателей вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и базового, консервативного и оптимистического сценариев увеличения площади органических земель. Результаты оценки представлены в таблице 2.

При расчете посевных площадей сельскохозяйственных культур, площадей сельскохозяйственных угодий, обработанных пестицидами, посевных площадей, удобренных минеральными удобрениями, в 2030 г. учитывались их доли в общей площади в 2021 г. Выбросы парниковых газов в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий без учета органических земель в 2021 г. составили 294 кг CO₂-экв. При оценке выбросов парниковых газов от возделывания почв в 2030 г. примем, что органическое земледелие способствует сокращению выбросов парниковых газов на 20% на 1 га сельскохозяйственных угодий по сравнению с традиционным сельским хозяйством [12, 13].

Таким образом, увеличение площадей сельскохозяйственных угодий и соответственно посевных площадей в результате вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения приведет к росту выбросов парниковых газов при возделывании почв и масштабов применения пестицидов и минеральных удобрений к 2030 г. Уменьшение выбросов парниковых газов в результате десятикратного увеличения площадей земель, на которых применяется технология органического земледелия, в соответствии с оптимистичным сценарием, не говоря уже о базовом и консервативном сценариях, не позволит компенсировать возросшие объемы выбросов парниковых газов от возделывания почв традиционным способом с учетом вовлечения в оборот неиспользуемых земель. В сложившихся обстоятельствах целевые показатели государственных программ, а также содержащиеся в них мероприятия, требуют корректировки для получения соответствующего эффекта в снижении уровня загрязнения окружающей среды.

Сокращению выбросов парниковых газов способствует также цифровизация сельского хозяйства, применение точного земледелия — подхода к управлению производственным процессом, основанного на использовании точных карт полей, параллельного вождения, систем GPS-мониторинга, мобильных устройств, робототехники, smart-технологий, системы датчиков [14, 15, 16, 17]. Цифровизация отраслей и подотраслей агропромышленного комплекса, в том числе внедрение технологий искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс, указана в числе ключевых ориентиров Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия⁷. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» предполагает развитие ФГИС прослеживаемости зерна и продуктов его переработки (ФГИС «Зерно») на период до 2025 г. [18]. Существуют исследования зарубежных ученых, показывающие, что цифровые технологии в сельском хозяйстве могут сократить выбросы парниковых газов до 70% при возделывании

Площадь земель, на которых применяется технология органического земледелия, тыс. га



Составлено авторами

Рисунок 8. Целевые показатели реализации Стратегии развития производства органической продукции в РФ до 2030 г.

Figure 8. Target indicators for the implementation of the Strategy for the Development of Organic Production in the Russian Federation until 2030

Таблица 2. Количественная оценка масштабов негативного воздействия на окружающую среду возделывания почв в 2030 г.

Table 2. Quantifying the scale of the negative environmental impact of soil cultivation in 2030

Показатели	2021 г.	2030 г.		
	Базовый уровень	Базовый сценарий	Консервативный сценарий	Оптимистический сценарий
Площадь сельскохозяйственных угодий, млн га	221,9	235,1	235,1	235,1
в том числе площадь земель, на которых применяется технология органического земледелия, тыс. га	656	4292	1674	6711
Посевные площади сельскохозяйственных культур, тыс. га	80437	85222	85222	85222
Площадь сельскохозяйственных угодий, обработанных пестицидами, тыс. га	94848	98947	100070	97910
Посевные площади, удобренные минеральными удобрениями, тыс. га	57512	60593	60593	60593
Выбросы парниковых газов от возделывания почв, млн т CO ₂ -экв.	65,15	68,87	69,02	68,73

Составлено авторами

зерна [19]. В России целевые индикаторы развития цифрового сельского хозяйства, связанные с выбросами парниковых газов, отсутствуют. В связи с этим оценить возможности снижения выбросов парниковых газов при возделывании сельскохозяйственных земель с использованием цифровых технологий в настоящее время не представляется возможным.

Обсуждение и выводы. Органическое земледелие является одним из комплексных элементов в системе снижения негативного воздействия на окружающую среду сельскохозяйственного производства. За счет ограничения применения пестицидов и химических удобрений, улучшения пахотных земель и пастбищ, восстановления истощенных земель, оно позволяет значительно сократить выбросы парниковых газов. Но при этом существуют барьеры на пути распространения данной технологии возделывания земель: снижение урожайности, высокая себестоимость полученной продукции и соответственно высокие цены на нее, сравнительно более низкое качество продукции. Однако высокие текущие затраты производителей органической продукции оправданы с точки зрения долгосрочной экологической устойчивости. Важную роль играет стимулирование здо-

рового и рационального питания потребителей, поощрение включения в рацион продуктов питания, произведенных на экологически устойчивой основе, обеспечение прозрачности информации о технологии производства продукции, обязательное использование систем сертификации и маркировки, позволяющих потребителям делать осознанный выбор. Только совместные действия всех заинтересованных сторон: государственных органов власти, производителей и потребителей органической продукции, позволят повысить экологическую устойчивость возделывания сельскохозяйственных земель и минимизировать выбросы парниковых газов, негативное воздействие на окружающую среду.

Со стороны государственного сектора необходимые меры включают: принятие федеральных и региональных нормативов и стандартов рационального использования земель сельскохозяйственного назначения; поэтапный отказ от применения пестицидов и агрохимикатов, замена на альтернативные средства, которые не наносят серьезного вреда окружающей среде; создание налоговых стимулов и погектарная поддержка с учетом природных условий при использовании экологических методов возделывания сельскохозяйственных земель.

⁷ Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2017-2023. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/programs/program-2013-2020/> (дата обращения: 09.09.2023).



Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 09.09.2023).
2. Яковлева Е.Н., Крюкова И.В. Климатическая безопасность аграрного сектора: угрозы и проблемы адаптации // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. № 60. С. 22-35.
3. Ахметшина Л.Г. Возможности российского сельского хозяйства в снижении выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 4-1. С. 5-14. URL: <https://vael.ru/article/view?id=2129> (дата обращения: 09.09.2023).
4. Ахметшина Л.Г. Экосистема автономного сельского хозяйства России // Самоуправление. 2023. № 1 (134). С. 209-214.
5. Воздействие пестицидов и удобрений на окружающую среду и здоровье и способы минимизации этого воздействия. URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPFF_Ru.pdf (дата обращения: 09.09.2023).
6. Фатуллаев П.У., Мамедов И.Б. Загрязнение окружающей среды в сельском хозяйстве и пути ее защиты // Magyar Tudomány Journal. 2020. № 38. С. 3-6.
7. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-nauchno-tekhnologicheskoy-politiki-i-obrazovaniya/industry-information/info-organicheskoe-selskoe-khozyaistvo/?ysclid=ll9kccu0ae438488504> (дата обращения: 09.09.2023).
8. Akhmetshina, L., Sergeev, A., Mottaeva, A. (2019). Influence of organic agriculture on the development of green economy, *E3S Web of Conferences*, vol. 91, 06008. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199106008>
9. Karieva, E., Akhmetshina, L., Mottaeva, A. (2020). Green economy in the world and in Russia: Preconditions and prospects, *E3S Web of Conferences*, vol. 217, 07008. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021707008>
10. Евдокимова Н.Е. Динамика эмиссии парниковых газов и развитие сельского хозяйства: от каменного века до космического // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. 2023. № 1. С. 56-68. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54330466_80301186.pdf (дата обращения: 09.09.2023).
11. Научно-исследовательский институт органического сельского хозяйства (FiBL). URL: <https://www.fibl.org/en/> (дата обращения: 09.09.2023).
12. Национальный органический союз. URL: <https://rosorganic.ru/> (дата обращения: 09.09.2023).
13. Технологии для смягчения последствий изменения климата. URL: <https://c2e2.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/06/5-technologies-for-climate-change-mitigation-agriculture-russian-final-2.pdf> (дата обращения: 09.09.2023).
14. Рудой Е.В., Петухова М.С., Рюмкина С.В., Труфляк Е.В., Курченко Н.Ю. Научно-обоснованный прогноз развития точного земледелия в России / Новосибирский государственный аграрный университет; Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. 138 с. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/516921043.pdf?ysclid=lmboxc9718528974451> (дата обращения: 09.09.2023).

Информация об авторах:

Ахметшина Лилия Габдулхаковна, кандидат экономических наук, доцент, доцент Департамента отраслевых рынков факультета экономики и бизнеса Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4040-5470>, lgahmetshina@fa.ru
Порвадов Максим Геннадьевич, доктор экономических наук, доцент, заместитель начальника кафедры гуманитарных и социальных наук Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-5160-2357>, porvadov@mail.ru
Шангутов Антон Олегович, доктор военных наук, доцент, доцент кафедры продовольственного и вещевого обеспечения Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7054-8109>, army_5559@mail.ru

Information about the authors:

Liliya G. Akhmetshina, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the Department of industrial markets of the faculty of economics and business of the Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4040-5470>, lgahmetshina@fa.ru
Maxim G. Porvadov, doctor of economic sciences, associate professor, deputy head of the department of humanities and social sciences of the Perm Military Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-5160-2357>, porvadov@mail.ru
Anton O. Shangutov, doctor of military sciences, associate professor, associate professor of the department of food and clothing supply of the Perm Military Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7054-8109>, army_5559@mail.ru





Научная статья

УДК [911. 2. 550.4] 574 (470. 311)

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_572

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИБРЕЖНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОСТУПНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ

Т.В. Папаскири¹, Л.И. Бойценюк¹, В.С. Груздев¹,
М.А. Хрусталева², С.В. Суслов¹, И.Г. Руда¹

¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. На примере двух групп водоемов — Учинского и Пестовского водохранилищ, расположенных в Пушкинском городском округе, а так же Люберецких карьеров в Люберецком городском округе показано, что при неорганизованных формах отдыха населения у берега водоема, при отсутствии административных ограничений, деградация природной среды определяется потоком отдыхающих, количество которых, в свою очередь, зависит от доступности мест отдыха из-за удаленности, наличия транспорта. Происходит стихийное формирование тропинойной сети, автостоянок, свалок мусора, замусоривание территории. Типичная модель поведения отдыхающих предполагает оставление на месте отдыха всех образующихся отходов и при устойчивом росте количества населения региона требуется принятие ограничительных мер для водоемов имеющих водохозяйственное значение, создание условий для организованного отдыха у водоемов защитного лесопаркового пояса.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, поверхностный сток, биогенные элементы

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RECREATIONAL LOAD ON COASTAL ECOSYSTEMS DEPENDING ON ACCESSIBILITY FOR THE POPULATION

T.V. Papaskiri, L.I. Boytsenyuk, V.S. Gruzdev,
M.A. Khrustaleva, S.V. Suslov, I.G. Ruda

¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. Using the example of two groups of reservoirs — the Uchinsky and Pestovsky reservoirs, located in the Pushkinsky urban district, as well as the Lyubertsy quarries in the Lyubertsy urban district, it is shown that with unorganized forms of recreation for the population near the shore of the reservoir, in the absence of administrative restrictions, the degradation of the natural environment is determined by the flow of vacationers, the number of which in turn depends on the accessibility of recreational areas due to remoteness and the availability of transport. There is a spontaneous formation of path networks, parking lots, garbage dumps, and littering of the territory. A typical model of behavior for vacationers involves leaving all generated waste at the vacation spot, and with a steady increase in the population of the region, it is necessary to take restrictive measures for reservoirs of water economic importance, and create conditions for organized recreation near reservoirs in the forest park belt.

Keywords: agricultural land, surface runoff, biogenic elements

Введение. В современных условиях в России возобладали принцип сегрегации населения в городских мегаполисах с размещением с предельной плотностью. Так, при общем росте численности москвичей за последние десятилетия 13 097 539 человек (2023), плотность населения — 5114,23 чел./км², возникают отдельные районы застройки со сверхплотным размещением населения, например микрорайон Зябликово с плотностью населения 30,5 тыс. человек на квадратный километр. [1] Такие показатели близки к мировому рекорду. Скуденность населения неизбежно создает существенные экологические риски, связанные с загрязнением воздуха в том числе продуктами истирания асфальта и резиновых автопокрышек, кратный рост уровня электромагнитного излучения от повсеместно используемой электронной техники, шумовое загрязнение среды, а так же постоянное беспокойство от скученности, в попытках на мышах показавшее крайне негативное влияние на популяцию. Такой техногенный прессинг вызывает у части населения стремление отдохнуть от проблем постоянной скученности, что явно проявляется в существовании огромных потоков транспорта за пределы города в конце

рабочей недели. Существенная часть городских жителей предпочитает отдых у воды, в лесопарковой зоне и поскольку поток отдыхающих направлен за пределы мегаполиса, основная рекреационная нагрузка падает на территорию московской области. В большинстве случаев местная администрация не в состоянии обеспечить организованные формы отдыха, позволяющие минимизировать вред окружающей среде по причине отсутствия средств, в результате происходит замусоривание, загрязнение отходами жизнедеятельности, повреждение растительного покрова.

Под рекреационным использованием обычно понимают деятельность населения связанная с реализацией различных видов занятий — пляжный отдых, туризм, спорт как на прибрежной территории так и акватории водоемов, как правило нагрузка на побережье существенно выше чем на акваторию. При этом различные виды использования могут носить сезонный характер, оказывать различное воздействие на окружающую среду. Воздействие на водную среду может быть как прямым — утечки нефтепродуктов, смыв загрязнений с тел отдыхающих, так и вторичное загрязнение от

поверхностного стока загрязненного мусором, продуктами жизнедеятельности отдыхающих.

При рассмотрении влияния рекреации на природную среду следует различать организованный и неорганизованный отдых. В первом случае используются организационные и технические меры, перераспределяющие потоки отдыхающих во времени и пространстве, существенно снижающие влияние потока отдыхающих, во втором случае, типичном для Подмоскovie, единственным ограничивающим фактором служит наличие либо отсутствие элементарной культуры у отдыхающих. [2,3]

Отдельные виды рекреационного использования территории существенно отличаются по характеру и интенсивности воздействия на прибрежно-водные экосистемы, так, рыболовство оказывает воздействие в основном на узкую полосу береговой линии, используемую для передвижения и расположения рыболовов, в указанной зоне формируются тропинойная сеть и полностью вытопанные участки размещения отдыхающих. При сочетании пляжного отдыха с устройством пикников и спортивных элементов, воздействию подвергается более широкая прибрежная полоса. [4,5]

Материалы и методы. Исследование динамики лесных и луговых фитоценозов в зоне активного антропогенного воздействия связанного с неорганизованной рекреацией в прибрежной зоне Пестовского и Учинского водохранилищ выполнены с использованием маршрутных обследований. В зоне активно используемой в рекреационных целях проведено сплошное обследование двух площадок с разным характером рекреационного использования, обследование проводилось от уреза воды до 50...100 м. На каждой площадке на различных расстояниях от уреза воды выбирались пробные площадки шириной до 10 м, на которых производился подсчет количества, обилия, жизненных форм видов растений, на площадке выполнялись 3...4 почвенных разреза в мало нарушенной и активно используемой зоне, отбирались усредненные образцы для последующего анализа. Химический состав почв определялся рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «AXIOS Advanced».

Результаты и обсуждения. При маршрутно-ключевом обследовании состояния фитоценозов водохранной зоны Учинского водохранилища установлено, что лесные массивы на правом берегу Учинского водохранилища в силу наличия постоянной охраны территории примыкающей к водозаборным сооружениям, мало посещаются населением и поэтому слабо нарушены. Леса на левом берегу водохранилища доступны для свободного посещения и как следствие значительно сильнее нарушены в результате использования населением для отдыха, так как поблизости располагаются населенные пункты, имеются дороги с твердым покрытием, обеспечивающие доступность данной территории для посещения населением. [6,7]. Рекреационное использование приводит к формированию тропинойной сети, несанкционированных автомобильных проездов, вытаптыванию травяного покрова, кустарничков и древесного подраста. Поэтому в местах постоянного рекреационного использования лесная подстилка тонкая и местами разрушена, травяно-кустарничковый покров не сомкнут. Почвы уплотнены в зоне передвижения отдыхающих.

Район исследования включал участки, примыкающие к Пестовскому и Учинскому водо-

хранилищам канала имени Москвы. Данная территория относится к 42 кварталу Тишковского участкового лесничества. Длина береговой линии Тишковского залива Пестовского водохранилища, на которой присутствуют отдыхающие составляет 800 м, ширина прибрежной полосы, занятая отдыхающими достигает 70 м. Примерная площадь занимаемая отдыхающими в жаркие месяцы с июня по август составляет 7 га.

Территория, прилегающая к Тишковскому заливу Пестовского водохранилища постоянно используемая для пляжного отдыха, пикников, рыбалки, находится более 1 км от асфальтированной дороги. Что бы добраться до кромки воды, посетители передвигаются по грунтовым дорогам, проложенным по землям лесного фонда. Передвижение автотранспорта приводит к уничтожению травяного покрова, подлеска по всей длине проезда, что вынуждает лесничество препятствовать проезду, периодически перекапывая наезженные колеи, но отдыхающие прокладывают через лес новые проезды, разрушая почвенный покров.

Лесной массив, примыкающий непосредственно к зоне отдыха — естественный ельник с примесью березы, осины, незначительной примесью широколиственных пород — дуба, клена. Подлесок представлен бересклетом, подростом осины, клена, дуба. В травяном покрове преобладают ландыш, сныть, копытень.

По границе леса имеются групповые посадки кустарников (пузыреплодник, дерен), выполненные лесничеством с целью уменьшить доступность территории имеющей водохранное значение для прохода отдыхающих. Имеются участки сплошных зарослей борщевика Сосновского.

Почвы характерны средне и тяжелосуглинистые подзолистые, местами вдоль уреза воды легко суглинистые, песчаные.

По границе водоема имеются безлесные участки ширина которых не превышает 20-30 метров. Эта зона, активно используется для отдыха. В разнотравье представлены типичные виды луговых трав, видовой состав которых варьирует в зависимости от сочетания почвенно-влажностных условий произрастания. На сухих возвышенных участках преимущественно распространены злаковые травы, в условиях

повышенного увлажнения доминирует сныть. Тропинки и площадки по которым происходит активное передвижение отдыхающих отличаются резким увеличением плотности грунта с 2.0-2.1 г/см³ до 2.5-2.7 г/см³ для них характерен типичный видовой состав трав устойчивых к вытаптыванию — мятлик — до 80%, спорыш, подорожник, одуванчик.

На почвах легкого гранулометрического состава — песке преобладают еже сборная, спорыш, подорожник, лисохвост, тысячелистник. В связи с вытаптыванием на уплотненных участках наблюдаются разреживание травостоя и общее угнетение растений.

По урезу воды произрастают различные виды ив, ольха серая, черемуха.

В прибрежном травостое преобладают сныть, крапива. На участке полностью отсутствует инфраструктура, для обеспечения рекреационного использования территории — организована дорожно — тропинойная сеть, стоянки транспорта, мусорные контейнеры, туалеты.

Поскольку территория используется примерно постоянным контингентом, замусоривание открытых участков минимально, мусор частично вывозится, под пологом леса имеются отдельные мусорные кучи, места отправления физиологических нужд, а так же равномерно распределенный мусор по площади леса, примыкающей к стихийной зоне отдыха. Относительная труднодоступность участка за счет удаленности от дорог общего пользования и ограниченность площади пригодной для отдыха, в целом, сохраняют постоянную антропогенную нагрузку в течение 5 лет. Количество отдыхающих в летний период в выходные дни на берегу Тишковского залива составляет: 500 человек на 800 м доступного берега, в рабочие — до 100 человек остающихся, как правило, на не оборудованных стоянках по нескольку дней.

Характер рекреационного использования второго исследованного участка — берег Учинского водохранилища, находящийся в 100-150 метрах от дороги общего пользования определяется именно близостью дороги и характером дна водохранилища, мало пригодного для купания и пляжного отдыха — на дне присутствуют бетонные конструкции защищающие берег от размывания, а избыточное поступление



Рисунок 1. Куртина борщевика Сосновского по границе леса
Figure 1. A clump of Sosnovsky's hogweed along the forest border



Рисунок 2. Кострища на берегу Пестовского водохранилища
Figure 2. Fire pits on the shore of the Pestovskoye reservoir



Рисунок 4. Берег Учинского водохранилища
Figure. 4. The shore of the Uchinskoye reservoir



Рисунок 3. Стихийная стоянка отдыхающих
Figure. 3. Spontaneous parking for vacationers

биогенных элементов и тяжелых металлов в водоемы оказывает негативное влияние на их экологическое состояние. [8]

Лесной массив — ельник с примесью березы и осины, вдоль береговой линии имеются старовозрастные посадки березы и липы. Подлесок представлен бересклетом, жимолостью, подростом березы, осины, клена, дуба. Травяной покров разреженный, представлены осоки, злаковые травы, копытень, кислица.

Непригодность участка для купания приводит к использованию его в основном для рыбалки, посетители редко задерживаются более 4-5 часов и поскольку другие виды отдыха их не интересуют, оставляют за собой существенно больше мусора, пищевых отходов, привлекающих в частности птиц. Большинство отдыхающих на данном участке ведет себя типично — проходит к месту лова по тропинкам, наблюдается полное вытаптывание растительности. Кучи отходов расположены вдоль берега регулярно через каждые 5-10 метров, и приурочены к местам рыбной ловли.

Примыкающая к берегу полоса леса шириной до 100 метров равномерно замусорена на всем протяжении. Узкая прибрежная полоса вытоптана шириной 5-10 метров.

Для сравнения влияния рекреации на состояние прибрежных зон водоемов изучали состояние большого и малого люберецких карьеров, расположенных по окраине г. Дзержинский. Город Дзержинский расположен в Ближнем Подмоскovie, на юго-восток от города Москвы. Он находится в подзоне широколиственно-хвойных лесов лесной зоны. По физико-географическому районированию территория относится к Мещерской ландшафтной провинции, для которой характерно широкое распространение четвертичных флювиогляциальных преимущественно песчаных отложений. Пруды в центре города и заполненные водой выработанные песчаные карьеры около города. В них систематически поступают в том или ином виде стоки, что приводит к загрязнению поверхностных вод. Расположенный в популярной зоне отдыха горожан Томилином лесопарке карьер с площадью водосбора 12 км² относится к бассейну р. Пехорка (левый приток р. Москва). В настоящее время восточный берег карьера оборудован под городской пляж и в период купального сезона городскими службами осуществляется контроль за санитарным состоянием территории пляжа и его уборка, также запрещен проезд к карьеру на автомобилях,

что отсутствует на противоположной стороне карьера (п. Котельники).

Для лесопарка характерны участки березового и соснового леса, второй ярус древостоя сильно изменен присутствием заносных видов — яблони, вишни, сливы, черешни, цепадауса, в кустарничковом ярусе кроме типичных черники малины, представлены заносные виды — пузыреплодник, дерен, магония. В травостое присутствуют злаки, земляника, душица. Почвы характерны песчаные и супесчаные подзолистые. Водоемы расположены в пешей доступности от г. Дзержинский в непосредственной близости от МКАД, что делает их популярным объектом отдыха. Однако близость промышленной зоны приводит к загрязнению тяжелыми металлами выше ПДК, кроме того, при рекультивации часть карьера была засыпана промышленным грунтом, содержащим строительные отходы а так же загрязненный грунт с нефтеперерабатывающего завода, содержащий серу, мстами (до 100 г/м²) и сернистые соединения.

Тем не менее, близость к жилой застройке делает данный водоем популярным местом отдыха. Вдоль кромки лесного массива имеются вытоптанные площадки, используемые для пикников через каждые 10-15 метров, песчаный



Рисунок 5. Большой люберецкий карьер
Figure. 5. Big Lyubertsy quarry



Рисунок 6. Рекультивация большого люберецкого карьера
Figure 6. Reclamation of the large Lyubertsy quarry



Рисунок 7. Малый люберецкий карьер
Figure. 7. Small Lyubertsy quarry

грунт легко выбивается и тропиночная сеть лишена растительного покрова, усиливает эффект разрушения почвы езда на квадроциклах, что приводит к усилению водной эрозии и постепенному разрушению кромки карьера. На малом люберецком карьере плотность отдыхающих существенно ниже, так же устраиваются пикники и пляжный отдых. В силу близости карьеров к жилой застройке главным фактором рекреационного использования территории является замусоривание. Типичная модель поведения отдыхающих — оставлять на месте все принесенное с собой, так что в местах постоянно используемых для пикников сформирован урбанизм толщиной до 10-15 см.

Закключение. Сравнительный анализ рекреационной нагрузки побережий водоемов в Пушкинском и Люберецком районах Московской области, показывает, у отдыхающих типичную модель поведения — приносить с собой необходимое для отдыха и ничего не забирать с собой. Этот тип поведения одинаково проявляется во всех случаях и чем доступнее территория, выше её посещаемость, тем сильнее проявляется замусоривание, в дальнейшем с поверхностным стоком загрязняющее водоемы. Единственным способом снижения рекреационной нагрузки может служить ограничение потока

отдыхающих, например при передаче прибрежных территорий в долгосрочную аренду, либо обустройство парковой зоны с необходимыми элементами организованного использования — стоянками автотранспорта, дорожно-тропиночной сети с твердым покрытием, наличием мест общего пользования, мусорных контейнеров. Примером может служить природный парк, организованный на Плещеевом озере с площадками для активного отдыха и запретом пользования большей частью береговой линии. Из объектов благоустройства можно отметить устройство ограждений, препятствующих свободному проходу к берегу озера у природного объекта «синий камень» с кассой на входе.

Список источников

1. rosstat.gov.ru
2. Авакян А.Б., Бойченко В.К., Салтанкин В.П. Некоторые вопросы рекреационного использования водохранилищ // Водные ресурсы. 1986. № 3. с. 77-84.
3. Ланцова И.В. Рекреационное водопользование как фактор формирования качества воды // Вода: химия и экология. 2009. № 2. с. 2-7.
4. Шаповалов Д.А., Груздев В.С., Балоян Б.М., Ухоботина Е.В., Хромов В.М. Тяжелые металлы в малых водоемах Подмоскovie // Мелиорация и водное хозяйство. 2009. № 6. с. 20-23.
5. Григорьева И.Л., Чекареева Е.А. Влияние рекреационного водопользования на качество воды Иваньков-

ского водохранилища // Известия РАН. Серия географическая. 2013. № 3. с. 63-70.

6. Ланцова И.В., Григорьева И.Л., Тихомиров О.А. Водохранилища как объект рекреационного использования. Тверь: ТГУ, 2004. 160 с.

7. Груздев В.С., Суслов С.В. Изменение состава и структуры компонентов ландшафтов лесной зоны в условиях техногенеза: монография. М.: ИНФРА-М, 2023. 180 с.

8. Чекареева Е.А., Григорьева И.Л. Оценка выноса биогенных элементов и тяжелых металлов малыми водами притоками в Иваньковское водохранилище // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Труды IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь, 2023. С. 139-143.

References

1. rosstat.gov.ru
2. Avakyan A.B., Boychenko V.K., Saltankin V.P. (1986). *Nekotorye voprosy rekreacionnogo ispol'zovaniya vodohranilishch* [Some issues of recreational use of reservoirs]. Water Resources, no. 3, pp. 77-84.
3. Lantsova I.V. (2009). *Rekreacionnoe vodopol'zovanie kak faktor formirovaniya kachestva vody* [Recreational water use as a factor in the formation of water quality]. Water: chemistry and ecology, no. 2, pp. 2-7.
4. Shapovalov D.A., Gruzdev V.S., Baloyan B.M., Ukhobotina E.V., Khromov V.M. (2009). *Tyazhelye metally v malyyh vodoemah Podmoskov'ya* [Heavy metals in small reservoirs of the Moscow region]. Land reclamation and water management, no. 6, pp. 20-23.
5. Grigorieva I.L., Chekmareva E.A. (2013). *Vliyaniye rekreacionnogo vodopol'zovaniya na kachestvo vody Ivan'kovskogo vodohranilishcha* [The influence of recreational water use on the water quality of the Ivankovo Reservoir]. Izvestiya RAS, Geographical series, no. 3, pp. 63-70.
6. Lantsova I.V., Grigorieva I.L., Tikhomirov O.A. (2004). *Vodohranilishcha kak ob'ekt rekreacionnogo ispol'zovaniya* [Reservoirs as an object of recreational use], Tver, TGU, 160 p.
7. Gruzdev V.S., Suslov S.V. (2023). *Izmeneniye sostava i struktury komponentov landshaftov lesnoj zony v usloviyakh tekhnogeneza: monografiya* [Changes in the composition and structure of landscape components in the forest zone under the conditions of technogenesis: monograph], Moscow, INFRA-M, 180 p.
8. Chekmareva E.A., Grigorieva I.L. (2023). *Ocenka vynosy biogennykh elementov i tyazhelykh metallov malymi vodami pritokami v Ivan'kovskoe vodohranilishche* [Assessment of the removal of nutrients and heavy metals by small water tributaries into the Ivankovo Reservoir]. Modern problems of reservoirs and their catchments. Proceedings of the IX All-Russian scientific and practical conference with international participation, Perm, pp. 139-143.

Информация об авторах:

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

Бойченко Леонид Иосифович, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат биологических наук, профессор кафедры цифрового земледелия и ландшафтного проектирования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>, leboj@yandex.ru

Груздев Владимир Станиславович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>, Gruzdev-vladimir@yandex.ru

Сулов Сергей Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры цифрового земледелия и ландшафтного проектирования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7286-042X>, sus2014.sus@yandex.ru

Хрусталева Марина Антоновна, кандидат географических наук, с.н.с. кафедры физической географии и ландшафтоведения, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0129-5635>, marinahrust@rambler.ru

Руда Иван Глебович, магистрант, Государственный университет по землеустройству

Information about the authors:

Timur V. Papaskiri, doctor of economic sciences, candidate of agricultural sciences, professor, acting rector, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru

Leonid I. Boytsenyuk, doctor of agricultural sciences, candidate of biological sciences, professor of the department of digital farming and landscape design, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>, leboj@yandex.ru

Vladimir S. Gruzdev, doctor of geographical sciences, professor, head of the department of civil engineering, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>, Gruzdev-vladimir@yandex.ru

Sergey V. Suslov, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of digital farming and landscape design, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7286-042X>, sus2014.sus@yandex.ru

Maria A. Khrustaleva, candidate of geographical sciences, senior researcher department of physical geography and landscape science, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0129-5635>, marinahrust@rambler.ru

Ivan G. Ruda, master student, State University of Land Use Planning





НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

О.А. Драгич, К.А. Сидорова, А.А. Матвеева, Т.А. Юрина

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ экологического состояния городских территорий. Выявлены основные антропогенные факторы, загрязняющие окружающую среду. В первую очередь это автомобильный транспорт и предприятия, которые выделяют предельно допустимые концентрации оксида углерода, формальдегида, диоксида азота и др. Воды поверхностных источников содержат железо, марганец, азот аммонийный; подземные источники характеризуются наличием кремния, аммиака, марганца, железа. Согласно результатам отобранных проб, Тюменским ЦИМС из источников хозяйственно-питьевого водоснабжения на санитарно-химические показатели 50% проб не соответствовали нормативным значениям. Анализ экологического состояния городской местности позволил заключить, что на здоровье жителей города влияют качество и безопасность воды и продуктов питания, загрязненность атмосферного воздуха. Соблюдение законодательства в области экологии, информационная открытость сведений о состоянии природных ресурсов, позволит решить многие вопросы по данной проблеме, являющейся актуальной для жителей города.

Ключевые слова: окружающая среда, экология, загрязнение, факторы, транспорт, предприятия, вода, воздух, здоровье

Original article

SOME QUESTIONS OF THE ECOLOGICAL STATE OF URBAN AREAS

O.A. Dragich, K.A. Sidorova, A.A. Matveeva

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

Abstract. The article presents an analysis of the ecological state of urban areas. The main anthropogenic factors polluting the environment have been identified. First of all, these are motor vehicles and enterprises that emit maximum permissible concentrations of carbon monoxide, formaldehyde, nitrogen dioxide, etc. The waters of surface springs contain iron, manganese, ammonium nitrogen; underground springs are characterized by the presence of silicon, ammonia, manganese, iron. According to the results of the samples taken, 50% of the samples from the Tyumen CIMS from the sources of household and drinking water supply for sanitary and chemical indicators did not meet the regulatory values. The analysis of the ecological state of the urban area allowed us to conclude that the health of city residents is affected by the quality and safety of water and food, air pollution. Compliance with legislation in the field of ecology, information openness of information about the state of natural resources, will allow solving many issues on this problem, which is relevant for residents of the city.

Keywords: environment, ecology, pollution, factors, transport, enterprises, water, air, health

Введение. Экологическое состояние городских территорий на сегодняшний день волнует не только администрацию города, но и неравнодушных жителей и общественность, хотя, по оценке областного Департамента недропользования и экологии, состояние окружающей среды в последние годы является удовлетворительным. [1]

Но, несмотря на это, уровень загрязнения водоемов, почвенного слоя земли и атмосферного воздуха в городе остается еще довольно высоким и требует принятия соответствующих мер. Существует два основных фактора загрязнения окружающей среды — природные и антропогенные. [8]

Природные составляющие связаны с физико-географическим положением города, так как ближайшие соседи — это промышленные города Урала — Екатеринбург, Нижний Тагил, Каменск-Уральский, что, собственно, привело к трансграничному, атмосферному и гидротехногенному переносу загрязняющих веществ на территорию города Тюмени. [3]

Локальные антропогенные факторы ассоциируются с двумя главными поставщиками техногенных веществ в атмосферу, почву, поверхностные и грунтовые воды: промышленными предприятиями и автотранспортом. [9,10]

Актуальность темы заключается в изучении всесторонних подходов к ограничению

негативного воздействия антропогенных факторов на окружающую среду в условиях города.

Цель исследования: Анализ воздействия факторов загрязнения на городские территории и их экологическое состояние.

Материалы и методы. В работе использованы статистические данные Департамента недропользования и экологии по Тюменской области, и их анализ.

По сведениям многих исследователей, экологическое состояние городских территорий зависит от следующих факторов: 1) Влияния автомобильных выхлопов — население города постоянно прирастает, развивается транспортная сеть и количество автомобилей постоянно увеличивается, поэтому около 80% загрязнений воздуха составляют выхлопы транспорта. Из-за растущего количества машин городские дороги дополняются полосами для движения, причем за счет прилегающих к ним зеленых территорий с газонами и деревьями. 2) Влияния промышленных предприятий — в Тюмени, как и в других крупных городах, на экологическое состояние ресурсов влияют промышленные предприятия с вредными выбросами, их количество не критично, но вносит свой вклад во вред экологии. [3,5,7]

Основными крупными предприятиями являются: — ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2; заводы: Антинский НПЗ, Металлургический завод,

«Газтурбосервис», Тюменский аккумуляторный завод и т.д., а так как границы города постоянно расширяются, то мощности ТЭЦ также увеличиваются, что негативно влияет в целом на экологию.

Особой опасностью для здоровья человека являются чужеродные компоненты, поступающие с водой, воздухом, продуктами питания — нитро- и аminosоединения, лекарственные и дезинфицирующие средства, полициклические ароматические углеводороды, которые устойчивы к разрушению в окружающей среде. При анализе экологического состояния Тюмени, использовались данные Тюменского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — филиала ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС» (далее- Тюменский ЦГМС).

а) несмотря на то, что уровень загрязнения воздуха оценивается, как повышенный, в сравнении с 2020 годом индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) вырос на 2 усл. единицы с 4 до 6, значительного роста показателя не произошло по причине изменения оценки уровня загрязнения в связи с введением в действие норматива СанПин 1.2.3685-21;

б) за последнее пятилетнее наблюдение, начиная с 2017 года по 2021 год, выросли концентрации оксида углерода, диоксида азота и формальдегида, если обратиться к карте города, то предельно допустимая



концентрация загрязняющих веществ наблюдается в следующих местах: фенола более, чем в 3 раза в заречной части города (район улиц Щербакова и Речная), формальдегида, более, чем в 1,2 раза в районе пересечения улиц Профсоюзная и Республики, взвешенных веществ до 1,07 предельно допустимой концентрации в районе улицы Таврическая. [2]

Главные причины наличия проб с превышением предельно допустимой концентрации абсолютно очевидны для развивающейся столицы региона: рост количества автомобилей и промышленных предприятий, как основных источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу. [12]

Кроме того, стоит отметить, что по результатам полученных Тюменским ЦГМС проб, доля с превышением предельно допустимой концентрации гигиенических нормативов в границах прохождения автомагистралей составила всего 1%, в границах расположения промышленных предприятий — 0,38%. А по таким загрязнителям, как оксид азота, тяжелые металлы, углеводороды случаев выявления неудовлетворительных проб не было.

Таким образом, данные, полученные из результатов анализа Тюменского ЦГМС, позволяют сделать вывод о том, что в целом экологическое состояние атмосферного воздуха в городе Тюмени является благополучным.

Что касается ресурсов поверхностных вод, то они изменчивы из-за смены циклов маловодных и многоводных лет. [6]

Снабжение водой города осуществляется из источников, указанных в нижеприведенной таблице 2.2.1.

В реке Тура (пост г. Тюмень) максимальный расход воды в период паводка составил 718 м³/сек, минимальный в зимний период — 26,9 м³/сек, средний расход воды в реке Тура за многолетние наблюдения составляет 209 м³/сек, в 2020 году расход составил 236 м³/сек, в 2021 году — 120 м³/сек (57,4% от уровня 2020 года).

Если сравнить с показателем 2020 года, то суммарный забор пресной поверхностной воды снизился на 7,17% и составил 312,99 млн м³. Основная причина заключается в снижении объема забранной воды крупнейшим водопользователем — ПАО «Фортум» — филиалом Энергосистемы «Западная Сибирь» Тюменская ТЭЦ-1.

Аналогично, объем сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты в 2021 году, также уменьшился на 8% и составил 26млн м³.

Почти 70% стоков отведено в поверхностные водные объекты нормативно чистыми, они не требуют очистки, однако, объем нормативно чистых стоков уменьшился на 11% (это связано со снижением объема потребления воды Тюменской ТЭЦ-1).

Более 27% от всего объема водоотведения приходится на долю загрязненных сточных вод, и этот показатель ежегодно, пусть и не большими темпами, но растет. Основной объем недостаточно очищенных сточных вод — более 66 млн м³, поступил от городских канализационных очистных сооружений. Кроме того, увеличилось количество сточных вод, сбрасываемых без очистки почти на 3 млн м³/год за счет увеличения объема забираемых вод ООО «Тюмень Водоканал». Также есть и другие причины увеличения массы сброса загрязняющих веществ:

наличие высоких концентраций загрязняющих веществ от абонентов-жителей города, сброс использованной минеральной воды от санаторно-профилактических учреждений, увеличение объемов производства предприятиями промышленности.

По результатам отобранных проб Тюменским ЦГМС из источников хозяйственно-питьевого водоснабжения на санитарно-химические показатели половина проб не соответствовала нормативным требованиям, по микробиологическим всего 2,3%.

Возбудителей инфекционных заболеваний в воде источников хозяйственно-питьевого водоснабжения не выявлено.

Воды поверхностных источников водоснабжения города содержат железо, марганец, азот аммонийный. Подземные воды Тюменской области характеризуются присутствием природного аммиака, кремния, марганца, железа. В Западно-Сибирском регионе в результате естественных природных процессов формируется химический состав природных вод, это является особенностью водных ресурсов нашего региона. [13]

Контроль содержания тяжелых металлов в почве городского округа осуществляет ФГБУ «Государственная станция агрохимической службы «Тюменская». По результатам проведенных исследований ухудшения экологического состояния земельных ресурсов на участках локального мониторинга не установлено. Почвы пригодны для выращивания любых культур без ограничения. [11]

Таким образом, максимальное содержание нормируемых показателей химических элементов в почве не превышало 0,6 ПДК.

Так как санитарное благополучие населения зависит и от качества почвы, поэтому также проводятся в рамках санитарного контроля исследования почвы в селитебных зонах, в зонах санитарной охраны водозаборов, в границах животноводческих комплексов, в зонах влияния промышленных предприятий.

Согласно Докладу Департамента недропользования Тюменской области «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тюменской области» в 2021 году доля проб почвы, не соответствующих установленным нормативам качества по санитарно-химическим показателям, в целом по области составила 1,3% (в 2020 году — 0,6%), по микробиологическим — 2,0% (3,0%), по паразитологическим — 0,38% (0,8%).

Анализируя вышеизложенное, можно оценить экологическое состояние земельных ресурсов как удовлетворительное, но для предотвращения негативных изменений и повышения качества земель необходим комплекс мероприятий по стабилизации и восстановлению земельных угодий и улучшению общей экологической обстановки.

Наряду с социально-экономическими, факторы окружающей среды вносят значительный вклад в показатели заболеваемости и смертности населения и влияют на демографическую ситуацию в регионе.

Анализ экологического состояния ресурсов города позволяет заключить, что на здоровье жителей областного центра влияют: — качество и безопасность питьевой воды и продуктов питания; — воздействие физических факторов неионизирующей природы (шум), а также условия производственной среды; — загрязненность атмосферного воздуха (выбросы автотранспорта). [4]

В целях контроля за санитарным благополучием населения Роспотребнадзор осуществляет проведение исследований атмосферного воздуха, питьевой воды и воды в точках водоразбора, а также в почве. [7]

По результатам проведенных исследований установлено, что в городе высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха (5 ПДК и более) не регистрировался. Средние концентрации загрязняющих веществ в 2022 году не превышали гигиенических нормативов.

Качество воды централизованных систем питьевого водоснабжения в Тюменской области в динамике улучшается по микробиологическим показателям, удельный вес не удовлетворительных проб в распределительной сети по санитарно-химическим показателям на 0,6% выше, чем в предыдущем.

В охране здоровья населения и санитарного состояния населенных мест важную роль играет правильная, регулярная очистка территорий населенных мест от разного рода отходов, образующихся в процессе жизнедеятельности человека. При этом, основным фактором, отражающим санитарное благополучие населения, является качество почвы.

На территории большинства округов города согласно результатам исследований, наблюдалось удовлетворительное санитарное состояние почв (без превышений ПДК), что свидетельствует об их безопасности.

Таблица 1. Источники водных ресурсов г.Тюмени
Table 1. Sources of water resources of the city Tyumen

№	Тип источника	Наименование	Производительность
1	Поверхностный	Метелевский водозабор (река Тура)	150 тыс. м ³ в сутки
2	Подземные воды	Велижанское месторождение	128 тыс. м ³ в сутки

Таблица 2. Содержание в почве химических элементов
Table 2. Content of chemical elements in the soil

№	Наименование элементов	Значение, мг/кг	Кратность ПДК (предельно допустимая концентрация)
1	Медь	0,09-0,24	Не более 0,08
2	Цинк	0,22-1,56	Не более 0,06
3	Кадмий	0,01-0,07	Не установлено превышение
4	Свинец	0,35-1,31	Не более 0,2
5	Никель	0,38-2,43	Не более 0,6





Заключение. Таким образом, основными факторами, влияющими на экологическое состояние города являются:

- высокая концентрация транспортных средств на улицах;
- влияние процессов работы промышленных предприятий;
- пониженная активность выработки кислорода старовозрастными деревьями, находящимися в неудовлетворительном состоянии, ухудшение их пылезащитных свойств, неудовлетворительное состояние городских лесов;
- негативное влияние бытовых отходов населения на его здоровье и окружающую среду в границах города Тюмени
- низкая способность водных объектов к самовосстановлению;
- сток ливневых и талых вод в водные объекты по уклонам местности, а также загрязнение прибрежных полос;
- несоблюдение санитарных норм и правил пожарной безопасности жителями и гостями города Тюмени.

В совокупности всех методов борьбы общества за улучшение экологической обстановки, одним из самых действенных является государственный экологический контроль, функции которого в нашем регионе осуществляет областная Департамент недропользования и экологии.

Соблюдение законодательства в области экологии, информационная открытость сведений о состоянии природных ресурсов позволяют решить многие вопросы, волнующие городских жителей.

Список источников

1. Галковская А.В., Ахшиятова Н.И., Сидорова К.А. Распространение свинца и его влияние на организм. Новый взгляд на развитие аграрной науки. Сборник материалов Научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых. 2021. С. 171-176.
2. Драгич О.А., Сидорова К.А., Шикова К.А. Загрязнение продуктов питания токсическими веществами. Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Тюмень, 2022. С. 132-137.
3. Драгич О.А., К.А. Сидорова Т.А. Юрина [и др.] Эколого-биологические аспекты повышения устойчивости организма в условиях Тюменского севера // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 4 (92). С. 510-515.
4. Драгич О.А., Юрина Т.А., Кильдышева Е.Е. К вопросу о загрязнении продовольственного сырья и продуктов

питания. Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2020. С. 125-130.

5. Матвеева А.А., Сидорова К.А., Юрина Т.А. Исследование состава микрофлоры ОСВ городских очистных сооружений в зависимости от сроков их хранения // Московский экономический журнал. 2021. № 9.

6. Сидорова К.А. и др. Основы безопасности пищевой продукции. Тюмень, 2020. 281 с.

7. Родионов А.И., Клущин В.Н., Систер В.Г. Охрана окружающей среды: процессы и аппараты защиты атмосферы: учебник для СПО. М.: Издательство Юрайт, 2019. 218 с.

8. Рябова Н.Н., Сидорова К.А., Юрина Т.А. Некоторые вопросы качества воды. Стратегия развития спортивно-массовой работы со студентами. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Отв. редакторы В.Я. Субботин, А.Н. Халин. Тюмень, 2021. С. 142-146.

9. Татарникова Н.А., Кочетова О.В., Сидорова К.А. [и др.] Некоторые вопросы оценки качества воды городского водозабора // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 5.

10. Юрина Т. А., Сидорова К.А., Жумадина Ш.М. Некоторые вопросы здорового образа жизни. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Стратегия развития спортивно-массовой работы со студентами». Тюмень, 2021. С. 217-220.

11. Швец Н.И., Сидорова К.А., Драгич О.А. [и др.] Исследование химических элементов в овощной продукции городских и сельских территорий // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 11 (125).

12. Endovicki R.V., Sidorova K.A., Pashayan S.A. the level of chemical elements in red and white clover В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 52062.

13. Kostarev S.N., Sereda T.G., Sidorova K.A., Kochetova O.V. Disinfecting of theleachate of solid waste landfills with the application of hydrobiological cleaning. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 52008

References

1. Galkovskaya A.V., Akhshiyatova N.I. & Sidorova K.A. (2021). *Rasprostraneniye svintsya i ego vliyaniye na organizm* [The spread of lead and its effect on the body]. A new look at the development of agricultural science. Collection of materials of the Scientific and practical conference of graduate students and young scientists, pp. 171-176.
2. Dragich O.A., Sidorova K.A. & Shikova K.A. (2022). *Zagryazneniye produktov pitaniya toksicheskimi veshchestvami* [Contamination of food with toxic substances]. Achievements of agricultural science to ensure food security of the Russian Federation. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists. Tyumen, pp. 132-137.

tific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists. Tyumen, pp. 132-137.

3. Dragich, O.A., Sidorova K.A. & Yurina T.A. (2019). *Ehkologo-biologicheskie aspekty povysheniya ustoychivosti organizma v usloviyakh Tyumenskogo severa* [Ecological and biological aspects of increasing the stability of the organism in the conditions of the Tyumen North]. Scientific life, vol. 14, no. 4 (92), pp. 510-515.

4. Dragich, O.A., Yurina T.A. & Kil'dysheva E.E. (2020). *K voprosu o zagryaznenii prodovol'stvennogo syr'ya i produktov pitaniya* [On the issue of contamination of food raw materials and foodstuffs]. Innovative development of the agro-industrial complex to ensure food security Rossiiskoi Federatsii. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, pp. 125-130.

5. Matveeva A.A., Sidorova K.A. & Yurina T.A. (2021). *Issledovanie sostava mikroflory OSV gorodskikh ochistnykh sooruzhenii v zavisimosti ot srokov ikh khraneniya* [Investigation of the composition of the soil microflora of urban wastewater treatment plants depending on their storage periods]. Moscow Economic Journal, no. 9

6. Sidorova K.A., Cheremenina N.A. & Beletskaya N.I. (2020). *Osnovy bezopasnosti pishchevoi produktsii* [Fundamentals of food safety]. Tyumen: HSE.

7. Rodionov A.I., Klushin V.N. & Sister V.G. (2019). *Okhrana okruzhayushchei sredy: protsessy i apparaty zashchity atmosfery* [Environmental protection: processes and devices for protecting the atmosphere], Moscow, Yurait.

8. Ryabova N.N., Sidorova K.A. & Yurina T.A. (2021). *Nekotorye voprosy kachestva vody* [Some water quality issues]. Strategy for the development of sports and mass work with students. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference, pp. 142-146.

9. Tatarnikova N.A., Kochetova O.V. & Sidorova K.A. (2022). *Nekotorye voprosy otsenki kachestva vody gorodskogo vodozabora* [Some issues of the recall of the water quality of the city water intake]. Moscow Economic Journal, vol. 7, no. 5.

10. Yurina T. A., Sidorova K.A. & Zhumadina S.H. M. (2021). *Nekotorye voprosy zdorovogo obraza zhizni* [Some questions of a healthy lifestyle]. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference Strategy for the development of mass sports work with students, Tyumen', pp. 217-220.

11. Shvets N.I., Sidorova K.A. & Dragich O.A. (2022). *Issledovanie khimicheskikh ehlementov v ovoshchnoi produktsii gorodskikh i sel'skikh territorii* [Research of chemical elements in vegetable products of urban and rural areas]. International Research Journal, no. 11 (125).

12. Endovicki R.V., Sidorova K.A. & Pashayan S.A. (2020). The level of chemical elements in red and white clover. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. pp. 52062.

13. Kostarev S.N., Sereda T.G., Sidorova K.A. & Kochetova O.V. (2019) Disinfecting of theleachate of solid waste landfills with the application of hydrobiological cleaning. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. pp. 52008

Информация об авторах:

Драгич Ольга Александровна, доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии и физиологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1086-5687>, dragichoa@gausz.ru

Сидорова Клавдия Александровна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедры анатомии и физиологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6912-7454>, sidorova@gausz.ru

Матвеева Анна Александровна, старший преподаватель кафедры землеустройства и кадастров, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5940-31-09>, matveevaaa@gausz.ru

Юрина Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, <http://orcid.org/0009-0006-3412-8864>

Information about the authors:

Olga A. Dragich, doctor of biological sciences, professor of the department of anatomy and physiology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1086-5687>, dragichoa@gausz.ru

Claudia A. Sidorova, doctor of biological sciences, professor, head of the department of anatomy and physiology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6912-7454>, sidorova@gausz.ru

Anna A. Matveeva, senior lecturer of the department of land management and cadastre, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5940-31-09>, matveevaaa@gausz.ru

Tatiana A. Yurina, candidate of biological sciences, associate professor of the department of land management and cadastre, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-3412-8864>



Научная статья
УДК 338.432+338.439
doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_579

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОКАЗАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

А.Ю. Павлов

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

Аннотация. Развитие мирового рынка органической продукции свидетельствует о его привлекательности для российских аграриев, с учетом наличия достаточного объема свободных сельскохозяйственных угодий и повышением спроса на органическое продовольствие. Вместе с тем, как показал проведенный анализ государственной аграрной политики, поддержка производителей традиционной и органической продукции на федеральном уровне не дифференцирована. Лишь в отдельных субъектах РФ реализуются региональные программы поддержки производителей органической сельскохозяйственной продукции, имеющие незначительные объемы финансирования. В связи с этим в статье проведено исследование подходов к оценке потенциала производства органической продукции на определенных типах сельских территорий и дифференциации государственной поддержки. Разработаны концептуальные положения, выступающие в качестве основы типологизации сельских территорий по возможности производства различных видов органической продукции. Предложен перечень показателей и трехэтапная методика ранжирования сельских территорий по потенциалу развития органического земледелия и животноводства. Обозначены возможные направления государственной поддержки производителей органической продукции в зависимости от типа территории.

Ключевые слова: органическая продукция, государственная поддержка, региональные программы, потенциал производства, типологизация территорий

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-20515, <https://rscf.ru/project/22-28-20515> на базе Пензенского государственного технологического университета.

Original article

CONCEPTUAL BASIS FOR RENDERING STATE SUPPORT TO ORGANIC PRODUCERS IN VARIOUS TYPES OF RURAL TERRITORIES

A.Yu. Pavlov

Penza State Technological University, Penza, Russia

Abstract. The development of the world market of organic products testifies to its attractiveness for Russian farmers, taking into account the availability of a sufficient amount of free agricultural land and an increase in demand for organic food. At the same time, as the analysis of the state agrarian policy has shown, support for producers of traditional and organic products at the federal level is not differentiated. Only in some regions of the Russian Federation are regional programs to support producers of organic agricultural products being implemented, which have insignificant amounts of funding. In this regard, the article studies approaches to assessing the potential of organic production in certain types of rural areas and differentiation of state support. Conceptual provisions have been developed that serve as the basis for the typologization of rural areas, if possible, for the production of various types of organic products. A list of indicators and a three-stage methodology for ranking rural areas according to the development potential of organic farming and animal husbandry are proposed. Possible directions of state support for organic producers are outlined, depending on the type of territory.

Keywords: organic products, state support, regional programs, production potential, typology of territories

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation grant № 22-28-20515, <https://rscf.ru/project/22-28-20515> on the basis of the Penza State Technological University.

Введение. В условиях новых глобальных вызовов экономическая и социальная значимость сельских территорий в России получила иное, чрезвычайно острое звучание, связанное с обеспечением продовольственной безопасности и независимости страны, с импортозамещением продуктов питания. Вместе с тем слабая диверсификация хозяйственной деятельности сельского бизнеса, недостаток ресурсов на местном уровне приводит к тому, что многие сельские муниципальные образования оказываются способны решать вопросы социально-экономического развития лишь при поддержке со стороны органов государственной власти. Наблюдаются значительные различия по уровню развития между пригородными и периферийными сельскими территориями, даже в рамках одного региона, что требует организации новых видов деятельности, в том числе в направлении

развития органического производства. На сегодняшний день производством органической продукции в России занимается менее 1% всех сельхозпредприятий. Доля России на мировом рынке всей органики крайне мала — 0,15%. Хотя у России есть «безграничные возможности» по выращиванию органических плодов и овощей ввиду большого количества свободной пашни, потенциально пригодной для такого производства [1].

В последнее десятилетие органическое сельское хозяйство получает все большее распространение в мире как альтернатива традиционному сельскому хозяйству. Принципы сохранения здоровья людей за счет потребления качественных продуктов питания, поддержания и сохранения для будущих поколений экологических систем во всем их разнообразии — это те основы, которые делают развитие

органического производства понятным и востребованным обществом [2].

По состоянию на 2022 г. производство органической продукции осуществлялось в 187 странах; органические сельскохозяйственные угодья занимали более 73 млн га; сбор дикорастущих растений, отвечающих принципам органического производства, осуществлялся на площади 35 млн га; продукцию производят более 3 млн хозяйствующих субъектов; рынок органической продукции составил около 110 млрд евро [3].

Развитие органического сельского хозяйства в мире характеризуется неоднородностью. Лидирующими странами по площади органических сельскохозяйственных угодий являются Австралия, Аргентина, Испания; по числу производителей органической продукции — Индия, Уганда, Эфиопия; по объему рынка органической продукции — США, Германия, Франция.



Основными глобальными рынками сбыта органической продукции являются рынки развитых стран, стран с более высоким уровнем доходов населения. В среднем в мире потребление органической продукции на душу населения составило 14 евро, в лидирующих по этому показателю странах потребление органической продукции существенно выше: Дания (344 евро), Швейцария (338 евро), Люксембург (265 евро). Россия, занимая передовые позиции в мире по поставкам продовольствия, существенно отстает по темпам развития органического производства. По данным ФАО, доля органических земель в России составляет только 0,3% всех сельскохозяйственных угодий, более трети производителей ориентированы на экспорт производимой продукции, при этом внутренний спрос на органическую продукцию не покрывается за счет собственного производства [4].

В настоящее время сертифицированные производители органической продукции действуют менее чем в половине субъектов РФ. Вместе с тем, учитывая растущий мировой рынок органической продукции и возможности насыщения внутреннего рынка, даже с учетом текущих проблем в отечественной и глобальной экономике, развитие производства органической продукции в нашей стране можно рассматривать в качестве одной из приоритетных задач повышения устойчивости аграрного сектора.

Методы исследования. В процессе исследования применяются следующие методы исследования — аналитический, системный, монографический и экспертной оценки. Использовались информационные и аналитические материалы Минсельхоза России, Союза органического земледелия, информационно-правовых порталов, труды ведущих ученых-экономистов, специализирующихся на изучении проблем производства органической продукции.

Результаты исследования. Ключевые проблемы перехода от традиционного сельского хозяйства к органическому, определяемые многообразием индивидуальных факторов и особенностей экономических, социальных, политических, культурных систем отдельных государств и территорий, являются предметом многих научных исследований [5, 6, 7].

В частности, в научной литературе рассматривается проблема дифференциации отдельных территорий по их потенциалу для развития органического сельского хозяйства. Целью такой дифференциации, как правило, является выработка более эффективных механизмов государственной поддержки производства органической продукции [8].

Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» (№ 264-ФЗ, ред. от 30.12.2021 г.) содержит основные направления государственной поддержки в сфере развития сельского хозяйства, в том числе поддержки производителей органической продукции, но не раскрывает конкретные формы поддержки [9].

В настоящее время поддержка производителей органической и традиционной продукции на государственном уровне осуществляется на общих основаниях, несмотря на особенности производства и оборота органической продукции. Исключение составляют несколько субъектов РФ, где приняты региональные законы, регулирующие поддержку производителей органики из средств региональных бюджетов.

Воронежская область стала первой по внедрению субсидирования производства органической продукции. Производителям выплачиваются субсидии на сертификацию в 100% объеме,

а также возмещается 50% затрат на приобретение разрешенных препаратов. В настоящее время в регионе общая площадь сельхозугодий, занятых под органическим производством, составляет более 10 тыс. га, а в перспективе планируется ее увеличение до 300 тыс. га [10].

В Краснодарском крае на основании закона «О развитии производства органической продукции на территории Краснодарского края» (№ 4077-КЗ, ред. от 23.12.2022 г.) производителям органической продукции предоставляются субсидии на возмещение части затрат:

- 1) на производство органической продукции в переходный период, в течение которого обеспечивается внедрение правил ведения органического сельского хозяйства;
- 2) на приобретение и применение почвоулучшающих веществ, удобрений и средств защиты растений, разрешенных к применению в Российской Федерации для органического производства;
- 3) на оказание погектарной поддержки на проведение комплекса агротехнологических мероприятий по выращиванию органической продукции;
- 4) на сертификацию органического производства и включение в единый государственный реестр производителей органической продукции [11].

Вместе с тем, учитывая ограниченные возможности региональных бюджетов, далеко не в каждом субъекте РФ возможна реализация подобных программ поддержки. Поэтому необходимо на федеральном уровне перейти от общей к специфической поддержке сельскохозяйственных производителей в зависимости от перспективности организации органического производства на той или иной территории.

Подходы к оценке отдельных регионов или территорий при этом строятся на изучении показателей, характеризующих определенные значимые для органического производства факторы. Например, А.Ю. Егоров [12] предлагает методику оценки потенциала развития органического производства на территории отдельных субъектов РФ на основе трех групп показателей. Первая группа — показатели, характеризующие в целом потенциал развития агропромышленного комплекса: наличие сельскохозяйственных угодий, поголовье скота на 1000 га пашни, обеспеченность основными фондами и уровень их износа, инвестиции в обновление основных средств. Вторая группа — показатели, характеризующие экологическую составляющую: количество вносимых минеральных удобрений, объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и воду. Третья группа — показатели, характеризующие уровень жизни населения: доходы и потребительские расходы населения, доля бедного населения. Результатом оценки является отнесение регионов к определенному кластеру, характеризующемуся разным уровнем значений отдельных групп показателей.

С целью определения регионов с наиболее подходящими для органического сельского хозяйства условиями А.Г. Папцов и соавторы [8] предлагают систему показателей, сгруппированных по определенным критериям. Так же, как и в предыдущей методике, предлагается использовать показатели для оценки экологических условий, обеспеченности производственными ресурсами, доходов населения. Кроме этого, используются показатели, характеризующие развитость дорожной инфраструктуры и доступность интернета, долю городского населения, способность региона финансово поддерживать

производителей органической продукции, доступность информационно-консультационных услуг и число уже действующих в регионе производителей органической продукции. Результатом оценки является интегральный показатель по региону, рассчитанный на основе 12 частных показателей.

Подобные методики могут применяться также и в рамках определения приоритетных направлений развития органического производства в пределах отдельного субъекта РФ. Например, Н.Д. Заводчиков и соавторы [13] в рамках разработки модели на материалах Оренбургской области для оценки целесообразности развития производства органической продукции растениеводства предлагают использовать 25 показателей, сгруппированных по блокам, характеризующим экологические и технологические условия, экономические и организационные условия хозяйствования, наличие и состояние производственных ресурсов.

Подходы к дифференциации территорий рассматриваются и в зарубежных исследованиях. Так, с целью более эффективного распределения государственных субсидий на поддержку производителей, авторы предлагают показатели оценки пригодности сельскохозяйственных угодий для производства органической продукции. Факторы делятся на благоприятствующие и препятствующие развитию органического сельского хозяйства. К стимулирующим показателям отнесены: интегральный показатель, учитывающий качество почвы, природно-климатические условия, рельеф местности; площадь лугов и пастбищ; площадь сельскохозяйственных земель в непосредственной близости от охраняемых природных территорий; площадь сельскохозяйственных угодий с богатым содержанием гумуса. К дестимулирующим показателям авторы относят следующие: площадь малоплодородных почв; площадь сельскохозяйственных угодий с содержанием тяжелых металлов выше естественного фона, а также кислых почв [14].

Таким образом, предлагаемые исследователями методики определения приоритетных и (или) потенциально более перспективных территорий для развития и государственной поддержки органического сельского хозяйства строятся на схожих принципах, учитывающих природные, социально-экономические, ресурсные факторы. Различия заключаются в комбинировании используемых показателей, способах их обработки и интерпретации.

В качестве распространенных недостатков подобных методик, на наш взгляд, можно выделить ряд факторов. Во-первых — избыточное количество показателей, используемых для оценки; применение показателей, коррелирующих между собой. Такой подход усложняет проведение оценки, повышает ее трудоемкость, но это не приводит к улучшению качества оценки. Во-вторых — использование показателей, не отражаемых в системе статистической отчетности, что требует дополнительной работы по их сбору, негативно влияет на сопоставимость показателей. Еще один недостаток — это использование для оценки показателей за один отчетный год. Значения годовых показателей в большей степени подвержены влиянию случайных факторов, что может привести к неадекватной оценке потенциала анализируемых территорий. Кроме этого, как показывает практика, динамика развития органического производства в отдельных субъектах РФ в значительной степени зависит от деятельности региональных органов власти.



Выделение субсидий производителям органической продукции является общемировой практикой поддержки органического сельского хозяйства. Как правило, субсидии выделяются в период перехода от традиционного к органическому производству и являются одним из основных факторов, определяющих успешность внедрения органического сельского хозяйства. Выделение субсидий и разработка мер государственной поддержки производителей органической продукции на отдельных территориях многие исследователи предлагают увязывать с оценкой экологического потенциала производства органической продукции в соответствующей местности [14].

Поэтому, с практической точки зрения реализации государственных мер поддержки, представляется более актуальным решение задачи не определения приоритетных регионов для развития органического сельского хозяйства, а выделение различных типов сельских территорий (муниципальных районов) в пределах одного субъекта, имеющих больший потенциал в данной сфере.

Выводы и предложения. При проведении оценки сельских территорий по возможности развития производства органической продукции целесообразно принять требование об использовании показателей, которые могут быть получены из статистической отчетности. Еще одно условие — это использование в расчетах преимущественно средних показателей за 3-5 лет, что позволит сгладить влияние на результат случайных факторов. Кроме этого, необходимо опираться на следующие концептуальные положения:

1. Целью разработки и использования методик типизации должно быть не определение территорий (субъектов, муниципальных районов), где может развиваться органическое производство в принципе, а выявление более перспективных районов в исследуемой совокупности территорий с точки зрения вероятности организации экономически эффективного производства органической продукции. Выявленные районы должны стать приоритетными сферами приложения усилий органов региональной власти для стимулирования создания хозяйствующих субъектов — производителей органической продукции. В последующем такие районы могут стать определенными драйверами для распространения опыта органического сельского хозяйства на другие территории.

2. Из системы показателей, используемых для дифференциации территорий, можно, как это ни парадоксально, исключить показатели, характеризующие экологические условия. Продукция традиционного сельского хозяйства

и перерабатывающей пищевой промышленности должна отвечать таким же требованиям безопасности, как и органическая продукция. Очевидно, что, если в регионе есть территории, на которых запрещено вести традиционную сельскохозяйственную деятельность, рассматривать производство на этих территориях органической продукции не имеет смысла. И, наоборот, если в районе производится продукция сельского хозяйства, с экологической точки зрения является возможным и переход к производству органической продукции. Таким образом, показатели экологической оценки (количество источников загрязнения, объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, водную среду и др.) могут быть заменены оценкой масштабов производства сельскохозяйственной продукции и (или) ее переработки. Данный вывод подтверждает и проведенный нами ранее анализ, показавший наличие корреляционной связи между стоимостью валовой продукции сельского хозяйства в регионе и количеством производителей органической продукции.

3. Типологизация муниципальных районов по потенциалу развития органического производства для целей совершенствования региональной политики поддержки должна учитывать производство конкретных видов органической продукции. Для производства органической продукции животноводства производители должны иметь доступ к соответствующей кормовой базе, то есть органическое земледелие является первичным по отношению к органическому животноводству. В настоящее время в РФ из 23 производителей, сертифицировавших органическое производство молока, молочной продукции и (или) мяса, мясной продукции, 11 имеют собственное органическое производство сена, сенажа, зеленых трав. В свою очередь, органическое земледелие требует использования значительных объемов органических удобрений, транспортировка которых на большие расстояния экономически нецелесообразна. Поэтому органическое земледелие зависимо от наличия в районе поголовья крупного рогатого скота.

Дифференциацию сельских территорий по возможности производства различных видов органической продукции предлагается проводить в несколько этапов (табл.).

На первом этапе проводится отбор районов на основе их ранжирования по показателям, отражающим общее социально-экономическое положение района, устойчивость его развития, деловой климат.

Показатель средней численности населения характеризует потенциал трудовых ресурсов

в районе, а также потенциал сбыта продукции на территории района. Поскольку проводится сравнение муниципальных районов внутри одного субъекта РФ, такими показателями, как доля и численность экономически активного населения для характеристики потенциала трудовых ресурсов, а также уровень доходов населения для характеристики потенциала спроса можно пренебречь ввиду несущественных различий указанных показателей по районам. Показатель численности населения в районе, на наш взгляд, является ключевым для оценки устойчивости развития сельских территорий, так как является результатом действия целого комплекса социально-экономических, экологических факторов. Важной также является оценка данного показателя в динамике, оценка темпа роста численности населения. Районы, характеризующиеся приростом населения или более низкими темпами сокращения численности населения, можно рассматривать как более перспективные.

Показатель стоимости продукции сельского хозяйства характеризует в целом достигнутый уровень сельскохозяйственного производства в районе, является результатом использования соответствующего природно-климатического и технического потенциала территории, отражает предпринимательский потенциал населения района, организационный и управленческий потенциал местных органов самоуправления. Показатель стоимости продукции, произведенной фермерскими хозяйствами, используется для оценки аналогичных факторов, но применительно к малому бизнесу. Также он в определенной степени характеризует уровень концентрации сельскохозяйственного производства в регионе.

Показатель среднего поголовья крупного рогатого скота используется для оценки общего потенциала развития органического сельского хозяйства в районе, поскольку, как отмечалось ранее, развитие органического земледелия требует достаточного объема органических удобрений.

Таким образом, после первого этапа отбора из дальнейшего анализа исключаются территории, которые характеризуются наихудшими условиями по рассматриваемым показателям, то есть имеют меньший в сравнении с другими районами потенциал по развитию органического сельского хозяйства. Количество исключаемых из дальнейшего анализа территорий определяется с учетом финансовых возможностей конкретного региона. Чем шире возможности по поддержке производителей органической продукции, тем больше районов можно включить в выборку.

Таблица. Этапы и показатели дифференциации сельских территорий по возможности производства органической продукции
Table. Stages and indicators of differentiation of rural areas in terms of the possibility of producing organic products

Этап	Цель отбора	Показатели для отбора
I	Ранжирование сельских территорий по потенциалу развития органического сельского хозяйства	1. Средняя численность населения района за последние три года. 2. Средний темп роста численности населения района за последние три года. 3. Средняя стоимость продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий за последние три года. 4. Средняя стоимость продукции сельского хозяйства, произведенной фермерскими хозяйствами за последние три года. 5. Среднее поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий за последние три года.
II	Ранжирование сельских территорий, отобранных на первом этапе, по потенциалу развития органического земледелия	1. Средняя стоимость продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий за последние три года. 2. Средняя стоимость продукции растениеводства в фермерских хозяйствах за последние три года. 3. Количество прибыльных растениеводческих организаций по данным бухгалтерской отчетности в среднем за три года. 4. Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий в среднем за три года. 5. Средняя стоимость продукции растениеводства в расчете на 1 га посевной площади.
III	Ранжирование сельских территорий, отобранных на первом этапе, по потенциалу развития органического животноводства	1. Средняя стоимость продукции животноводства в хозяйствах всех категорий за последние три года. 2. Средняя стоимость продукции животноводства в фермерских хозяйствах за последние три года. 3. Количество прибыльных животноводческих организаций по данным бухгалтерской отчетности в среднем за три года. 4. Посевные площади кормовых культур в хозяйствах всех категорий в среднем за три года. 5. Средний темп роста поголовья крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий за три года.





В качестве направлений государственной поддержки производителей органической продукции, в зависимости от типа территории, предлагаются следующие меры:

- 1) на территориях с высоким потенциалом органического земледелия: субсидирование агротехнологических работ на полях, занятых органическими культурами, в расчете на 1 га; субсидирование 100% затрат на сертификацию продукции растениеводства; субсидирование до 50% затрат на биопрепараты защиты растений и биоудобрения;
- 2) на территориях с высоким потенциалом органического животноводства: субсидирование затрат на строительство и реконструкцию животноводческих ферм; субсидирование 100% затрат на сертификацию продукции животноводства; субсидирование до 50% затрат на сертифицированные ветеринарные препараты и специальные корма.

Кроме того, для производителей органической продукции должны быть доступны все направления субсидирования и поддержки, предусмотренные Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, без установления требований по обеспечению роста сельхозугодий, урожайности и надоев, как при традиционном сельском хозяйстве, а также особые условия участия в госзакупках для учреждений образования и здравоохранения.

Заключение. Таким образом, экономический стимул в виде возможности получения дополнительной государственной поддержки и повышения рентабельности деятельности для производителей сельскохозяйственной продукции связан с развитием рынка органического агропродовольствия. Использование перехода к органическому производству для обеспечения устойчивого развития малых форм хозяйствования на селе требует учета внешних и внутренних факторов и дифференциации мер и инструментов государственной поддержки такого перехода с учетом отраслевых особенностей.

Список источников

1. Алексеев К.И., Новоселов Э.А., Силко Е.А. и др. Вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения как одна из основных мер повышения производства органической продукции в России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 5 (87). С. 105-113.
2. Аварский Н.Д., Таран В.В., Алпатов А.В. Проблемы развития рынка продукции органического сельского хозяйства и его инфраструктурного обеспечения в России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 2 (84). С. 3-11.
3. Рыжкова С.М. Формы регулирования рынка органических продуктов: зарубежная и отечественная практика // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2022. № 2 (93). С. 116-133.
4. Willer, Helga, Jan Trávníček, Claudia Meier and Bernhard Schlatter (Eds.) (2021). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM — Organics International, Bonn.
5. Ставцев А.Н., Новоселов Э.А., Хашир А.А. Основные сдерживающие факторы при переходе на органические технологии производства сельскохозяйственной продук-

ции, сырья и продовольствия // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 11. С. 82-88.

6. Verburg, R.W., Verberne, E., Negro, S.O. (2022). Accelerating the transition towards sustainable agriculture: The case of organic dairy farming in the Netherlands. *Agricultural Systems*, vol. 198, 103368. doi: 10.1016/j.agsy.2022.103368

7. Kujala, S., Hakala, O., Viitaharju, L. (2022). Factors affecting the regional distribution of organic farming. *Journal of Rural Studies*, vol. 92, pp. 226-236 doi: 10.1016/j.jrurstud.2022.04.001

8. Папцов А.Г., Долгушкин Н.К., Аварский Н.Д. и др. Концептуальные основы развития рынка органической продукции России. М.: Красногорский полиграфический комбинат, 2018. 172 с.

9. О развитии сельского хозяйства: Федеральный закон от 29 декабря 2006 г. № 264-ФЗ // Консультант-Плюс: официальный интернет-портал. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930

10. Об утверждении Порядка предоставления субсидий из областного бюджета сельскохозяйственным товаропроизводителям и другим организациям агропромышленного комплекса независимо от их организационно-правовой формы (за исключением ЛПХ) на развитие производства органической продукции: Постановление Правительства Воронежской области от 17.05.2019 № 504 (ред. от 28.10.2021) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3600201905200011>

11. О развитии производства органической продукции на территории Краснодарского края: Закон Краснодарского края от 05.07.2019 № 4077-КЗ (ред. от 23.12.2022) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553389274>

12. Егоров А.Ю. Формирование и развитие рынка органической агропродовольственной продукции (на примере ЦФО): дис. ... канд. экон. наук. М.: ГНУ «Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова», 2014. 224 с.

13. Разработка модели экономически целесообразного перехода региона (на примере Оренбургской области) на производство продукции растениеводства органического происхождения: отчет НИР ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ // Агронет — Отраслевая сеть инноваций в АПК. URL: <https://apknet.ru/proizvodstvo-organicheskogo-proisxozhdeniya/>

14. Wiśniewski, Ł., Biczowski, M., Rudnicki R. (2021). Natural potential versus rationality of allocation of Common Agriculture Policy funds dedicated for supporting organic farming development — Assessment of spatial suitability: The case of Poland. *Ecological Indicators*, vol. 130, 108039. doi: 10.1016/j.ecolind.2021.108039

References

1. Alekseev, K.I., Novoselov, E.A., Silko, E.A. i dr. (2022). Vovlechenie v oborot zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya kak odna iz osnovnykh mer povysheniya proizvodstva organicheskoi produktsii v Rossii [Involvement in the turnover of agricultural land as one of the main measures to increase the production of organic products in Russia]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 5 (87), pp. 105-113.
2. Avarskii, N.D., Taran, V.V., Alpatov, A.V. (2022). Problemy razvitiya rynka produktsii organicheskogo sel'skogo khozyaistva i ego infrastruktornogo obespecheniya v Rossii [Problems of development of the market of organic agricultural products and its infrastructural provision in Russia]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 2 (84), pp. 3-11.
3. Ryzhkova, S.M. (2022). Formy regulirovaniya rynka organicheskikh produktov: zarubezhnaya i otechestvennaya praktika [Regulation forms of organic products market: foreign and domestic practice]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ehkonomiki i prava* [Herald of the Belgorod

University of Cooperation, Economics and Law], no. 2 (93), pp. 116-133.

4. Willer, Helga, Jan Trávníček, Claudia Meier and Bernhard Schlatter (Eds.) (2021). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM — Organics International, Bonn.

5. Stavtsev, A.N., Novoselov, E.A., Khashir, A.A. (2022). Osnovnye sderzhivayushchie faktory pri perekhode na organicheskie tekhnologii proizvodstva sel'skokhozyaystvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya [Constraining factors in the transition to organic agricultural production technologies]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 11, pp. 82-88.

6. Verburg, R.W., Verberne, E., Negro, S.O. (2022). Accelerating the transition towards sustainable agriculture: The case of organic dairy farming in the Netherlands. *Agricultural Systems*, vol. 198, 103368. doi: 10.1016/j.agsy.2022.103368

7. Kujala, S., Hakala, O., Viitaharju, L. (2022). Factors affecting the regional distribution of organic farming. *Journal of Rural Studies*, vol. 92, pp. 226-236 doi: 10.1016/j.jrurstud.2022.04.001

8. Paptsov, A.G., Dolgushkin, N.K., Avarskii, N.D. i dr. (2018). *Kontseptual'nye osnovy razvitiya rynka organicheskoi produktsii Rossii* [Conceptual foundations of the development of the organic products market in Russia]. Moscow, Krasnogorsk Printing Plant, 172 p.

9. Russian federal law (2006). *O razvitiy sel'skogo khozyaistva* [On the development of agriculture]. KonsultantPlyus: ofitsial'nyi internet-portal. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930

10. Decree of the Government of the Voronezh Region (2019). *Ob utverzhdenii Poryadka predostavleniya subtsidii iz oblastnogo byudzeta sel'skokhozyaystvennym tovaroproduktel'yam i drugim organizatsiyam agropromyshlennogo kompleksa nezavisimo ot ikh organizatsionno-pravovoi formy (za isklucheniem LPKH) na razvitiye proizvodstva organicheskoi produktsii*: *Postanovlenie Pravitel'stva Voronezhskoi oblasti ot 17.05.2019 № 504* (red. ot 28.10.2021) [On approval of the procedure for providing subsidies from the regional budget to agricultural producers and other organizations of the agro-industrial complex, regardless of their organizational and legal form (with the exception of private household plots) for the development of organic production]. Ofitsial'nyi internet-portal pravovoi informatsii. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3600201905200011>

11. Law of the Krasnodar Territory (2019). *O razvitiy proizvodstva organicheskoi produktsii na territorii Krasnodarskogo kraya: Zakon Krasnodarskogo kraya ot 05.07.2019 № 4077-KZ* (red. ot 23.12.2022) [On the development of organic production in the Krasnodar Territory]. Ehlektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/553389274>

12. Egorov, A.Yu. (2014). *Formirovaniye i razvitiye rynka organicheskoi agropridovol'stvennoi produktsii (na primere TSFO)* [Formation and development of the market of organic agro-food products (on the example of the Central Federal District)]. Cand. economic sci. diss. Moscow, All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics A.A. Nikonov, 224 p.

13. Orenburg State Agrarian University (2020). *Razrabotka modeli ehkonomicheskii tselesoobraznogo perekhoda regiona (na primere Orenburgskoi oblasti) na proizvodstvo produktsii rastenievodstva organicheskogo proisxozhdeniya: otchet NIR FGBOU VO Orenburgskii GAU* [Development of a model for an economically feasible transition of the region (on the example of the Orenburg region) to the production of crop products of organic origin]. Orenburg, Orenburg State Agrarian University. Available at: <https://apknet.ru/proizvodstvo-organicheskogo-proisxozhdeniya/>

14. Wiśniewski, Ł., Biczowski, M., Rudnicki R. (2021). Natural potential versus rationality of allocation of Common Agriculture Policy funds dedicated for supporting organic farming development — Assessment of spatial suitability: The case of Poland. *Ecological Indicators*, vol. 130, 108039. doi: 10.1016/j.ecolind.2021.108039

Информация об авторе:

Павлов Александр Юрьевич, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3734-0183>, Scopus ID: 56149065900, Researcher ID: C-4781-2017, crsk@mail.ru

Information about the author:

Alexander Yu. Pavlov, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3734-0183>, Scopus ID: 56149065900, Researcher ID: C-4781-2017, crsk@mail.ru



Научная статья

УДК 633.85:631:526.32

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_583

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КРАМБЕ АБИССИНСКОЙ

И.И. Плужникова, Т.Я. Прахова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Статья посвящена изучению эффективности применения средств защиты от комплекса потенциально опасных вредных объектов, заселяющих агроценоз крамбе абиссинской сорта Полет. Исследования велись на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК в Пензенской области в 2019-2021 гг. В работе дается описание комплекса вредителей и ценоза сорной растительности посевов крамбе. Приводится результативность наземных обработок инсектицидами и гербицидами. Рассматривается положительное влияние защитных мероприятий на рост и развитие растений. Эффективность применения инсектицидов Децис Эксперт и Авант против рапсового цветоеда составляла 79,0%. Обработки препаратом Авант способствовали увеличению у растений крамбе массы 1000 семян на 9,8%, а препаратом Децис Эксперт — количества плодиков на 13,6% и массы семян с 1 растения на 33,2%. Урожайность семян от защитных мероприятий повышалась на 0,34 и 0,43 т/га по сравнению с контролем. В начальный период развития крамбе очень медленно растет и может в сильной степени угнетаться сорняками. Поэтому при высокой численности сорной растительности необходимо проведение обработок посевов гербицидами. Биологическая эффективность гербицида на основе клопиралида (Лонтрел гранд) составляла 69%. Гербицид на основе клопиралида и пиклорама (Галион) обеспечивал гибель 75 и 77% двудольных сорняков. Применение гербицида Фюзилад Форте способствовало подавлению 96% однодольных злаковых сорняков. Благодаря устранению конкуренции со стороны сорняков улучшались условия для развития культурных растений, что положительно влияло на формирование элементов структуры урожая. Лучшие показатели увеличения количества плодиков с 1 растения и их массы обеспечивало опрыскивание гербицидом Фюзилад Форте — на 8,6 и 25,4% соответственно. Обработки баковой смесью изучаемых препаратов способствовали наибольшему росту массы 1000 семян — на 9,5%. Прибавка урожая семян крамбе к контролю при применении данных гербицидов и их баковой смеси составляла 0,40-0,50 т/га.

Ключевые слова: крамбе абиссинская, вредители, сорняки, пестициды, биологическая эффективность, продуктивность

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 OF MODERN MEANS OF PROTECTION IN CULTURING CRAMBE ABYSSINICA

I.I. Pluzhnikova, T.Ya. Prakhova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article is devoted to the study of the effectiveness of the use of means of protection against a complex of potentially dangerous harmful objects inhabiting the agrocenosis of *Crambe Abyssinica* variety Polet. The research was carried out on the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops in the Penza region in 2019-2021. The paper gives a description of the complex of pests and the cenosis of weeds in crambe crops. The effectiveness of ground treatments with insecticides and herbicides is given. The positive effect of protective measures on the growth and development of plants is considered. The effectiveness of the use of insecticides Decis Expert and Avant against the rapeseed beetle was 79.0%. Treatment with Avant contributed to an increase in the weight of 1000 seeds in crambe plants by 9.8%, and with Decis Expert, the number of fruitlets by 13.6% and the weight of seeds from 1 plant by 33.2%. The yield of seeds from protective measures increased by 0.34 and 0.43 t/ha compared with the control. In the initial period of development, crambe grows very slowly and can be heavily oppressed by weeds. Therefore, with a high number of weeds, it is necessary to treat crops with herbicides. The biological efficiency of the herbicide based on clopyralid (Lontrel grand) was 69%. The herbicide based on clopyralid and picloram (Galion) ensured the death of 75 and 77% of dicotyledonous weeds. The use of the herbicide Fuzilad Forte contributed to the suppression of 96% of monocotyledonous grass weeds. Due to the elimination of competition from weeds, the conditions for the development of cultivated plants improved, which had a positive effect on the formation of elements of the crop structure. The best indicators of the increase in the number of fruitlets from 1 plant and their weight were provided by spraying with the herbicide Fuzilad Forte by 8.6 and 25.4%. Treatments with the tank mixture of the studied preparations contributed to the greatest increase in the mass of 1000 seeds by 9.5%. The increase in the yield of crambe seeds to the control when using these herbicides and their tank mixture was 0.40-0.50 t/ha.

Keywords: *Crambe Abyssinica*, pests, weeds, pesticides, biological efficiency, productivity

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

Введение. Крамбе абиссинская является ценным перспективным растением, введенным в культуру сравнительно недавно. Интерес к ней обусловлен тем, что в растении успешно соединяются высокая потенциальная урожайность семян (до 3 т/га) и большое содержание высыхающего масла (до 46%) и белков (до 30%) [1, 2]. Жирнокислотный состав масла опреде-

ляет его разностороннее применение в питании человека, лакокрасочной, мыловаренной промышленности, строительстве, медицине, парфюмерии и как источник биодизеля, благодаря относительно высокому содержанию длинноцепочечных жирных кислот (эйкозеновой и эруковой), характеризующихся высокой теплотой сгорания [3, 4].

Зеленая масса крамбе абиссинской может быть использована как корм для животных. В ней содержится значительное количество протеина (до 25% на абсолютно сухое вещество), витамина С (до 52 мг в 100 г абсолютно сухого вещества) и минеральных веществ [5, 6]. Возможно использование надземной массы культурных растений в качестве сидеральной

культуры наряду с рапсом яровым, горчицей белой и редькой масличной [7, 8]. Растения являются хорошим медоносом, обеспечивающим сбор 60 кг меда с 1 га посевов. Благоприятным для медосбора является и то, что период цветения крэмбе очень растянут. В условиях Среднего Поволжья он длится от 40 до 56 дней [9, 10].

Эволюционные изменения этих растений привели к образованию ряда полезных признаков, в том числе и относительной устойчивости к вредным организмам, что обеспечивает меньшую пестицидную нагрузку при возделывании культуры по сравнению с рапсом и горчицей [11]. Однако медленный рост в начале вегетации изучаемой культуры может приводить к сильному угнетению сорной растительностью [11, 12]. Расширение площадей под сельскохозяйственные культуры горчицы и рапса, заселяемые теми же вредителями, что и крэмбе, делает ее уязвимой к повреждениям.

В условиях Среднего Поволжья, в частности в условиях Пензенской области, нами проводилась оценка фитосанитарного состояния посевов крэмбе абиссинской и были установлены доминирующие вредители, такие как рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.), крестоцветные блошки (светлоногая — *Phyllotreta nemorum* L., волнистая — *undulata* Kutsch., выемчатая — *vittata* F., синяя — *cruciferae* Gz., черная — *atra* F.). В отдельные годы отмечено

массовое размножение вредителей. В посевах присутствовал малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности. Под влиянием абиотических и биотических факторов происходит изреживание посевов, приводящая к нарастанию массы сорняков в образовавшихся пустотах. В связи с этим возникает необходимость проведения защитных мероприятий. Представляется актуальной оценка эффективности использования ряда пестицидов против вредителей и сорняков при возделывании крэмбе абиссинской.

Целью исследований являлось определение влияния инсектицидов и гербицидов на вредные объекты и продуктивность крэмбе абиссинской при выращивании культуры в условиях Среднего Поволжья.

Методика исследований. Экспериментальные исследования проводились в 2019–2021 гг. на полях ФГБУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИХС». Испытания проводили на крэмбе абиссинской сорта Полет. В целях определения результативности действия инсектицидов и гербицидов и их влияния на элементы структуры и урожайности культуры осуществлялась закладка опытов, представленных в таблице 1.

Наземное опрыскивание гербицидами проводилось по вегетирующим культурным растениям в фазе 5–6 листьев, инсектицидами — в фазе бутонизации ранцевым опрыскивателем с учетом расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Размещение полевого опыта проводилось согласно методическим указаниям по возделыванию масличных культур [13]. Размер опытной делянки — 10 м², повторность — 4-кратная. Варианты в опыте располагались последовательно ярусами. Предшественник — чистый пар. Норма высева — 2,5 млн всхожих семян/га.

Почва экспериментального участка — тяжелосуглинистый среднесиловый выщелоченный чернозем. Агрохимический состав почвы: рН_{сол.} — 4,8; содержание гумуса — 4,9% (по Тюрину), легкогидролизуемого азота — 136,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора — 172,0 мг/кг почвы, обменного калия — 206,7 мг/кг почвы.

Наблюдения и учеты вредителей и сорной растительности велись по методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве и методическому руководству по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве [14, 15].

Результаты исследований. Во время проведения эксперимента рост и развитие растений крэмбе в 2020 и 2021 гг. протекал в благоприятных условиях, при гидротермическом соотношении тепла и влаги (ГТК) за вегетационный период 0,95 и 1,0. В 2019 г. данный период характеризовался уже как недостаточно увлажненный для произрастания культурных растений — ГТК 0,70.



Рисунок 1. Поврежденность крестоцветными блошками культурных растений: рыжика ярового, горчицы белой, крэмбе абиссинской (сверху вниз)
Figure 1. Damage by cruciferous fleas of cultivated plants: Camelina Sativa, White Mustard, Crambe Abyssinica (top to bottom)

Таблица 1. Оценка эффективности наземных обработок крэмбе пестицидами
Table 1. Evaluation of the effectiveness of ground treatments of crambe with pesticides

№	Препарат	Норма применения препарата, л/га
Опрыскивание инсектицидами		
1	Контроль (без обработок)	–
2	Авант, КС (150 г/л индоксакарба)	0,14
3	Децис Эксперт, КЭ (100 г/л дельтаметрина)	0,125
Опрыскивание гербицидами		
1	Контроль (без обработок)	–
2	Ручная прополка	–
3	Галион, ВР (300 г/л клопиралида + 75 г/л пиклорама)	0,27
4	Фюзилад Форте, КЭ (150 г/л флуазифопа-П-бутила)	0,75
5	Галион, ВР + Фюзилад Форте, КЭ	0,27 + 0,75

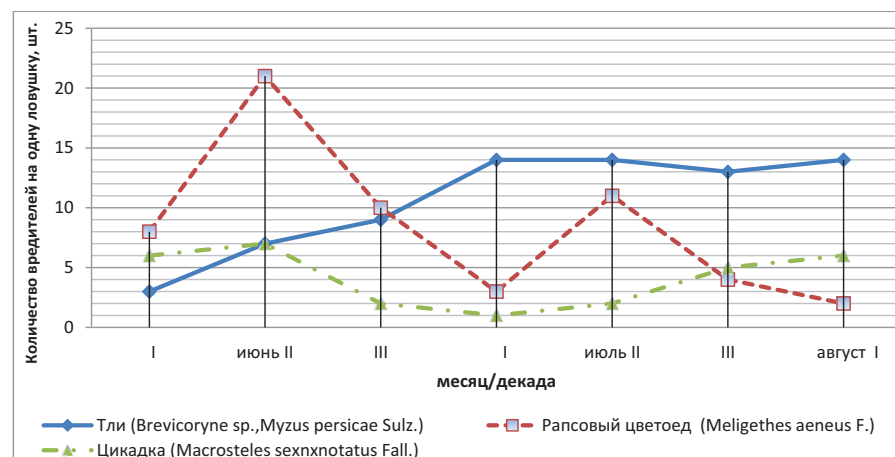


Рисунок 2. Динамика численности вредителей на посевах крэмбе абиссинской (2019–2021 гг.)
Figure 2. Dynamics of the number of pests in the crops of the Crambe Abyssinica (2019–2021)



Однако это не повлияло на формирование более низкого урожая семян крэмбе.

На ранних фазах развития растений крэмбе абиссинской отмечено заселение посевов крестоцветными блошками. Вредоносность их отмечалась только при условии засушливой и жаркой погоды в весенний период 2019 г. (1 жук/м², при заселенности 3% растений). Посевы крэмбе страдали от вредителя меньше, чем такие культуры, как рыжик и горчица (рис. 1).

Поскольку заселение посевов фитофагом чаще всего начинается с краев поля, то были возможны ограничительные краевые обработки против вредителя. Следует отметить, что для локального использования инсектицидов применим метод «ловчих» растений, на которых проводятся обработки средствами защиты. Так, ловчим растением для крестоцветных блошек служила горчица белая (также может быть использована горчица сарептская и сизая). Эффективность наземного опрыскивания препаратами Авант и Децис Эксперт через 14 дней после применения составляла 98 и 100% соответственно.

В ходе проведения учета интенсивности активного лета и численности популяций вредителей на посевах крэмбе абиссинской определен комплекс фитофагов агробиоценоза крэмбе, в который вошли рапсовый цветоед, шеститочечная цикадка и крылатые особи тли (рис. 2).

Наибольший ущерб растениям крэмбе наносил рапсовый цветоед. Пик интенсивности активного лета и численности вредителя (21 жук/желтую ловушку) приходился на вторую декаду июня в фазе бутонизации растений. Во второй декаде июля появляются молодые жуки нового поколения. В период массового формирования плодиков на растениях крэмбе насекомое не наносило большого вреда растениям.

В посевах отмечено также присутствие крылатых особей тлей, представленных видами из рода *Brevicoryne*, повреждающих капустные культуры, и зеленой персиковой тли (*Myzus persicae* Sulz.). Активный лет вредителя отмечался с первой декады июля и не снижался до первой декады августа. Существенного заселения растений колониями тли не наблюдалось. Потенциальная опасность вредителя заключается в нанесении ущерба урожаю и в заражении вирусными заболеваниями культурных растений. Однако следует учитывать и тот факт, что сокращению популяции тли способствует большое количество природных энтомофагов, включающее сирфид, кокцинеллид, златоглазок, афидиид.

Обнаруженная в агрофитоценозе крэмбе шеститочечная цикадка (*Macrosteles sexnotatus* Fall.) с невысокой численностью не является насекомым-фитофагом капустных растений.

Оценка эффективности инсектицидных обработок против главного вредителя — рапсового цветоеда препаратами на основе дельтаметрина из группы синтетических пиретроидов (Децис Эксперт) и на основе индоксикарба (Авант) показала, что через 14 дней после проведения опрыскивания посевов результативность защитных мероприятий составляла 79,0% (рис. 3).

Урожайность семян крэмбе на контрольном варианте составляла 1,88 т/га, при применении препаратов Авант и Децис Эксперт — 2,22 и 2,31 т/га. Опрыскивание инсектицидами обеспечивало получение существенной прибавки урожая — 0,34 и 0,43 т/га (18,1 и 22,9%) соответственно.

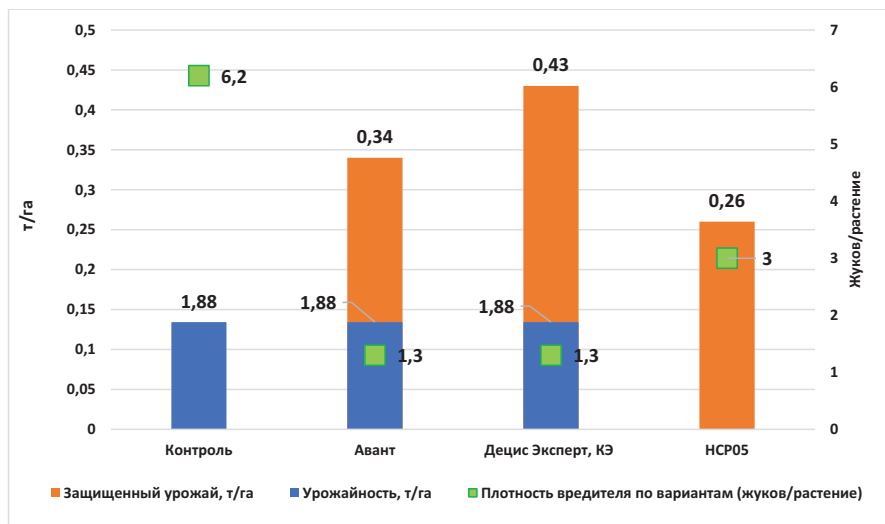


Рисунок 3. Численность рапсового цветоеда на растениях крэмбе и урожайность семян в зависимости от применения инсектицидов (2019-2021 гг.)

Figure 3. The number of rapeseed beetle on crambe plants and seed yield depending on the use of insecticides (2019-2021)

Таблица 2. Элементы структуры урожая крэмбе в зависимости от применения инсектицидов (2019-2021 гг.)

Table 2. Elements of crambe yield structure depending on the use of insecticides (2019-2021)

Показатели	Контроль (без обработок)	Авант	Децис Эксперт	НСР ₀₅
Количество плодиков с 1 растения, шт.	279	283	317	30,9
Масса семян с 1 растения, г	2,14	2,20	2,85	0,57
Масса 1000 семян, г	6,62	7,27	6,90	0,21



Рисунок 4. Эффективность подавления сорняков препаратом Лонтрел гранд в посевах крэмбе абиссинской (2015-2017 гг.)

Figure 4. Efficiency of weed suppression with Lontrel grand in crops of Crambe Abyssinica (2015-2017)



Исследуемые инсектициды через снижение пораженности растений вредителем оказывали влияние на рост и развитие растений, повышая значение показателей структуры урожая.

Применение препарата Авант способствовало увеличению у растений крамбе массы 1000 семян на 9,8%, а обработки препаратом Де-цис Эксперт приводили к возрастанию количества плодиков на 13,6% и массы семян с 1 растения на 33,2% (табл. 2).

Анализ сорного ценоза крамбе показал, что в составе малолетних сорняков наибольшая надземная сырая масса принадлежала щирице запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) — 37,5%, мари белой (*Chenopodium album* L.) — 6,9% и злаковым: просо куриное и щетинник сизый (*Echinochloa crusgalli* L., *Panicum viride* L.) — 25,7%. Масса многолетних сорняков, таких как осот

желтый (*Sonchus arvensis* L.) и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) была одинаковой и составляла 12,0%. В посевах сложился малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности.

В начальный период развития крамбе очень медленно растет и может в сильной степени угнетаться сорняками. Поэтому при высокой численности многолетних сорняков на поле, предназначенном для посева этой культуры, в осенний период необходимо проведение обработок гербицидами сплошного действия на основе глифосата (Рап, Торнадо, Ураган Форте) в сочетании с гербицидами производными арилоксиалкилкарбоновых кислот (Эстерон 600; Старане Премиум 330, Агритокс, ВК) или препаратами, в состав которых входит дикамба (Банвел, ВР; Чисталан, Диален Супер). Подбор препаратов ведется с учетом видового состава сорной

растительности. С оставшимся количеством сорняков ведется борьба уже в посевах. Применение гербицидов в посевах крамбе абиссинской малоизучено.

Ранее в наших исследованиях проводилась оценка эффективности препаратами на основе клопиралида. Биологическая эффективность гербицида Лонтрел гранд составляла 69%. При применении препарата наибольший эффект достигнут в подавлении ромашки непахучей, горца вьюнкового, осота желтого, осота розового и щирицы запрокинутой (рис. 4).

В дальнейшем была проведена оценка эффективности комплексного подхода к контролю сорной растительности в агроценозе крамбе с привлечением к защите двухкомпонентного гербицида против двудольных сорняков на основе клопиралида и пиклорама (Галион) и противозлакового — на основе флуазифоп-П-бутила (Фюзилад Форте).

Опрыскивание препаратом Галион приводило к гибели 94,1% осота желтого, 84,6% горца вьюнкового, 80,2% пикульника зябры. При сильной засоренности вьюнком полевым, щирицей и марью их гибель составила 50,8, 72,1 и 74,8% соответственно. Обработка противозлаковым гербицидом Фюзилад Форте способствовала подавлению 95,8% однодольных сорняков (проса куриного и щетинника сизого) (рис. 5).

Результативность использования гербицида Галион была практически на уровне ручной прополки и составляла 75,1%. Обработка препаратом Фюзилад Форте приводила к гибели 96,2% однодольных сорняков.

Применение граминицида повышало конкурентоспособность культурных растений и к двудольным видам сорной растительности, уменьшая их массу в 2,2 раза по сравнению с контролем. При совместном использовании изучаемых гербицидов подавлялось 76,6% двудольных и 95,8% однодольных сорняков (рис. 6).

Прибавка урожая семян крамбе к контролю при применении гербицидов Галион, Фюзилад Форте и их баковой смеси составляла 0,40, 0,50 и 0,41 т/га (18,8, 23,5 и 19,2%).

Благодаря устранению конкуренции со стороны сорняков улучшались условия для развития культурных растений, что положительно влияло на формирование элементов структуры урожая (табл. 3).

Применение препаратов Галион, Фюзилада Форте и их баковой смеси способствовало увеличению количества плодиков с 1 растения на 13,4, 18,6 и 9,4%, массы семян с 1 растения — на 10,9, 25,4 и 7,7% и массы 1000 семян — на 6,3, 2,8 и 9,5%.

Лучшие показатели увеличения количества плодиков с 1 растения и их массы обеспечивало опрыскивание противозлаковым гербицидом Фюзилад Форте. Обработки баковой смесью препаратов способствовали наибольшему росту массы 1000 семян.

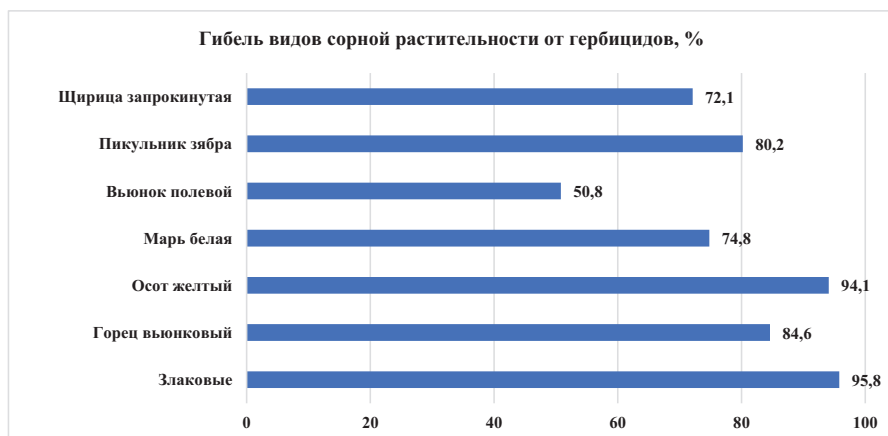


Рисунок 5. Спектр контролируемых сорняков в посевах крамбе при применении гербицидов Галион и Фюзилад Форте (2019-2021 гг.)

Figure 5. Spectrum of controlled weeds in crambe crops using herbicides Galion and Fuzilad Forte (2019-2021)

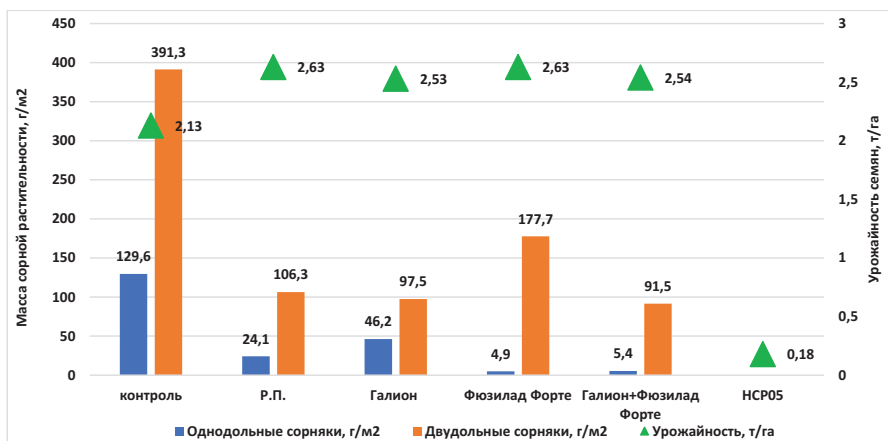


Рисунок 6. Эффективность подавления сорняков изучаемыми гербицидами через 30 дней после опрыскивания посевов и урожайность крамбе (2019-2021 гг.)

Figure 6. Weed control efficiency of the studied herbicides 30 days after crop spraying and crambe yield (2019-2021)

Таблица 3. Элементы структуры растений крамбе в зависимости от применения гербицидов (2019-2021 гг.)

Показатели	Контроль (без обработок)	Ручная прополка	Галион	Фюзилад Форте	Галион, + Фюзилад Форте	НСР ₀₅
Количество плодиков с 1 растения, шт.	307	381	348	364	336	42
Масса семян с 1 растения, г	2,48	3,13	2,75	3,11	2,67	0,33
Масса 1000 семян, г	7,27	7,49	7,73	7,47	7,96	0,20



Заключение. В условиях Среднего Поволжья проведена оценка эффективности применения инсектицидов против рапсового цветоеда и гербицидов против двудольных и однодольных сорняков в посевах крэмбе абиссинской сорта Полет. Применяемые средства защиты эффективно подавляли вредные объекты, улучшали условия роста и развития культурных растений и положительно влияли на их продуктивность.

Результативность наземных обработок посевов крэмбе против рапсового цветоеда препаратами на основе дельтаметрина (Децис Эксперт) и индоксакарба (Авант) составляла 79,0%. Урожайность семян от защитных мероприятий повышалась на 0,34 и 0,43 т/га по сравнению с контролем. Эффективность применения гербицидов против двудольных сорняков на основе клопиралида и пиклорама (Галион) составляла 75 и 77%, против однодольных сорняков на основе флуазифопа-П-бутила (Фюзилад Форте) — 96%. Прибавка урожая семян крэмбе к контролю при применении изучаемых гербицидов и их баковой смеси составляла 0,40-0,50 т/га.

Список источников

1. Сазонкин К.Д., Никитов С.В., Виноградов Д.В. Возделывание крэмбе абиссинской в условиях Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14. № 1. С. 62-69. doi: 10.36508/RSATU.2022.40.49.007
2. Zoz, T., Steiner, F., Zoz, A., Castagnara, D.D., Witt, T.W., Zanotto, M.D., Auld, D.L. (2018). Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components of Crambe abyssinica Hochst. *Semina: Ciências Agrárias*, no. 39, pp. 393-402. doi: 10.5433/1679-0359.2018v39n1p393
3. Прахова Т.Я., Кшникаткина А.Н., Прахов В.А., Коржов С.И. Влияние стимуляторов роста и микроудобрений на продуктивность крэмбе абиссинской (*Crambe abyssinica* H.) // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 34-37. doi: 10.28983/asj.y2020i6pp34-37
4. Costa, E., Almeida, M.F., Alvim-Ferraz, C., Dias, J.M. (2019). Cultivation of Crambe abyssinica non-food crop in Portugal for bioenergy purposes: agronomic and environmental assessment. *Industrial crops and Products*, vol. 139. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.111501
5. Игзакова З.И., Ситдикова А.И. Количественное определение аскорбиновой кислоты и каротиноидов в сырье Crambe Abyssinica // Вестник Башкирского государственного медицинского университета. 2022. № 1. С. 74-77.
6. Ropelewska, E., Jankowski, K.J. (2020). Effect of sulfur fertilization on the physical and chemical properties of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst ex R.E. Fries) seeds. *Oil-seeds and fats, Crops and Lipids*, no. 27, pp. 1-5.
7. Исакова А.Л. Крэмбе абиссинская — перспективная масличная культура для Беларуси // Наше сельское хозяйство. 2021. № 19 (267). С. 23-27.

8. Jankowski, K., Sokólski, M., Szatkowski, A., Kozak, M. (2022). Crambe — Energy efficiency of biomass production and mineral fertilization. A case study in Poland. *Industrial Crops and Products*, vol. 182, p. 114918. doi: 10.1016/j.indcrop.2022.114918

9. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Радченко Л.А. Значение крэмбе абиссинской (*Crambe Abyssinica*) и ее урожайность в различных странах мира (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 4 (76). С. 66-72. doi: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-66-72

10. Samarappuli, D., Zanetti, F., Berzuini, S., Berti, M. (2020). Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): A Non-Food Oilseed Crop with Great Potential: A Review. *Agronomy*, vol. 10, pp. 1380-1398.

11. Прахова Т.Я., Смирнов А.А., Плужникова И.И., Долженко Д.О., Смирнов А.Д. Эффективность применения гербицидов на посевах крэмбе абиссинской // Нива Поволжья. 2015. № 1 (34). С. 37-43.

12. Souza, G.S.F., Vitorino, H.D.S., Lara Fioreze, A.C., Pereira, M.R.R., Martins, D. (2014). Herbicide selectivity in crambe culture. *Semin. Agrar.*, no. 35, pp. 161-168.

13. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.

14. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве / Минсельхоз РФ; ВНИИЗР. СПб.: ВНИИЗР, 2009. С. 217-220.

15. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный Город, 2009. 252 с.

References

1. Sazonkin, K.D., Nikitov, S.V., Vinogradov, D.V. (2022). Vozdelivaniye krambe abissinskoi v usloviyakh Ryazanskoi oblasti [Cultivation of the Crambe Abyssinica in the conditions of the Ryazan region]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva* [Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev], vol. 14, no. 1, pp. 62-69. doi: 10.36508/RSATU.2022.40.49.007
2. Zoz, T., Steiner, F., Zoz, A., Castagnara, D.D., Witt, T.W., Zanotto, M.D., Auld, D.L. (2018). Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components of Crambe abyssinica Hochst. *Semina: Ciências Agrárias*, no. 39, pp. 393-402. doi: 10.5433/1679-0359.2018v39n1p393
3. Prakhova, T.Ya., Kshnikatkina, A.N., Prakhov, V.A., Korzhov, S.I. (2020). Vliyaniye stimulyatorov rosta i mikroudobrenii na produktivnost' krambe abissinskoi (*Crambe abyssinica* H.). [Influence of growth stimulators and microfertilizers on the productivity of the Crambe abyssinica (*Crambe abyssinica* H.)]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 6, pp. 34-37. doi: 10.28983/asj.y2020i6pp34-37
4. Costa, E., Almeida, M.F., Alvim-Ferraz, C., Dias, J.M. (2019). Cultivation of Crambe abyssinica non-food crop in Portugal for bioenergy purposes: agronomic and environmental assessment. *Industrial crops and Products*, vol. 139. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.111501

5. Igzakova, Z.I., Sitdikova, A.I. (2022). Kolichestvennoye opredeleniye askorbinovoi kisloty i karotinoidov v syr'e Crambe Abyssinica [Quantitative determination of ascorbic acid and carotenoids in Crambe abyssinica raw materials]. *Vestnik Bashkirkogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Vestnik Bashkir State Medical University], no. 1, pp. 74-77.

6. Ropelewska, E., Jankowski, K.J. (2020). Effect of sulfur fertilization on the physical and chemical properties of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst ex R.E. Fries) seeds. *Oil-seeds and fats, Crops and Lipids*, no. 27, pp. 1-5.

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

8. Jankowski, K., Sokólski, M., Szatkowski, A., Kozak, M. (2022). Crambe — Energy efficiency of biomass production and mineral fertilization. A case study in Poland. *Industrial Crops and Products*, vol. 182, p. 114918. doi: 10.1016/j.indcrop.2022.114918

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

10. Samarappuli, D., Zanetti, F., Berzuini, S., Berti, M. (2020). Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): A Non-Food Oilseed Crop with Great Potential: A Review. *Agronomy*, vol. 10, pp. 1380-1398.

11. Prakhova, T.Ya., Sмирнов, А.А., Плужникова, И.И., Долженко, Д.О., Смирнов, А.Д. (2015). Effektivnost' primeneniya gerbitsidov na posevakh krambe abissinskoi [The effectiveness of the use of herbicides on the crops of the Crambe abyssinica]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 1 (34), pp. 37-43.

12. Souza, G.S.F., Vitorino, H.D.S., Lara Fioreze, A.C., Pereira, M.R.R., Martins, D. (2014). Herbicide selectivity in crambe culture. *Semin. Agrar.*, no. 35, pp. 161-168.

13. VNIIMK (2007). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, 113 p.

14. VNIIZR (2009). *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam insektitsidov, akaritsidov mollyuskotsidov i rodentsidov v sel'skom khozyaistve* [Guidelines for registration testing of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture]. Saint-Petersburg, VNIIZR, pp. 217-220.

15. Spiridonov, Yu.Ya., Larina, G.E., Shestakov, V.G. (2009). *Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu gerbitsidov, primenyaemykh v rastenievodstve* [Methodological guide to the study of herbicides used in crop production]. Moscow, Pechatnyi gorod Publ., 252 p.

Информация об авторах:

Плужникова Ирина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

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 I. Pluzhnikova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

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



prakhova.tanya@yandex.ru





Научная статья

УДК 633.11.321:631.527.022

doi: 10.55186/25876740_2023_66_588

ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С.В. Косенко

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты изучения экологической пластичности и адаптивной способности сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Цель исследования — изучить по основным экологическим параметрам и выявить наиболее продуктивные сорта озимой мягкой пшеницы с высокой адаптивной способностью в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводили в лесостепной зоне Пензенской области на базе лаборатории селекционных технологий в 2017–2020 гг. Объектом исследования являлись 4 сорта и 7 перспективных линий озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК. В качестве стандарта использовали районированный сорт Фотинья. Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Хорошие условия увлажнения и умеренные температуры воздуха отмечены в период «отрастание-восковая спелость» в 2017 и 2020 гг., ГТК составлял 1,18 и 1,12 соответственно. Вегетационный период в 2018 и 2019 гг. проходил при недостаточном водообеспечении, ГТК за период «отрастание-восковая спелость» составлял 0,5 и 0,8 соответственно. Выделены сорта Эритроспермум 30/01-3-08 и Эритроспермум 18/04-3-08, с высокой средней урожайностью зерна (4,34 и 4,05 т/га соответственно) и меньшей ее вариаций (19,7 и 20,0% соответственно). Наибольшую устойчивость к стрессам имели сорта Эритроспермум 6310/10-63 (-1,39), Эритроспермум 6381 (-1,50) и Кинельская 59 (-1,50). Сорта Клавдия 2, Памяти Кривобочка, Эритроспермум 18/04-3-08, Эритроспермум 37/01-1-08, Лютесценс 36/03-1-08 и Эритроспермум 21/00-3-08 отличались специфической адаптацией и сформировали наиболее высокую среднюю урожайность зерна (4,28–4,82 т/га) в контрастных условиях, имели средний коэффициент адаптивности больше 1. У большинства сортов (81,8%) получен высокий коэффициент адаптивности (больше 1), наибольшее значение (1,76) имела линия Эритроспермум 26/01-1-08. Выделен новый адаптивный материал озимой мягкой пшеницы для использования в селекционных программах.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорта, адаптивные свойства, экологическая пластичность, урожайность

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

Original article

PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

S.V. Kosenko

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents the results of studying the ecological plasticity and adaptive capacity of winter soft wheat varieties in terms of yield in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The purpose of the study is to study the main ecological parameters and identify the most productive varieties of winter soft wheat with high adaptive capacity in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. Research was carried out in the forest-steppe zone of the Penza region on the basis of the laboratory of breeding technologies in 2017–2020. The object of the study was 4 varieties and 7 promising lines of winter soft wheat breeding of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops. The zoned cultivar Fotinya was used as a standard. Vegetation conditions during the years of research differed in temperature regime and the amount of precipitation. Good moistening conditions and moderate air temperatures were noted during the period of “regrowth-wax ripeness” in 2017 and 2020, the HTC was 1.18 and 1.12, respectively. The growing season in 2018 and 2019 took place with insufficient water supply, the HTC for the period of “regrowth-wax ripeness” was 0.5 and 0.8, respectively. The cultivars Erythrosperrum 30/01-3-08 and Erythrosperrum 18/04-3-08 were distinguished, with a high average grain yield (4.34 and 4.05 t/ha, respectively) and its smaller variation (19.7 and 20.0%, respectively). The varieties Erythrosperrum 6310/10-63 (-1.39), Erythrosperrum 6381 (-1.50), and Kinelskaya 59 (-1.50) had the highest resistance to stress. Varieties Claudia 2, Memory of Krivobochek, Erythrosperrum 18/04-3-08, Erythrosperrum 37/01-1-08, Lutescens 36/03-1-08 and Erythrosperrum 21/00-3-08 were distinguished by specific adaptation and formed the highest average grain yield (4.28–4.82 t/ha) in contrasting conditions had an average coefficient of adaptability greater than 1. In most varieties (81.8%), a high coefficient of adaptability (more than 1) was obtained, the highest value (1.76) was the line Erythrosperrum 26/01-1-08. A new adaptive material of winter soft wheat has been identified for use in breeding programs.

Keywords: winter soft wheat, varieties, adaptive properties, ecological plasticity, productivity

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 Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008).

Введение. Озимая пшеница — основная продовольственная культура большинства стран мира. Производство зерна пшеницы в необходимом количестве — одна из важнейших составляющих продовольственной безопасности нашей страны. Увеличение урожайности является важным критерием при возделывании озимой пшеницы. Для этого необходимо создание сортов с высоким потенциалом продуктивности, имеющих максимально высокую степень ее реализации, независимую от складывающихся лимитов среды. Для озимой пшеницы важным показателем стабильной урожайности

сорта является достаточный уровень зимостойкости для конкретных регионов и зон, который должен быть гарантом надежной перезимовки в годы с суровыми условиями. В отдельные годы из-за неблагоприятных погодных условий наблюдается гибель озимых. Именно зимостойкость и засушливость являются определяющими факторами намечающегося изменения климата. Осуществлять контроль за агроклиматической ситуацией можно набором соответствующих сортов зерновых культур. В связи с тем, что нет идеальных сортов, всегда имеются недостатки у районированных сортов

как в реализации урожайных способностей, так и в сочетании трудновосприимчивых признаков, селекция имеет исключительное значение. Порою только путем селекции разрешаются проблемы повышения качества продукции, устойчивости к абиотическим факторам внешней среды, к наиболее вредоносным и распространенным болезням местной зоны произрастания. Кроме того, наследственность проявляет себя в норме реакции сорта на затраты производства при его возделывании. В решении самых сложных задач современного растениеводства, связанных с устойчивым ростом его



продуктивности, ресурсоэнергетичности и природоохранности, центральное место принадлежит адаптационной селекции [1].

По имеющимся оценкам, вклад сорта в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур за последние десятилетия XX века оценивается от 40 до 60%. Однако существует проблема неполной реализации потенциальной урожайности сортов и гибридов — на уровне 20-25%, одной из причин чего является слабая устойчивость растений к действию абиотических и биотических стрессоров [2-5].

Для громадной территории России с широкой географической и экологической гетерогенностью почвенно-климатической среды нет универсальных сортов, одинаково пригодных для всех природных зон, регионов и экологических условий. Поэтому особого внимания заслуживает создание высокопродуктивных сортов озимой пшеницы с широкой экологической пластичностью, способных при разном сочетании природных условий, в том числе и при климатических стрессах (почвенной и воздушной засухе, переувлажнении и т.д.), сохранять урожайность относительно стабильной и на высоком уровне [6-9]. Именно такие сорта могут обладать адаптивной приспособленностью, обеспечить высокие и устойчивые урожаи по годам и распространяться в разных природно-климатических зонах. Адаптивный сорт — это сорт экологически пластичный, приспособленный не только к оптимальным условиям среды, но и к проявлению минимальных и максимальных внешних факторов [10-12].

Цель исследования — изучить по основным экологическим параметрам и выявить наиболее продуктивные сорта озимой мягкой пшеницы с высокой адаптивной способностью в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2017-2020 гг. в лесостепной зоне Пензенской области на базе лаборатории селекционных технологий. Закладку опытов проводили в I декаде сентября по предшественнику чистый пар на неудобренном фоне сеялкой СН-10Ц. Площадь делянки — 10 м², повторность опыта — шестикратная, норма высева — 5,5 млн всхожих зерен/га. Эксперимент представлял двухфакторный опыт: в качестве фактора А выступали сорта озимой мягкой пшеницы, фактора В — годы исследований. Объектом исследования являлись 4 сорта (Фотинья, Клавдия 2,

Аленушка, Памяти Кривобочка) и 7 перспективных линий (Эритроспермум 18/04-3-08, Эритроспермум 17/01-7-08, Эритроспермум 37/01-1-08, Лютеценс 36/03-1-08, Эритроспермум 21/00-3-08, Эритроспермум 26/01-1-08, Эритроспермум 30/01-3-08) озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК. В качестве стандарта использовали сорт Фотинья.

Фенологические наблюдения и учеты проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13]. Вклад генотипа и факторов внешней среды в формирование урожайности зерна определяли по методике Б.А. Доспехова [14] на основе данных двухфакторного дисперсионного анализа результатов исследований. Для выявления наиболее устойчивых сортов использовали методику Эберхарта и Расселла [15]. Для определения стабильности рассчитывали ее параметры — коэффициент регрессии (bi), характеризующий реакцию сорта на изменение условий среды. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнениям Россилли и Хемблина [16].

Результаты исследований и их обсуждение. Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, что послужило хорошим фоном для проведения исследований по изучаемому вопросу. Вегетационный период озимой мягкой пшеницы в 2018 и 2019 гг. проходил при недостаточном водообеспечении (осадков выпало в 2018 г. — 74,9 мм, что ниже среднегодовой нормы на 70,6 мм и в 2019 г. — 101,2 мм, что ниже среднегодовой нормы на 41,3 мм), ГТК за период «отрастание-восковая спелость» составлял 0,5 и 0,8 соответственно, что впоследствии привело к снижению массы 1000 зерен и недобору урожая. Хорошие условия увлажнения и умеренные температуры воздуха отмечены в период «отрастание-восковая спелость» в 2017 и 2020 гг., ГТК составлял 1,18 и 1,12 соответственно. Зерно сформировалось достаточно выполненным, полновесным. Урожайность является основным показателем адаптации сортов с различными генотипами к различным условиям выращивания. В проведенных нами исследованиях урожайность сортов озимой мягкой пшеницы имела значительные различия по годам (табл. 1). По результатам дисперсионного

анализа влияние фактора «сорт» составляло 22,5%, фактора «год» — 58,5%, взаимодействие факторов — 14,5%.

Средняя урожайность за 2017-2020 гг. составила 4,53 т/га. Средняя урожайность сортов варьировала по годам от 2,83 т/га (2018 г.) до 5,70 т/га (2017 г.), коэффициент вариации (C_v) составил 24,7%. Наиболее благоприятные условия для вегетации сортов и формирования их продуктивности наблюдались в 2017 г. (индекс условий среды 0,64) и в 2020 г. (0,52). Напротив, неблагоприятные для роста и развития условия сложились в 2018-2019 гг., причем наиболее жесткими по величине индекса условия (-0,86) были отмечены в острозасушливом 2018 г.

В 2017 г. урожайность озимой мягкой пшеницы варьировала от 4,96 т/га у сорта Фотинья до 6,56 т/га у линии Эритроспермум 26/01-1-08. В 2020 г. минимальная урожайность (4,34 т/га) была получена у сорта Фотинья, максимальная урожайность (5,53 т/га) — у линии Эритроспермум 37/01-1-08. Самый низкий уровень урожайности по всем изучаемым сортам (2,66-3,20 т/га) наблюдался в 2018 г., острозасушливом и наименее благоприятном для развития растений пшеницы. В засушливом 2019 г. урожайность зерна колебалась от 3,48 т/га у сорта Фотинья до 5,18 т/га у линии Эритроспермум 21/00-3-18.

Наибольшее практическое значение для селекционной работы представляют сорта, способные сочетать высокую среднюю урожайность зерна и ее наименьшую вариабельность по годам: Эритроспермум 30/01-3-08 ($C_v=19,7\%$) и Эритроспермум 18/04-3-08 ($C_v=20,0\%$), что указывает на высокую экологическую устойчивость и стабильность.

В контрастных погодных условиях важным параметром адаптивности сортов является их устойчивость к стрессам, а именно — разность между минимальной и максимальной урожайностью (Y_2-Y_1). Причем чем меньше данная величина, тем выше стрессоустойчивость сорта и шире его адаптационные возможности. Наибольшую устойчивость к стрессам в исследованиях показали сорта Эритроспермум 30/01-3-08 (-1,85), Эритроспермум 17/01-7-08 (-2,27), Фотинья (-2,30) и Аленушка (-2,78). Самую низкую стрессоустойчивость имела линия Эритроспермум 26/01-1-08 (-4,20) — высокопродуктивная, но требовательная к условиям выращивания и уровню используемой агротехники (табл. 2).

Таблица 1. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы (2017-2020 гг.)
Table 1. Yield of winter soft wheat varieties (2017-2020)

Сорт	Год включения в реестр / начало испытания	Урожайность, т/га					$C_v, \%$
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	
Фотинья, St	2014 г.	4,96	2,66	3,48	4,34	3,91	26,6
Клавдия 2	2017 г.	5,80	2,80	4,68	5,12	4,60	27,9
Аленушка	Госиспытание с 2019 г.	5,84	3,06	4,85	4,88	4,66	24,9
Памяти Кривобочка	Госиспытание с 2020 г.	6,35	2,84	4,92	5,16	4,82	30,3
Эритроспермум 18/04-3-08	Перспективный сорт	5,19	3,20	4,32	4,66	4,34	20,0
Эритроспермум 17/01-7-08	Перспективный сорт	5,17	2,90	4,15	5,25	4,37	25,2
Эритроспермум 37/01-1-08	Перспективный сорт	6,25	3,11	4,13	5,33	4,71	29,2
Лютеценс 36/03-1-08	Перспективный сорт	5,39	2,36	4,54	4,84	4,28	31,0
Эритроспермум 21/00-3-08	Перспективный сорт	6,33	2,81	5,18	4,95	4,82	30,5
Эритроспермум 26/01-1-08	Перспективный сорт	6,56	2,36	3,79	5,18	4,47	40,4
Эритроспермум 30/01-3-08	Перспективный сорт	4,91	3,06	3,68	4,56	4,05	19,7
Средняя		5,70	2,83	4,34	5,22	4,53	24,7
НСР ₀₅		0,11	0,09	0,12	0,15	0,12	—
Индекс условий среды		0,64	-0,86	-0,14	0,52	—	—



Таблица 2. Показатели адаптивности и экологической устойчивости сортов озимой мягкой пшеницы (2016-2020 гг.)
Table 2. Indicators of adaptability and environmental sustainability of winter soft wheat varieties (2016-2020)

Сорт	Уровень устойчивости к стрессам, т/га (Y_2-Y_1)	Средняя урожайность в контрастных условиях, т/га ($(Y_1+Y_2)/2$)	Экологическая пластичность, b_i
Фотинья, St	-2,30	3,81	0,98
Клавдия 2	-3,00	4,30	1,30
Аленушка	-2,78	4,45	1,16
Памяти Кривобочка	-3,51	4,59	1,47
Эритроспермум 18/04-3-08	-2,99	4,49	1,22
Эритроспермум 17/01-7-08	-2,27	4,04	1,06
Эритроспермум 37/01-1-08	-3,14	4,68	1,33
Лютесценс 36/03-1-08	-3,03	3,87	1,33
Эритроспермум 21/00-3-08	-3,52	4,57	1,45
Эритроспермум 26/01-1-08	-4,20	4,46	1,76
Эритроспермум 30/01-3-08	-1,85	3,99	0,81

Средняя урожайность зерна в контрастных условиях среды ($(Y_1+Y_2)/2$) характеризует генетическую устойчивость сортов к различным факторам (благоприятным и стрессовым). В исследованиях величина этого показателя составляла 3,81-4,68 т/га. Интерес представляют сорта Клавдия 2, Памяти Кривобочка, Эритроспермум 18/04-3-08, Эритроспермум 37/01-1-08, Лютесценс 36/03-1-08 и Эритроспермум 21/00-3-08, которые при достаточно невысоком уровне стрессоустойчивости (от -2,99 до -3,52) имели высокие значения показателя средней урожайности — 4,60, 4,82, 4,34, 4,71, 4,28, 4,82 т/га соответственно, что указывает на их специфическую адаптацию.

Коэффициенты адаптивности у сортов рассчитывались исходя из уровня сформированной урожайности зерна в разные по метеосостоянию годы как в благоприятные для вегетации пшеницы, так и в условиях стресса — засухи. Среднесортная урожайность изучаемого набора сортов бралась за 1. Для более объективной оценки адаптивности использовался анализ урожайных данных за 4 года с контрастным уровнем урожайности в условиях одной экологической точки. За период исследований большинство сортов отличались высокими продуктивными возможностями, из 11 сортов 9 (81,8%) имели средний коэффициент адаптивности больше 1. В целом по изучаемым сортам средний коэффициент адаптивности варьировал от 0,81 до 1,76. Наибольшие значения показателя адаптивности отмечены у перспективных сортов Клавдия 2 (1,30), Аленушка (1,16), Памяти Кривобочка (1,47), Эритроспермум 18/04-3-08 (1,22), Эритроспермум 17/01-7-08 (1,06), Эритроспермум 37/01-1-08 (1,33), Лютесценс 36/03-1-08 (1,33), Эритроспермум 21/00-3-08 (1,45), Эритроспермум 26/01-1-08 (1,76). Наименьшие средние коэффициенты адаптивности (менее 1) отмечены у сортов Фотинья (0,98) и Эритроспермум 30/01-3-08 (0,81).

Изучена ответная реакция сортов на складывающиеся погодные условия вегетации. Корреляционная зависимость среднесортной урожайности от средней температуры воздуха за вегетацию в исследованиях была отрицательной и составила $r=-0,68$, от суммы осадков за вегетацию $r=0,84$ и от гидротермического коэффициента (ГТК) за вегетацию $r=0,82$. Наиболее высокая достоверная корреляционная связь

среднесортной урожайности наблюдалась с температурой воздуха ($r=-0,88$), выпавшими осадками ($r=0,70$) и ГТК ($r=0,80$) в период «выход в трубку-колошение». Полученные результаты показывают, что формирование урожайности в лесостепных условиях Среднего Поволжья происходит благодаря элементам продуктивности, потенциал которых закладывается до колошения. А получение стабильно высоких урожаев зерна обеспечивается главным образом гидротермическим режимом в периоды «выход в трубку», «колошение» и «цветение».

Заключение. Основное влияние на формирование урожайности оказывают условия года, доля вклада в общую изменчивость которых составляет 58,5%. Практическое значение для селекционных программ имеют сорта озимой мягкой пшеницы, сочетающие высокую среднюю урожайность зерна (4,05 и 4,34 т/га соответственно) и наименьшую ее вариабельность по годам (19,7 и 20,0% соответственно): Эритроспермум 30/01-3-08 и Эритроспермум 18/04-3-08. Наибольшую устойчивость к стрессам в исследованиях показали сорта Эритроспермум 30/01-3-08 (-1,85), Эритроспермум 17/01-7-08 (-2,27), Фотинья (-2,30) и Аленушка (-2,78). Максимальная средняя урожайность в контрастных условиях (4,28-4,82 т/га) отмечена у сортов со специфической адаптацией: Клавдия 2, Памяти Кривобочка, Эритроспермум 18/04-3-08, Эритроспермум 37/01-1-08, Лютесценс 36/03-1-08 и Эритроспермум 21/00-3-08, они имели средний коэффициент адаптивности больше 1, наименьшие значения (менее 1) отмечены у сортов Фотинья (0,98) и Эритроспермум 30/01-3-08 (0,81).

Таким образом, изучение сортов озимой мягкой пшеницы в различающихся условиях выращивания позволило выявить наиболее приспособленные формы для условий лесостепи Среднего Поволжья и рекомендовать их в качестве исходного материала для создания нового селекционного материала.

Список источников

- Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 2000. № 3. С. 55-60.
- Сапега В.А. Потенциал урожайности, стрессоустойчивость и экологическая пластичность среднеранних сортов яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2. С. 6-10.

3. Солонечный П.Н. AMMI и GGE biplot анализ взаимодействия генотип-среда линий ячменя ярового // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 21 (6). С. 657-662. doi: 10.18699/VJ17.283

4. Левакова О.В. Результаты изучения адаптивно-экологических показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2. С. 13-16.

5. Дубинина О.А., Вожжова Н.Н. Адаптивный потенциал сортов озимой твердой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 2 (51). С. 29-32.

6. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Брагин Р.Н. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и линий озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2 (56). С. 10-13.

7. Гудзенко В.Н. Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 1. С. 110-118. doi: 10.18699/VJ19.469

8. Николаев П.Н., Юсова О.А. Стрессоустойчивость сортов ярового ячменя омской селекции в условиях Западной Сибири // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 4 (24). С. 135-142. doi: 10.33952/2542-0720-2020-4-24-135-142

9. Косенко С.В. Изучение адаптивной способности озимой мягкой пшеницы по урожайности и качеству зерна в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 41-45. doi: 10.28983/asj.y2020i10pp41-45

10. Морозов Н.А., Самсонов И.В., Панкратова Н.А. Оценка адаптивности ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» к засушливым условиям Ставропольского края // Зерновое хозяйство России. 2022. № 4. С. 16-21. doi: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-16-21

11. Анисков Н.И., Сафонова И.В. Сравнительная оценка показателей пластичности, стабильности и гомеостатичности сортов озимой ржи селекции ВИР по признаку «масса 1000 зерен» // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181 (3). С. 56-63. doi: 10.30901/2227-8834-2020-3-56-63

12. Рыбась И.А., Марченко Д.М., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Гричаникова Т.А., Романюкина И.В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4 (58). С. 51-54. doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под ред. М.А. Федина. М.: Колос, 1989. 194 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.

15. Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, vol. 6, no. 1, pp. 36-40.

16. Rossell, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, no. 21, pp. 943-946. doi: 10.2135/cropsci1981.001183X002100060033x

References

- Zhuchenko, A.A. (2000). *Ehkologo-geneticheskie osnovy adaptivnoi sistemy selektsii rastenii* [Ecological and genetic bases of the adaptive system of plant breeding]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], no. 3, pp. 55-60.
- Sapega, V.A. (2016). Potentsial urozhainosti, stressoustoichivost' i ehkologicheskaya plastichnost' srednerannikh sortov yarovoi pshenitsy [Yield potential, stress resistance and ecological plasticity of mid-early varieties of spring wheat]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 2, pp. 6-10.
- Solonichny, P.N. (2017). AMMI i GGE biplot analiz vzaimodeistviya genotip-sreda linii yachmenya yarovogo [AMMI and GGE biplot analysis of genotype-environment interaction of spring barley lines]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov journal of genetics and breeding], no. 21 (6), pp. 657-662. doi: 10.18699/VJ17.283
- Levakova, O.V. (2019). Rezul'taty izucheniya adaptivno-ehkologicheskikh pokazatelei novykh sortov i perspektivnykh linii ozimoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Ryzan-



skei oblasti [The results of the study of adaptive-ecological indicators of new varieties and promising lines in the winter of soft wheat in the conditions of the Ryazan region]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 2, pp. 13-16.

5. Dubinina, O.A., Vozhzhova, N.N. (2016). Adaptivnyi potentsial sortov ozimoi tverdoi pshenitsy [Adaptive potential of hard winter wheat varieties]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 2 (51), pp. 29-32.

6. Filippov, E.G., Dontsova, A.A., Bragin, R.N. (2018). Otsenka ekhologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov i liniy ozimogo yachmenya [Evaluation of ecological plasticity and stability of varieties and lines of winter barley]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 2 (56), pp. 10-13.

7. Gudzenko, V.N. (2019). Statisticheskaya i graficheskaya (GGE biplot) ocenka adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti selektsionnykh liniy yachmenya ozimogo [Statistical and graphical (GGE biplot) assessment of the adaptive capacity and stability of winter barley breeding lines]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov journal of genetics and breeding], vol. 23, no. 1, pp. 110-118. doi: 10.18699/VJ19.469

8. Nikolaev, P.N., Yusova, O.A. (2020). Stressoustoichivost' sortov yarovogo yachmenya omskoi selektsii v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Stress resistance of varieties of spring barley of Omsk breeding in the conditions of

Western Siberia]. *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki* [Taurida herald of the agrarian sciences], no. 4 (24), pp. 135-142. doi: 10.33952/2542-0720-2020-4-24-135-142

9. Kosenko, S.V. (2020). Izuchenie adaptivnoi sposobnosti ozimoi myagkoi pshenitsy po urozhainosti i kachestvu zerna v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Study of the adaptive ability of winter soft wheat in terms of yield and grain quality in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 10, pp. 41-45. doi: 10.28983/asj.y2020i10pp41-45

10. Morozov, N.A., Samsonov, I.V., Pankratova, N.A. (2022). Otsenka adaptivnosti yarovogo yachmenya po priznaku «massa 1000 zeren» k zasushlivym usloviyam Stavropol'skogo kraia [Assessment of the adaptability of spring barley on the basis of "mass of 1000 grains" to the arid conditions of the Stavropol Territory]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 4, pp. 16-21. doi: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-16-21

11. Anis'kov, N.I., Safonova, I.V. (2020). Sravnitel'naya otsenka pokazatelei plastichnosti, stabil'nosti i gomeostatichnosti sortov ozimoi rzhii selektsii VIR po priznaku «massa 1000 zeren» [Comparative evaluation of indicators of plasticity, stability and homeostasis of winter rye varieties of VIR breeding on the basis of "mass of 1000 grains"]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on ap-

plied botany, genetics and breeding], no. 181 (3), pp. 56-63. doi: 10.30901/2227-8834-2020-3-56-63 Proceedings

12. Rybas', I.A., Marchenko, D.M., Nekrasov, E.I., Ivanisov, M.M., Grichanikova, T.A., Romanyukina, I.V. (2018). Otsenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoi myagkoi pshenitsy [Evaluation of adaptability parameters of winter soft wheat varieties]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 4 (58), pp. 51-54. doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54

13. Fedina, M.A. (ed.). (1989). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: zernovye, krupnyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury* [Methods of state variety testing of agricultural crops: cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops]. Moscow, Kolos Publ., 194 p.

14. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

15. Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, vol. 6, no. 1, pp. 36-40.

16. Rossielli, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stressand non-stress environments. *Crop Science*, no. 21, pp. 943-946. doi: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x

Информация об авторе:

Косенко Светлана Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3214-153X>, s.kosenko.pnz@fncl.ru

Information about the author:

Svetlana V. Kosenko, candidate of agricultural sciences, leading researcher,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3214-153X>, s.kosenko.pnz@fncl.ru

✉ s.kosenko.pnz@fncl.ru

Agros 24-26 | ЯНВАРЯ
2024 **expo** МОСКВА, РОССИЯ / КРОКУС ЭКСПО

МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ АПК

ВЕДУЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И МИРОВЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ:

- СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИКА
- КОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ПРЕМИКСЫ
- ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИНСТРУМЕНТЫ
- ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ

НАСЫЩЕННАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА – СВЫШЕ 350 ЛУЧШИХ СПИКЕРОВ:

- БОЛЕЕ 60 КОНФЕРЕНЦИЙ, СЕМИНАРОВ, КРУГЛЫХ СТОЛОВ
- ВСЕГДА АКТУАЛЬНЫЙ, ПОЛЕЗНЫЙ КОНТЕНТ БЕЗ РЕКЛАМЫ
- ВСЕРОССИЙСКИЕ СЪЕЗДЫ И СОВЕЩАНИЯ
- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ФОРУМ ФЕРМЕРОВ – ЗИМНЯЯ ТОЧКА ПРИТЯЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО СООБЩЕСТВА

СОВМЕСТНО С

Картофель и Овощи
2024 **агротехэкспо**

600+ КОМПАНИЙ
17000+ ПОСЕТИТЕЛЕЙ
60+ МЕРОПРИЯТИЙ
350+ СПИКЕРОВ



AGROS-EXPO.COM

РЕКЛАМА

Генеральный
партнер выставки



Партнер раздела "Ветеринарные препараты,
инструменты и оборудование"



Партнер раздела
"Кормовые решения"



Организатор: ООО «Агрос Экспо»

Тел./WhatsApp: +7 (495) 128 29 59

E-Mail: agros@agros-expo.com





Научная статья
УДК 633.522; 631.5; 631.524.84
doi: 10.55186/25876740_2023_66_592

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СОРТОВОЙ АГРОТЕХНИКИ ДЛЯ НОВОГО СОРТА КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ ЛЮДМИЛА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Бакулова, И.И. Плужникова, Н.В. Криушин

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Научные исследования проводили в 2021-2022 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в условиях Пензенской области. Почва представлена черноземом выщелоченным, среднесуглинистым с содержанием гумуса 4,6-5,9%. Приведены результаты эксперимента по влиянию элементов агротехники на формирование продуктивности нового перспективного сорта конопли посевной Людмила. Показано, что при ширококормном способе посева с междурядьями 70 см максимальные значения урожайности стеблей и семян получили на вариантах с предпосевной обработкой удобрением Мегамикс + Селест Топ, КС (12,2 и 1,34 т/га) и Мегамикс + Артафит, ВРК (13,5 и 1,28 т/га), содержание волокна в стеблях на уровне 29,4%. Высокая урожайность формируется в посевах с нормой высева 0,5 млн всхожих семян/га — 11,8 т/га стеблей, 1,14 т/га семян. При ширококормном способе посева с междурядьями 45 см содержание общего волокна увеличилось до 30,1%, урожайность стеблей и семян была выше на вариантах с предпосевной обработкой Мегамикс + Селест Топ, КС (1,12 и 12,9 т/га) и Мегамикс + Артафит, ВРК (0,99 и 13,4 т/га) соответственно. Урожайность семян была выше на вариантах с нормой высева 0,8 млн всхожих семян/га (0,94 т/га), с загущением посева до 1,2 млн всхожих семян/га показатель снижался на 0,1 т/га.

Ключевые слова: конопля посевная, новый сорт, технология, листовая поверхность, урожайность, волокно

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).

Original article

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF VARIETAL AGROTECHNICS FOR A NEW VARIETY OF CANNABIS SEED LYUDMILA IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

I.V. Bakulova, I.I. Pluzhnikova, N.V. Kriushin

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. Scientific research was carried out in 2021-2022 at the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in the conditions of the Penza region. The soil is represented by leached chernozem, medium-sized, heavy loamy with a humus content of 5.9%. The results of an experiment on the influence of elements of agricultural technology on the formation of productivity of a new promising variety of cannabis seed Lyudmila are presented. It is shown that with a wide-row sowing method with row spacing of 70 cm, the maximum yield values of stems and seeds were obtained on variants with pre-sowing treatment with fertilizer Megamix + Celest Top, KS (12.2 and 1.34 t/ha) and Megamix + Artafit, VRK (13.5 and 1.28 t/ha), the fiber content in the stems at the level of 29.4%. High yield is formed in crops with a seeding rate of 0.5 million germinating seeds per hectare — 11.8 t/ha of stems, 1.14 t/ha of seeds. With a wide-row sowing method with row spacing of 45 cm, the total fiber content increased to 30.1%, the yield of stems and seeds was higher in the variants with pre-sowing treatment of Megamix + Celest Top, CS (1.12 and 12.9 t/ha) and Megamix + Artafit, VRK (0.99 and 13.4 t/ha), respectively. The seed yield was higher in variants with a seeding rate of 0.8 million germinating seeds per hectare (0.94 t/ha), with a thickening of sowing to 1.2 million germinating seeds per hectare, the indicator decreased by 0.1 t/ha.

Keywords: seed hemp, new variety, technology, leaf surface, yield, fiber

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2022-0008).

Введение. Коноплю посевную культивируют для использования во многих областях промышленности. По итогу 2022 г. в России посевная площадь технической конопли в хозяйствах всех форм собственности составила 14,3 тыс. га [1]. Лидерами по посевным площадям, занятым коноплей, являются Пензенская, Ивановская, Челябинская, Курская, Нижегородская области, Республика Мордовия [2]. В Пензенской области коноплеводство является традиционной отраслью сельского хозяйства. В начале XX века Пензенская губерния занимала одно из первых мест в общем экспорте пеньки из России. Посевные площади под культурой составляли 30-60 тыс. га [3]. В настоящий момент общая площадь под посевами конопли в Пензенской области составляет около 3,0 тыс. га.

Селекцией и семеноводством конопли в Пензенском НИИСХ занимаются с 1928 г. За почти

вековой период были разработаны прогрессивные приемы агротехники возделывания культуры, эффективная система семеноводства и методология рационального размещения посевов конопли в структуре посевных площадей хозяйств, выведены сорта и гибриды двудомной и однодомной конопли [4, 5]. Сейчас основное внимание ученых-коноплеводов уделяется разработке агротехники культуры и ее семеноводству [6, 7, 8].

В настоящее время прошел Государственный экспертизу и одобрен для аккредитации на допуск к использованию на территории Российской Федерации новый сорт конопли посевной Людмила. Сорт характеризуется высокой урожайностью стеблей (12,3 т/га) и семян (1,05 т/га). Содержание волокна в стеблях более 30%, выход длинного волокна более 21%. Новый сорт, имея общие закономерности в развитии

с другими сортами, требует при выращивании высокой агротехники и обязательного соблюдения всего комплекса специальных семеноводческих мероприятий, направленных на быстрое размножение сортовых семян при сохранении или даже улучшении их высоких качеств [9]. Кроме того, необходима разработка эффективных технологий получения сырьевой базы для промышленного возделывания нового сорта конопли.

Цель исследований — изучить элементы сортовой агротехники возделывания нового перспективного сорта конопли посевной Людмила, обеспечивающие реализацию потенциала продуктивности и качества коноплепродукции в условиях Среднего Поволжья. В соответствии с поставленной целью необходимо подобрать нормы и способы посева, выявить эффективность предпосевной обработки семян конопли



и фолитарной обработки растений на продуктивность и качественные показатели сорта.

Материалы исследований. В основу выполнения научного эксперимента положены методологические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве и методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей [10, 11]. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах определяли по методике А.А. Ничипоровича [12]. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13].

Изучение элементов технологии нового сорта конопли осуществлялось в двух полевых трехфакторных опытах с последовательным расположением делянок. Схема опытов включала варианты предпосевной обработки семян: контроль (без обработки); Артафит, ВРК (150 мл/т); Мегамикс (2 л/т); Селест Топ, КС (3 л/т); Артафит, ВРК (150 мл/т) + Селест Топ, КС (3 л/т); Мегамикс (2 л/т) + Селест Топ, КС (3 л/т); Артафит, ВРК (150 мл/т) + Мегамикс (2 л/т). Протравливание семян выполняли вручную путем встряхивания в круглодонной колбе объемом 2 л суспензии препаратов с семенами (300 г) в течение 5 минут, расход рабочей жидкости 8-10 л/т. Обработку вегетирующих растений проводили в фазе 2-3 пар листьев регулятором роста Артафит, ВРК (150 мл/га) ранцевым опрыскивателем Kwasar. Объем расхода рабочей жидкости 200 л/га. Посев проведен 6 мая в 2021 г. и 29 апреля в 2022 г. сеялкой СН-16 с нормами высева 0,5, 0,7 и 0,9 млн всхожих семян/га при посеве с шириной междурядий 70 см; 0,8, 1,0 и 1,2 млн всхожих семян/га при посеве с шириной междурядий 45 см. Повторность опыта трехкратная, предшествующий — чистый пар. Почва опытного участка — выщелоченный чернозем, среднесуглинистый, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 4,6-5,9%, легкогидролизуемого азота — 136,0-140,0 мг/кг, подвижного фосфора — 172,0-200,0 мг/кг, обменного калия — 160,0-206,7 мг/кг почвы, Сосн. — 29,3-33,4 мг-экв./100 г почвы, рН 5,0-5,1.

Результаты и обсуждение. Предпосевное протравливание семян стимулировало ростовые процессы и оказывало положительное влияние на лабораторную всхожесть. Лабораторная всхожесть была на уровне от 92 до 96,4 шт. при наименьшем значении на контроле, наибольшее увеличение данного показателя получили при протравливании семян баковой смесью Селест Топ, КС + Артафит, ВРК (+4,8%) и удобрением Мегамикс (+4,3%) по сравнению с контролем без обработок.

Полевая всхожесть в значительной степени зависела от нормы высева, качества семян, их лабораторной всхожести и предпосевного протравливания. При посеве с шириной междурядий 70 см полевая всхожесть изменялась от 44,5 до 51 растений/м² (64-79%), при посеве с шириной междурядий 45 см всхожесть составляла 59,5-71,3 растений/м² (62-73%).

Имеется тенденция к снижению полевой всхожести при увеличении норм высева от 0,5 до 0,9 и от 0,8 до 1,2 млн всхожих семян/га. Так, при посеве с нормой высева 90 шт./м² всхожесть семян составила 57,9 шт. или 64%, при посеве 50 шт./м² — 39,4 шт. или 79%, при посеве 120 шт./м² — 74 шт. или 62,0%, при посеве 80 шт./м² — 58 шт. или 73,0%.

Протравливание регулятором роста Артафит, ВРК оздоравливало семена и повышало их полевую всхожесть на 3% по сравнению с контролем. Обработка фунгицидом Селест Топ, КС в чистом виде в начальный период жизнедеятельности растений немного угнетало ростовые процессы и вызывало задержку развития

проростков и всходов конопли, при добавлении в баковую смесь регулятора роста Артафит, ВРК и удобрения Мегамикс удалось устранить ретардантное действие и фитотоксичность препарата.

Результаты полевой всхожести представлены на рисунках 1, 2.

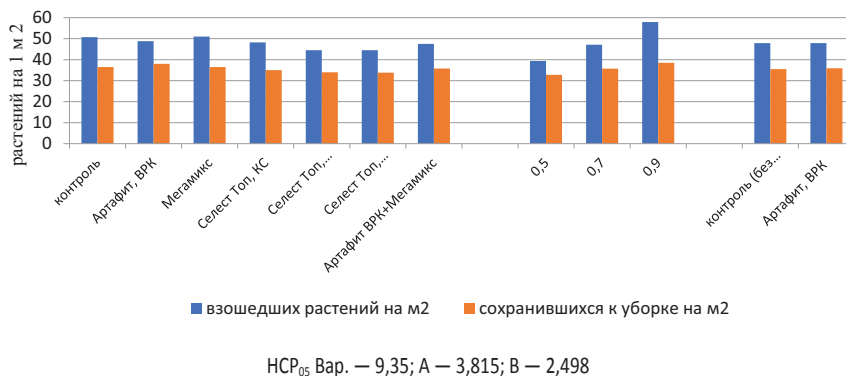


Рисунок 1. Влияние изучаемых факторов на полевую всхожесть конопли при посеве с междурядьями 70 см (2021-2022 гг.), шт./м²

Figure 1. The influence of the studied factors on the field germination of cannabis when sowing with row spacing of 70 cm (2021-2022), pcs/m²

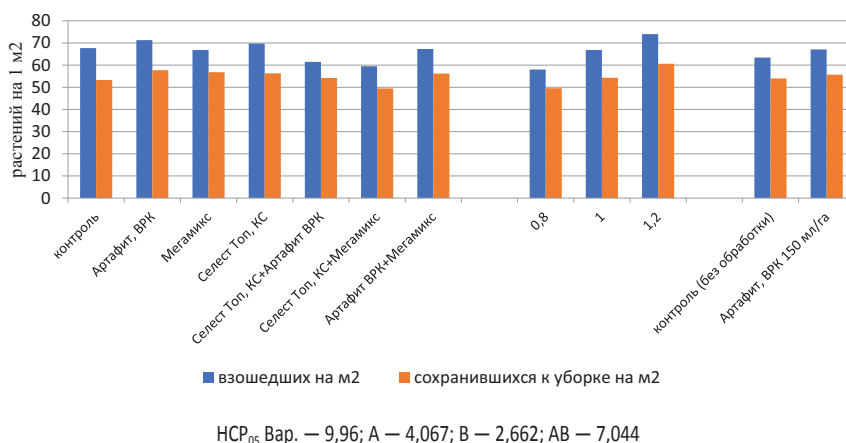


Рисунок 2. Влияние изучаемых факторов на полевую всхожесть конопли при посеве с междурядьями 45 см (2021-2022 гг.), шт./м²

Figure 2. The influence of the studied factors on the field germination of cannabis when sowing with row spacing of 45 cm (2021-2022), pcs/m²

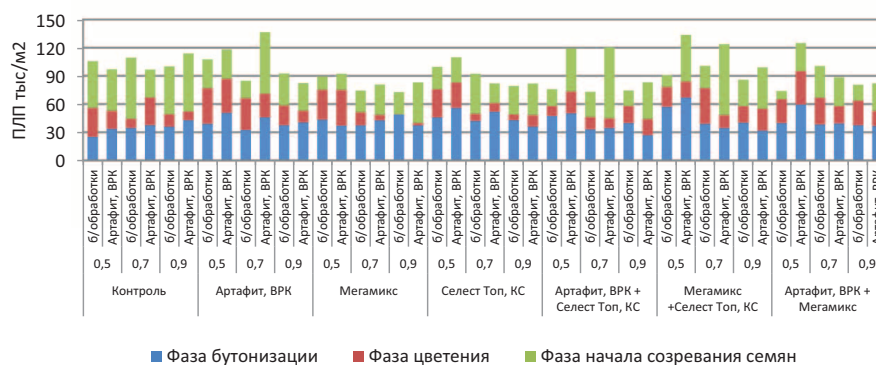


Рисунок 3. Площадь листовой поверхности конопли посевной при посеве с шириной междурядий 70 см в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)

Figure 3. Leaf surface area of seed hemp when sowing with a row spacing width of 70 cm depending on the factors studied (2021-2022)



Площадь листовой поверхности не постоянная величина. В проведенном нами опыте ассимиляционная поверхность листьев конопли изменялась как в течение вегетации, так и зависела от густоты стояния растений и протравителей. Из данных рисунка 3 видно, что при посеве с междурядьями 70 см наибольшая площадь листьев по всем фазам развития была отмечена на варианте с нормой высева 0,5 млн всхо-

жих семян/га и составила 47,2 тыс. м²/га в фазе бутонизации, 73,9 тыс. м²/га в фазе цветения, 104,9 тыс. м²/га в фазе созревания. Отмечено положительное влияние инсектофунгицида Селест Топ, КС в чистом виде и в баковой смеси с регулятором роста Артафит, ВРК и удобрением Мегамикс на увеличение листовой поверхности посева по сравнению с контролем. Применение внекорневого опрыскивания Артафит,

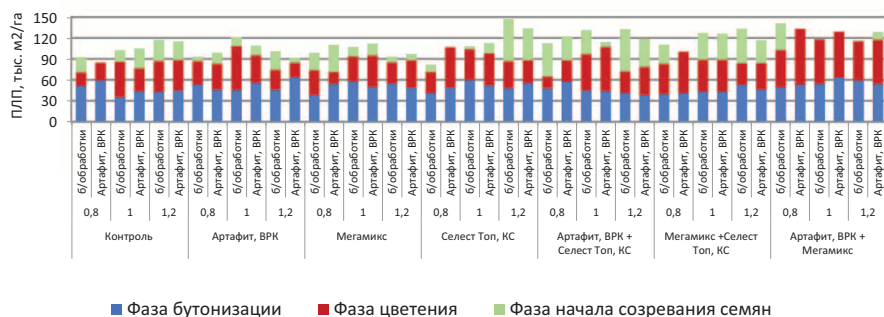
ВРК положительно влияло на формирование ассимиляционной поверхности листьев, увеличение по сравнению с контролем в фазе бутонизации составило 3,1 тыс. м²/га, в фазе цветения — 1,5 тыс. м²/га, в фазе созревания — 13,2 тыс. м²/га.

Из данных рисунка 4 видно, что площадь листовой поверхности при посеве с междурядьями 45 см в фазе бутонизации конопли изменялась в пределах от 35,2 до 63,8 тыс. м²/га. Большей величины — от 64,7 до 133,2 тыс. м²/га площадь листьев у конопли достигала в фазе цветения с приростом в фазе созревания от 79,4 до 147,0 тыс. м²/га. Положительное влияние внекорневой подкормки на увеличение листовой поверхности посева наблюдалось в фазах бутонизации и цветения, при этом площадь листьев была выше на 2,7 и 6,0% соответственно по сравнению с контролем. Предпосевная обработка семян позволила сформировать большую ассимиляционную поверхность по всем вариантам протравливания. При этом значения площади листьев были на уровне 50,5 и 55,5 тыс. м²/га в фазе бутонизации, 93,7 и 119,3 тыс. м²/га в фазе цветения и 114,9 и 119,8 тыс. м²/га в фазе созревания на вариантах с применением Селест Топ в чистом виде и в смеси с удобрением Мегамикс. Вероятно, эти препараты, повышают устойчивость растений против вредителей и более продолжительное время защищают листовую поверхность от повреждений.

Основная задача технологии возделывания конопли — получить максимальное количество семян и стеблей. Предварительный анализ полученных данных показывает, что при посеве с междурядьями 70 см на повышение изучаемых параметров влияет фактор А (предпосевная обработка семян). На варианте с обработкой удобрением Мегамикс + Селест Топ, КС урожайность стеблей и семян составила 1,34 и 12,3 т/га, на варианте протравливания Мегамикс + Артафит, ВРК — 1,28 и 13,5 т/га соответственно, на контроле — 1,05 и 12,0 т/га. Существенное влияние на формирование продуктивности растения оказали нормы высева. Наибольшие показатели отмечены при норме высева 0,5 млн всхожих семян/га: урожайность стеблей составила 11,8 т/га, семян — 1,14 т/га. Отмечена невысокая эффективность внекорневой обработки Артафит, ВРК. Прибавка по сравнению с контролем оставила 0,1 и 0,3 т/га (рис. 5).

Подобная же закономерность влияния изучаемых факторов на урожайность стеблей и семян наблюдалась при посеве с шириной междурядий 45 см. Урожайность стеблей и семян была выше на вариантах с предпосевной обработкой Мегамикс + Селест Топ, КС (1,12 и 12,9 т/га) и Мегамикс + Артафит, ВРК (0,99 и 13,4 т/га) соответственно. Урожайность семян была выше на вариантах с нормой высева 0,8 млн всхожих семян/га (0,94 т/га), с повышением нормы высева до 1,2 млн всхожих семян/га показатель снижался на 0,1 т/га (рис. 6).

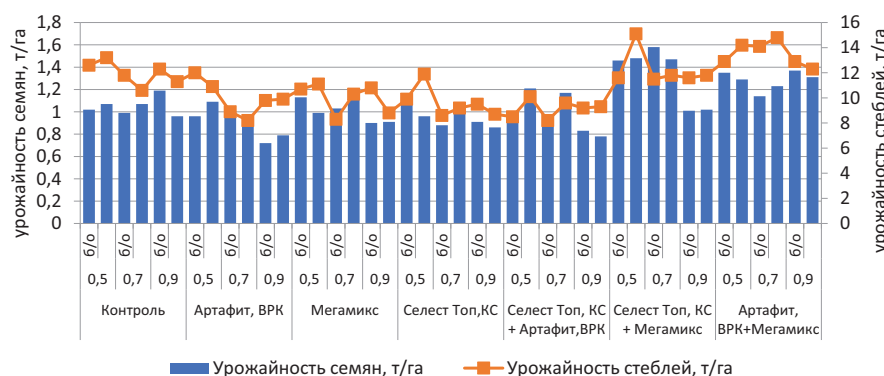
Качество коноплепродукции зависело от условий выращивания. Широкопрядные способы посева чаще используют для получения семян, но при соблюдении научно обоснованных приемов агротехники возможно даже на широкопрядных посевах получить высокие урожаи волокон. Результаты технологического анализа показали, что чем толще стебель, тем меньше выход волокна. Так, при посеве с шириной междурядий 70 см, то есть при большей площади



НСП₀₅ фаза бутонизации: А — 7,182; АВ — 12,439; фаза цветения: А — 9,237; В — 6,047; фаза начала спелости: А — 11,770; В — 7,705; АВ — 20,387

Рисунок 4. Площадь листовой поверхности конопли посевной при посеве с шириной междурядий 45 см в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)

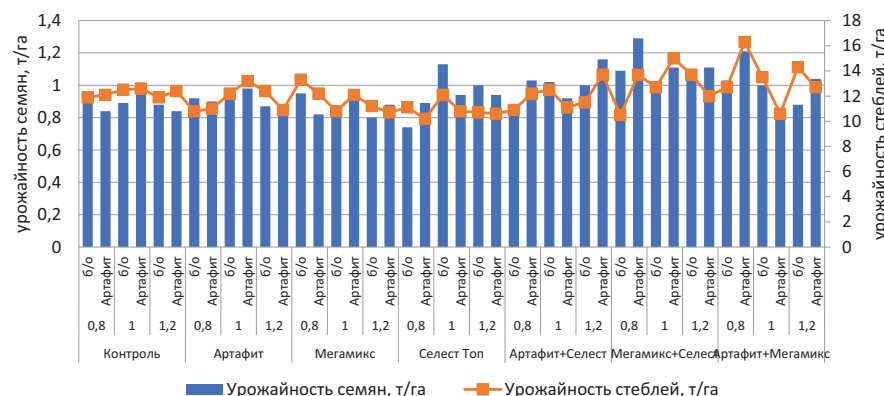
Figure 4. Leaf surface area of seed hemp when sowing with a row spacing width of 45 cm depending on the factors studied (2021-2022)



НСП₀₅ урожайность семян: А — 0,139; В — 0,091; урожайность стеблей: А — 1,688; В — 1,105

Рисунок 5. Урожайность семян и стеблей конопли посевной при посеве с шириной междурядья 70 см (2021-2022 гг.), т/га

Figure 5. The yield of cannabis seeds when sown with a row spacing of 70 cm (2021-2022), t/ha



НСП₀₅ урожайность семян: А — 0,073; АВ — 0,12; урожайность стеблей: А — 1,144

Рисунок 6. Урожайность семян и стеблей конопли посевной при посеве с шириной междурядья 45 см (2021-2022 гг.), т/га

Figure 6. The yield of cannabis seeds when sown with a row spacing of 45 cm (2021-2022), t/ha



питания, растения развиваются лучше, диаметр стебля увеличивается до 1,19 см, а содержание общего волокна понижается до 29,4%. При посеве с междурядьями 45 см диаметр стебля на уровне от 0,94 до 0,98 см, при этом содержание общего волокна в стебле увеличилось до 30,1%. Независимо от способа посева содержание общего волокна из стеблей конопли на варианте с обработкой инсектофунгицидом Селест Топ, КС на 0,8-1,3% выше, чем на контрольном варианте. С повышением нормы высева от 0,8 до 1,2 и от 0,5 до 0,9 млн всхожих семян/га содержание волокна в стебле увеличивается на 1,2%.

Выводы. В полевых опытах исследованы элементы технологии возделывания для нового перспективного сорта конопли посевной Людмила. Предварительный анализ полученных данных показывает, что для получения высокой полевой всхожести и сохранности растений от выпадения в период вегетации семян необходимо протравливать. Максимальный урожай стеблей и семян получили на вариантах с обработкой семян перед посевом удобрением Мегамикс + Селест Топ, КС и Мегамикс + Артафит, ВРК. При выборе нормы высева нужно ориентироваться на направление использования продукции. Оптимальными нормами высева являются: при возделывании с шириной междурядий 45 см (на семена и волокно) — 0,8-1,0 млн всхожих семян/га, с шириной междурядий 70 см (семенное направление использования) — 0,5-0,7 млн всхожих семян/га, для получения высокого урожая семян и волокна допустимо загущение посева до 1,0-1,2 млн всхожих семян/га.

Список источников

1. Техническая конопля: знакомимся с культурой, смотрим на перспективы. Режим доступа: <https://sfera.fm/articles/zernovye/> (дата обращения: 10.02.2023).
2. Бакулова И.В., Кабунина И.В. Основные приемы семеноводства конопли посевной среднерусского эко-типа // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 6 (390). С. 632-635.
3. Смирнов А.А., Зеленина О.Н., Серков В.А. Селекция и семеноводство безнаркотических сортов конопли в Пензенском НИИСК // Нива Поволжья. 2009. № 3 (12). С. 97-99.
4. Серков В.А. и др. Возделывание однодомной конопли посевной среднерусского экотипа: практические рекомендации. Пенза, 2018. 37 с.
5. Серков В.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Крюшин Н.В. Новые направления селекции и совершенствования технологии семеноводства конопли посевной: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2019. 155 с.

Информация об авторах:

Бакулова Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

Плужникова Ирина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

Крюшин Николай Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

Information about the authors:

Irina V. Bakulova, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

Irina I. Pluzhnikova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

Nikolay V. Kriushin, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

6. Акимова О.И., Кадыегова В.И., Чагин В.В., Еленкова Н.Г. Адаптивность технической конопли в лесостепной зоне юга Средней Сибири // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 2022. № 1 (39). С. 112-116.

7. Плужникова И.И., Крюшин Н.В., Бакулова И.В. Влияние элементов агротехники на формирование листовой поверхности, засоренности посевов и урожайности растений конопли посевной в условиях Среднего Поволжья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1 (379). С. 26-30.

8. Солодушко Н.Н., Солодушко В.Ф. Нормы высева и способы посева как факторы, влияющие на качество волокна конопли // Селекция и первичная обработка конопли и льна: сборник научных трудов. Глухов, 1994. С. 19-26.

9. Серков В.А., Белоусов Р.О., Александрова М.Р., Давыдова О.К. Актуальные направления селекции конопли посевной для решения современных проблем отечественной экономики и импортозамещения (обзор) // Нива Поволжья. 2019. № 3 (52). С. 38-47.

10. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВНИИЗР, 2009. 378 с.

11. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей / сост. Г.Р. Бедак и др. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 34 с.

12. Ничипорович А.А. Основа фотосинтетической продуктивности растений. Современные проблемы фотосинтеза: сборник трудов. М., 1973. С. 17-43.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс, 2014. 349 с.

References

1. Tekhnicheskaya konoplya: znakomimsya s kul'turoi, smotrim na perspektivy [Technical cannabis: getting to know the culture, looking at the prospects]. Available at: <https://sfera.fm/articles/zernovye/> (accessed: 10.02.2023).
2. Bakulova, I.V., Kabunina, I.V. (2022). Osnovnye priemy semenovodstva konopli posevnoi srednerusskogo ehkotipa [The main methods of seed production of hemp seed of the Central Russian ecotype]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (390), pp. 632-635.
3. Smirnov, A.A., Zelenina, O.N., Serkov, V.A. (2009). Seleksiya i semenovodstvo beznarkoticheskikh sortov konopli v Penzenskom NIISKH [Selection and seed production of drug-free cannabis varieties in the Penza Research Institute]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 3 (12), pp. 97-99.
4. Serkov, V.A. i dr. (2018). *Vozdelывание odnodomnoi konopli posevnoi srednerusskogo ehkotipa: prakticheskie rekomendatsii* [Cultivation of monoecious hemp seed of the Central Russian ecotype: practical recommendations]. Penza, 37 p.

5. 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.

6. Akimova, O.I., Kadychegova, V.I., Chagin, V.V., Elenkova, N.G. (2022). Adaptivnost' tekhnicheskoi konopli v le-sostepnoi zone yuga Srednei Sibiri [Adaptability of technical cannabis in the forest-steppe zone of the south of Central Siberia]. *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova* [Bulletin of the N.F. Katanov Khakass State University], no. 1 (39), pp. 112-116.

7. Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V., Bakulova, I.V. (2021). Vliyaniye ehlementov agrotekhniki na formirovaniye listovoi poverkhnosti, zasorennosti posevov i urozhainosti rastenii konopli posevnoi v usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Influence of agrotechnical elements on the formation of leaf surface, crop contamination and crop yield of cannabis plants in the conditions of the Middle Volga region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (379), pp. 26-30.

8. Solodushko, N.N., Solodushko, V.F. (1994). Normy vyse-va i sposoby poseva kak faktory, vliyayushchie na kachestvo volokna konopli [Seeding rates and seeding methods as factors affecting the quality of hemp fiber]. *Seleksiya i pervichnaya obrabotka konopli i l'na: sbornik nauchnykh trudov* [Selection and primary processing of hemp and flax: collection of scientific papers]. Glukhov, pp. 19-26.

9. 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.

10. VNIIZR (2009). *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaistve* [Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture]. Saint-Petersburg, VNIIZR. 378 p.

11. Bedak, G.R. i dr. (ed.) (1980). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh i vegetatsionnykh opytov s konoplei* [Guidelines for conducting field and vegetation experiments with cannabis]. Moscow, VASHNIL Publ., 34 p.

12. Nychiporovich, A.A. (1973). *Osnova fotosinteticheskoi produktivnosti rastenii. Sovremennyye problemy fotosinteza: sbornik trudov* [Fundamentals of photosynthetic productivity of plants. Modern problems of photosynthesis: a collection of works]. Moscow, pp. 17-43.

13. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.





Научная статья
УДК 636.2.034: 636.082.
doi: 10.55186/25876740_2023_66_596

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА КОРОВ БУРОЙ ШВИЦКОЙ ПОРОДЫ В ОТЕЛАХ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОТОМКОВ

А.С. Герасимова, В.И. Дмитриева, Е.А. Прищеп, Д.В. Леутина

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Проведены исследования продуктивности потомков, по материалам племенного учета племрепродуктора по разведению бурой швицкой породы СПК «Дружба» Смоленской области, полученных от матерей, различающихся по возрасту в отелах. Объектом исследования являются 1322 коровы бурой швицкой породы. В зависимости от возраста в отелах матерей, для ретроспективного анализа, поголовье было условно разделено на четыре группы: I — потомки, полученные от матерей первого отела (425 голов); II — от матерей второго отела (300 голов); III — третьего отела (235 голов); IV — четвертого и старше (362 головы). В результате исследований выявлена положительная корреляционная связь ($r = 0.11...0.21$) между удоем за первую лактацию матерей с аналогичным показателем их дочерей, значения которой растут, по мере увеличения возраста матерей в отелах. Средняя продуктивность, за первые три лактации (удой за 305 дней), выше у дочерей, полученных от коров-первотелок. Молочного жира и белка больше получено от потомков коров четвертого отела и старше. В генеалогических линиях коровы первого отела, родившиеся от матерей — первотелок имеют продуктивность, преимущественно, превышающую средние показатели по соответствующей родственной группе. У дочерей, полученных от коров второго и старше отелов, молочная продуктивность в большем количестве генеалогических групп, ниже среднего удоя этих групп. Выявленное влияние возраста матерей в отелах на молочную продуктивность коров-дочерей, позволяет использовать данный паратипический фактор при прогнозировании продуктивности для более эффективного отбора крупного рогатого скота в процессе селекции.

Ключевые слова: молочная продуктивность, крупный рогатый скот, возраст в отелах, лактация, бурая швицкая порода

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (тема № FGSS-2019-0012).

Original article

INFLUENCE OF AGE IN CALVING OF BROWN SWISS COWS ON MILK PRODUCTIVITY OF PROGENY

A.S. Gerasimova, V.I. Dmitrieva, E.A. Prishchep, D.V. Leutina

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The productivity of descendants cows, based on the materials of the breeding record for the breeding of the Brown Swiss breed APC “Druzhba” of the Smolensk region, obtained from mothers who differ in age in calving was studied. The object of the study is 1322 Brown Swiss cows. Depending on the age of the calving mothers, for retrospective analysis, the cattle was conditionally divided into four groups: I — offspring received from the mothers of the first calving (425 heads); II — from the mothers of the second calving (300 heads); III — from the mothers third calving (235 heads); IV — from the fourth and older (362 heads). As a result of the research, a positive correlation ($r = 0.11...0.21$) was revealed between the milk yields for the first lactation of mothers with a similar indicator of their daughters, the values of which grow as the age of mothers in calving increases. The average productivity, for the first three lactation (milk yield for 305 days), is higher in daughters received from first-calf cows. Milk fat and protein are more obtained from the offspring of cows of the fourth calving and older. In genealogical lines, cows of the first calving born from first-calf mothers have productivity, mainly exceeding the average for the corresponding related group. From daughters received from cows of the second and older calving, milk productivity in a larger number of genealogical groups is lower than the average milk yield of these groups. The revealed influence of the age of mothers on the milk productivity of cows-daughters, allows us to use this paratypical factor in predicting productivity for more effective selection of cattle in the selection process.

Keywords: dairy productivity, cattle, age in calving, lactation, Brown Swiss breed

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the FSBR FNC LC (topic No. FGSS-2019-0012).

Введение. Увеличение производства молока является первостепенной задачей агропромышленного комплекса России. Молочная продуктивность коров — один из главных селекционно-хозяйственных признаков при разведении крупного рогатого скота [1]. В настоящее время отмечено сокращение сроков хозяйственного использования коров [2,3]. Поэтому актуален вопрос поиска путей повышения молочной продуктивности. Несмотря на снижение поголовья бурого швицского скота в регионе, порода имеет не плохие перспективы для дальнейшего её развития [4]. Одним из факторов повышения молочной продуктивности является повышение продуктивного потенциала животных и его реализация у потомков [5]. Молочная продуктивность зависит от генетических и паратипических факторов [6,7]. Изменчивость удоя по первой лактации, а также, влияние возраста матерей на молочную продуктивность коров-первотелок

и половозрелых коров дает возможность вести селекционный отбор на ранних этапах продуктивного использования [8,9].

Цель исследований — изучить влияние коров-матерей бурой швицкой породы на формирование молочной продуктивности дочерей, для дальнейшего использования полученных

результатов при прогнозировании молочной продуктивности крупного рогатого скота.

Задачи исследований:

- оценить взаимосвязь продуктивности дочерей с аналогичным показателем матерей;
- определить влияние возраста в отелах матерей на продуктивные качества потомков;

Таблица 1. Взаимосвязь продуктивности первой лактации матерей с аналогичным показателем дочерей
Table 1. The relationship of the productivity of the first lactation of mothers with a similar indicator of daughters

Возраст матери в отелах	Число пар мать-дочь	Показатель продуктивности по удою за первую лактацию		Коэффициент корреляции	Уровень достоверности корреляции
		матери	дочери		
Первый	425	4613±51	5075±57	0,11±0,05	p≤0,05
Второй	300	4543±59	4854±70	0,17±0,06	p≤0,01
Третий	235	4503±73	5014±78	0,18±0,06	p≤0,01
Четвертый и старше	362	4197±52	4991±65	0,21±0,05	p≤0,001



— установить зависимость показателей молочной продуктивности по градации возраста в отелах матерей с учетом линейной принадлежности поголовья.

Материалы и методы. Исследования проведены на базе лаборатории зоотехнологий ОП Смоленский НИИСХ — Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», по материалам племенного учета племрепродуктора по разведению бурой швицкой породы СПК «Дружба» Смоленской области, с применением компьютерной программы ИАС «СЕЛЕКС» — Молочный скот (разработчик ООО «Региональный центр информационного обеспечения племенного животноводства Ленинградской области «Плинон»). Объектом исследования являются 1322 коровы бурой швицкой породы, отелившиеся в период 2004–2021 гг. В зависимости от возраста в отелах матерей, для ретроспективного анализа, поголовье было условно разделено на четыре группы: I — потомки, полученные от матерей первого отела (425 голов); II — от матерей второго отела (300 голов); III — третьего отела (235 голов); IV — четвертого и старше (362 головы). Статистическая обработка количественных показателей проведена по общепринятым методикам вариационной статистики, в соответствии с руководством по биометрии под редакцией Плохинского Н.А. [10] с использованием пакета компьютерной программы MS Excel-2010.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлена положительная взаимосвязь величины удоя за первую лактацию матерей с аналогичным показателем их дочерей во всех исследуемых группах (табл.1).

В каждой из групп продуктивность дочерей за первую лактацию превышала аналогичный показатель матери. В первой группе на 10%, второй — 6,9%, третьей — 11,4%, четвертой — 18,9%. Корреляционная связь молочной продуктивности по первой лактации между матерью и дочерью, имеет положительные значения, при уровне значимости от $p \leq 0,05$ (I гр.) до $p \leq 0,001$ (IV).

В соответствии с градацией поголовья по возрасту матерей в отелах, выявлено различие в продуктивности потомков (табл.2).

Первая группа характеризуется более высокой средней продуктивностью и удоем первой лактации. Удой за первую лактацию — показатель, определяющий дальнейшее использование животного. Во второй группе наивысшее количество молока получено за третью лактацию. В третьей группе лучшая молочная продуктивность по второй лактации. Четвертая группа имеет лучшие показатели молочного жира и белка за первые три лактации продуктивного использования.

Влияние возраста матерей на молочную продуктивность потомков, исследовано с учетом влияния линейной принадлежности (табл.3).

От коров первой группы, распределенных с учетом линейной принадлежности, получен удой на 2% превышающий среднюю продуктивность стада за первую лактацию. Вторая группа животных имеет наименьший показатель молочности на 3% ниже среднего уровня продуктивности первотелок. В третьей и четвертой группах количество полученного молока приближено к средним значениям продуктивности коров первого отела.

Таблица 2. Показатели продуктивности дочерей по градации возраста матерей в отелах
Table 2. Productivity indicators of daughters by gradation of the age of mothers in departments

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
первая лактация				
n	425	300	235	362
удой, кг	5088±56	4838±70**	4990±77	4984±64
жир, %	4,03±0,01***	4,15±0,02	4,09±0,02*	4,16±0,02
белок, %	3,38±0,01*	3,39±0,01	3,39±0,01	3,41±0,01
вторая лактация				
n	302	223	167	233
удой, кг	5883±74	5682±83	5894±106	5742±79
жир, %	4,00±0,01	4,03±0,02	4,01±0,02	4,04±0,02
белок, %	3,38±0,01**	3,41±0,01	3,39±0,01*	3,42±0,01
третья лактация				
n	207	162	121	155
удой, кг	6278±111	6336±116	6265±119	6084±101
жир, %	4,02±0,02	3,96±0,02***	4,04±0,02	4,07±0,02
белок, %	3,38±0,01	3,38±0,01	3,38±0,01	3,40±0,01
средняя продуктивность				
n	934	685	523	750
удой, кг	5609±46	5467±54*	5574±60	5447±48*
жир, %	4,02±0,01***	4,06±0,01**	4,06±0,01**	4,10±0,01
белок, %	3,38±0,01*	3,39±0,01	3,39±0,01	3,41±0,01

Примечание: разность достоверна при * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ - по сравнению с лучшим показателем между группами

Таблица 3. Влияние происхождения на продуктивность потомков за первую лактацию с учетом градации по возрасту матерей в отелах
Table 3. The influence of origin on the productivity of offspring during the first lactation, taking into account the gradation by age of mothers in hotels

Линия, род- ственная группа	Показа- тели	Группы				В среднем
		I	II	III	IV	
Азот-Пловец 196	n	48	11	21	13	93
	удой, кг	4314±99	4351±285	4160±235	4537±322	4306±89
	жир, %	3,79±0,02	3,80±0,05	3,76±0,02	3,84±0,02	3,79±0,01
	белок, %	3,20±0,02	3,19±0,06	3,16±0,04	3,16±0,03	3,18±0,01
Амур 3033	n	16	9	5	1	31
	удой, кг	4130±138	3745±154	3989±275	3720	3982±93
	жир, %	3,65±0,03	3,61±0,03	3,64±0,08	3,61	3,63±0,02
	белок, %	-	-	-	-	-
Концентрат 106157	n	116	16	13	18	163
	удой, кг	5758±108	4716±278	5602±334	5716±303	5638±93
	жир, %	4,11±0,02	4,21±0,09	4,27±0,11	4,19±0,07	4,14±0,02
	белок, %	3,49±0,01	3,34±0,02	3,43±0,02	3,43±0,03	3,47±0,01
Лейрд 71151	n	72	68	35	61	236
	удой, кг	5123±103	5373±205	5463±215	5111±141	5242±70
	жир, %	3,91±0,01	3,96±0,02	3,94±0,03	3,94±0,02	3,94±0,01
	белок, %	3,26±0,01	3,26±0,01	3,26±0,01	3,28±0,01	3,27±0,01
Мастер 106902	n	34	36	42	61	173
	удой, кг	4975±173	4697±138	4867±157	4429±125	4699±75
	жир, %	3,96±0,04	4,40±0,06	4,27±0,06	4,35±0,05	4,26±0,03
	белок, %	3,33±0,02	3,43±0,01	3,40±0,02	3,41±0,01	3,40±0,01
Меридиан 90827	n	93	128	93	178	492
	удой, кг	5217±122	4912±114	5234±117	5222±94	5143±56
	жир, %	4,28±0,04	4,26±0,03	4,17±0,03	4,22±0,03	4,23±0,02
	белок, %	3,38±0,01	3,45±0,01	3,46±0,02	3,47±0,01	3,45±0,01
Хилл 76059	n	46	32	26	30	134
	удой, кг	4312±126	4100±187	4238±182	4243±162	4232±79
	жир, %	3,95±0,03	4,05±0,04	4,00±0,04	4,01±0,04	4,00±0,02
	белок, %	3,31±0,01	3,38±0,02	3,35±0,02	3,35±0,01	3,34±0,01
Итого	n	425	300	235	362	1322
	удой, кг	5088±56	4838±70	4990±77	4984±64	4986±33
	жир, %	4,03±0,01	4,15±0,02	4,09±0,02	4,16±0,02	4,10±0,01
	белок, %	3,38±0,01	3,39±0,01	3,39±0,01	3,41±0,01	3,39±0,004





В первой группе наибольшие показатели проявились: по удою — животные из линии Амура 3033, родственной группы Концентра 106157, генеалогических групп Мастера 106902 и Хилла 76059; по содержанию молочного жира — животные из линии Амура 3033, генеалогической группы Меридиана 90827; по содержанию молочного белка — первотелки из линии Азота-Пловца 196, родственной группы Концентра 106157. Во второй группе наибольший процент жира в молоке наблюдался у представительниц линии Лейрда 71151; в генеалогических группах Мастера 106902 и Хилла 76059, наряду, с высоким содержанием жира выявлен и высокий процент белка в молоке. В третьей группе коровы из линии Лейрда 71151 и генеалогической группы Меридиана 90827 имели больший удой за первую лактацию, из родственной группы Концентра 106157 — наибольший процент жира. В четвертой группе коровы первого отела линии Азота-Пловца 196 проявили лучшие продуктивные качества по удою и содержанию молочного жира, а в линии Лейрда 71151 и генеалогической группе Меридиана 90827 — содержания молочного белка.

Выводы. Возраст матери при отеле в СПК «Дружба» оказывал влияние на продуктивные качества потомства. Установлена положительная взаимосвязь величины удоя за первую лактацию матерей с аналогичным показателем их дочерей во всех исследуемых группах. Оценка продуктивности за стандартную лактацию (удой за 305 дней) позволила определить преимущество коров-первотелок, полученных от матерей первого отела. Во второй группе больший удой получен за третью лактацию. Третья группа животных характеризуется лучшей молочностью по второй лактации. Содержание молочного жира и белка выше у животных, полученных от матерей четвертого отела и старше. Динамика показателей средней продуктивности за 1 — 3 лактации аналогична данным, полученным за первую лактацию.

В генеалогическом аспекте, у коров первого отела из большинства используемых линий, наибольшая молочность проявилась в первой группе.

На основании полученных данных, установлено влияние возраста матерей в отелах на молочную продуктивность потомков, что позволяет использовать данный паратипический фактор при прогнозировании продуктивности крупного рогатого скота.

Список источников

1. Соколова Е.Г., Листратенкова В.И. Особенности повышения производства молока на промышленной основе. В сборнике: Перспективные направления научно-технологического развития российского АПК. Сборник материалов национальной научной конференции, посвященной году науки и технологий в России. 2021. С. 134-142.
2. Зиновьева Н.А., Сермягин А.А., Доцев А.В. [и др.]. Генетические ресурсы животных: развитие исследований аллелофонда российских пород крупного рогатого скота (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54 № 4. С. 631-641.
3. Русанова С.А., Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н. Изменение генеалогической структуры бурой швицкой породы в процессе селекции // Аграрный научный журнал. 2020. № 12. С. 68-71.
4. Герасимова А.С., Татуева О.В., Прищеп Е.А., Леутина Д.В. Молочная продуктивность коров бурой швицкой породы и результаты её реализации в условиях Смоленской области // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 87-93.
5. Татуева О.В., Герасимова А.С., Кольцов Д.Н. Реализация генетического потенциала коров бурой швицкой породы Смоленского типа в условиях Смоленской области // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 3. № 7. С. 266-269.
6. Мкртчян Г.В., Бакай Ф.Р., Богданова Т.В. Генетические корреляции между хозяйственно-полезными признаками у коров разных генераций // Зоотехника. 2021. № 12. С. 4-7.
7. Сударев Н.П., Абылкасымов Д., Абрампальская О.В., Чаргеншвили С.В., Востряков К.В. Продуктивное долголетие и эффективность использования коров при разных способах содержания в промышленных условиях // Зоотехния. 2022. № 3. С. 2-5.
8. Герасимова А.С., Дмитриева В.И., Прищеп Е.А., Леутина Д.В. Селекционно-генетическая ситуация в популяции бурого швицкого скота Смоленской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4(388). С. 386-390.
9. Вильвер Д.С. Влияние возраста матерей на молочную продуктивность коров-дочерей черно-пестрой породы // Главный зоотехник. 2016. № 10. С. 35-41.
10. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во Московского университета. 1970. 367 с.

References

1. Sokolova E.G., Listratenkova V.I. (2021). *Osobennosti povysheniya proizvodstva moloka na promyshlennoi osnove* [Features of increasing milk production on an industrial basis] V *sbornike: Perspektivnye napravleniya nauchno-tekh-*

nologicheskogo razvitiya rossiiskogo APK. Sbornik materialov natsional'noi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi godu nauki i tekhnologii v Rossii, pp. 134-142.

2. Zinov'eva N.A., Semyagin A.A., Dotsev A.V. [i dr.]. (2019). *Geneticheskie resursy zhivotnykh: razvitiye issledovaniy allelofonda rossiiskikh porod krupnogo rogatogo skota (obzor)* [Animal genetic resources: development of research on the allelofund of Russian cattle breeds (review)]. *Agricultural Biology*, vol. 54, no. 4, pp. 631-641.

3. Rusanova S.A., Gontov M.E., Kol'tsov D.N. (2020). *Izmeneniye genealogicheskoi struktury buroi shvitskoi porody v protsesse selektsii* [Changing the genealogical structure of the Brown Swiss breed in the selection process] *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, no. 12, pp. 68-71.

4. Gerasimova A.S., Talueva O.V., Prishchep E.A., Leutina D.V. (2020). *Molochnaya produktivnost' korov buroi shvitskoi porody i rezul'taty ee realizatsii v usloviyakh Smolenskoj oblasti* [Milk productivity of brown Swiss cows and the results of its implementation in the conditions of the Smolensk region]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, no. 4, pp. 87-93.

5. Talueva O.V., Gerasimova A.S., Kol'tsov D.N. (2014). *Realizatsiya geneticheskogo potentsiala korov buroi shvitskoi porody Smolenskogo tipa v usloviyakh Smolenskoj oblasti* [Realization of the genetic potential of cows of the Brown Swiss breed of the Smolensk type in the conditions of the Smolensk region]. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*, vol. 3, no. 7, pp. 266-269.

6. Mkrtychyan G.V., Bakai F.R., Bogdanova T.V. (2021). *Geneticheskie korrelyatsii mezhdru khozyaistvenno-poleznymi priznakami u korov raznykh generatsii* [Genetic correlations between economically useful traits in cows of different generations]. *Zootekhnika*, no. 12, pp. 4-7.

7. Sudarev N.P., Abylkasymov D., Abrampalskaya O.V., Chargeishvili S.V., Vostryakov K.V. (2022). *Produktivnoe dolgoletie i effektivnost' ispol'zovaniya korov pri raznykh sposobakh soderzhaniya v promyshlennykh usloviyakh* [Productive longevity and efficiency of the use of cows with different methods of keeping in industrial conditions]. *Zootekhnika*, no. 3, pp. 2-5.

8. Gerasimova A.S., Dmitrieva V.I., Prishchep E.A., Leutina D.V. (2022). *Selektsionno-geneticheskaya situatsiya v populyatsii burogo shvitskogo skota Smolenskoj oblasti* [Breeding and genetic situation in the population of brown Shvitsky cattle of the Smolensk region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, no. 4(388), pp. 386-390.

9. Vil'ver D.S. (2016). *Vliyanie vrozasta materei na molochnuyu produktivnost' korov-docherei cherno-pestroi porody* [The influence of the age of mothers on the milk productivity of black-and-white cows]. *Glavnyi zootekhnik*, no. 10, pp. 35-41.

10. Plohin'skij N.A. (1970). *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 367 p.

Информация об авторах:

Герасимова Алла Сергеевна, научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5643-1972>, kingloger@yandex.ru

Дмитриева Валентина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3066-2182>, v.i.dmitrieva@yandex.ru

Прищеп Елена Александровна, старший научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4913-9786>, alena.prishchep@yandex.ru

Леутина Диана Вячеславовна, старший научный сотрудник лаборатории зоотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8754-6521>, leutina.diana@yandex.ru

Information about the authors:

Alla S. Gerasimova, researcher at the Laboratory zootechnologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5643-1972>, kingloger@yandex.ru

Valentina I. Dmitrieva, candidate of Agricultural Sciences, leading researcher Laboratory zootechnologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3066-2182>, v.i.dmitrieva@yandex.ru

Elena A. Prishchep, senior researcher at the Laboratory zootechnologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4913-9786>, alena.prishchep@yandex.ru

Diana V. Leutina, senior researcher at the Laboratory zootechnologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8754-6521>, leutina.diana@yandex.ru



Научная статья
УДК 633.522:81/85
doi: 10.55186/25876740_2023_66_599

АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ БЕЗНАРКОТИЧЕСКИХ СОРТОВ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ В РАМКАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКОГО ЦЕНТРА ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

В.А. Серков

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Основные потребности предприятий аграрно-промышленного комплекса Российской Федерации в новых сортах сельскохозяйственных культур в настоящее время и в долгосрочной перспективе во многом могут удовлетворить профильные селекционно-семеноводческие центры (ССЦ). Развитие деятельности этих организаций, обладающих высококвалифицированными кадрами — селекционерами и семеноводами, имеющими обширный практический опыт и соответствующую научно-производственную базу, способно существенно улучшить функционирование общей системы отечественной селекции и семеноводства, обеспечить стабильность и рентабельность сельскохозяйственного производства. Знаменательным событием в сфере совершенствования селекционно-семеноводческой деятельности с лубяными культурами, прежде всего льном-долгунцом и коноплей посевной, стало создание в мае 2021 г. на базе ФГБНУ ФНЦ ЛК специализированного Центра лубяных культур, где были сосредоточены необходимые квалифицированные кадры и материально-технические ресурсы для расширения и модернизации профильной научно-производственной деятельности. Главной целью ССЦ является создание современных конкурентоспособных сортов лубяных культур (лен-долгунец, конопля посевная) отечественной селекции на основе применения новых высокотехнологичных российских разработок и организация на территории Российской Федерации стабильного производства оригинальных и элитных семян этих сортов в промышленных масштабах. Намеченные перспективы придадут новый импульс развитию отечественной отрасли коноплеводства и существенно оптимизируют условия для импортозамещения и роста экономической независимости России.

Ключевые слова: селекционно-семеноводческий центр, конопля посевная, безнаркотический сорт, однодомный среднерусский экотип, селекционный материал, популяция гибридная, тетрагидроканнабинол, хозяйственно ценный признак

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках деятельности Селекционно-семеноводческого центра по лубяным культурам ФГБНУ ФНЦ ЛК (№ 09.ССЦ.21.0025). Автор благодарит рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

ASPECTS OF CREATING NEW NON-NARCOTIC VARIETIES OF HEMP IN THE FRAMEWORK OF ACTIVITIES BREEDING AND SEED CENTER FOR BASTER CROPS

V.A. Serkov

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The main needs of enterprises of the agro-industrial complex of the Russian Federation in new varieties of agricultural crops at present and in the long term can largely be satisfied by specialized breeding and seed production centers (SSCs). The development of the activities of these organizations with highly qualified personnel — breeders and seed growers with extensive practical experience and an appropriate scientific and production base — can significantly improve the functioning of the overall system of domestic breeding and seed production, ensure the stability and profitability of agricultural production. A significant event in the field of improving breeding and seed-growing activities with bast crops, primarily flax flax and hemp, was the creation in May 2021 on the basis of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops of the specialized Center for Bast Crops, where the necessary qualified personnel and material and technical resources were concentrated to expand and modernization of core research and production activities. The main goal of the SSC is the creation of modern competitive varieties of bast crops (flax, hemp) of domestic breeding based on the use of new high-tech Russian developments and the organization on the territory of the Russian Federation of stable production of original and elite seeds of these varieties on an industrial scale. The outlined prospects will give a new impetus to the development of the domestic cannabis industry and significantly optimize the conditions for import substitution and the growth of Russia's economic independence.

Keywords: breeding and seed center, hemp seed, drug-free variety, monoecious Central Russian ecotype, breeding material, hybrid population, tetrahydrocannabinol, economically valuable trait

Acknowledgments: the work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the activities of the Selection and Seed Center for Bast Crops of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (No. 09.SSTS.21.0025). The author thanks the reviewers for the expert evaluation of the article.

Введение. Решение стратегических задач устойчивого развития агропромышленного комплекса Российской Федерации невозможно без развития современных направлений селекции и семеноводства ведущих сельскохозяйственных культур, их агроэкологического районирования, расширения номенклатуры перспективных высокопродуктивных сортов/гибридов и их рентабельного семеноводства. Создание эффективной системы селекции и семеноводства позволит обеспечить сельскохозяйственных товаропроизводителей необходимым количеством семян с требуемыми хозяйственно-биологическими показателями по экономически обо-

снованным ценам в природно-климатических условиях Центрального, Центрально-Черноземного, Средневолжского, Северо-Западного и Волго-Вятского регионов. Доказано, что создание и использование в производстве новых сортов лубяных культур (льна-долгунца и конопля посевной) позволяет увеличить урожайность на 30-70%, а с учетом изменяющегося климата этот уровень может возрастать [1, 2].

Экономические исследования показывают, что наиболее эффективным и экономически оправданным является возделывание конопля посевной прежде всего на семенные цели и получение собственных семян высших

репродукций с рентабельностью не менее 90-110%. В перспективе планируется довести долю новых сортов культуры в структуре посевных площадей до 90%, долю семеноводческих посевов в структуре площадей — до 30-35% [3].

В то время как к середине XX века максимальные посевы технической конопля в СССР составляли почти 1 млн га, сейчас же этой культурой в РФ засеивается всего около 15 тыс. га. В Евросоюзе суммарная площадь, отведенная под данную агрокультуру, оценивается в 35-40 тыс. га [4, 5].

С 2021 г. в рамках соглашения на предоставление грантов в форме субсидий из



федерального бюджета в целях создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок научных и образовательных организаций в рамках реализации Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» [6], в том числе с участием центров геномных исследований мирового уровня, ФГБНУ ФНЦ ЛК выполняет проект: «Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития селекционно-семеноводческого центра по лубяным культурам (Шифр: 2021-СЦ-01-23).

При реализации проекта и достижении его индикаторных показателей, Россия может стать одним из крупнейших производителей и переработчиков сырья лубяных культур в мировом масштабе. Анализ мирового рынка в сфере производства и переработки технической конопля показывает, что это одна из самых высокорентабельных агрокультур. При условии развертывания полного цикла производства — от выращивания до глубокой переработки, можно получать ежегодную прибыль на уровне более 150% [7, 8].

Основными задачами и направлениями деятельности селекционного центра являются:

- сохранение, мобилизация и рациональное использование биокolleкций лубяных культур;
- разработка новых методов селекции и создание на их основе высокопродуктивных, конкурентоспособных, устойчивых к основным патогенам и абиотическим стрессорам сортов лубяных культур, адаптированных к различным почвенно-климатическим зонам Российской Федерации и удовлетворяющих требованиям производства;
- развитие биологических основ селекции лубяных культур, включая исследования в области генетики, иммунологии, ботаники и агроэкологии;
- создание перспективного исходного материала, доноров и новых сортов лубяных культур;
- модернизация и внедрение высокоточных, экологически безопасных, экономически эффективных, ресурсосберегающих технологий нового поколения первичного и промышленного семеноводства, технологий товарного производства лубяных культур для различных почвенно-климатических зон Российской Федерации;
- совершенствование приемов применения биологических средств защиты растений, бактериальных удобрений и физиологически активных веществ для повышения качества семян, волокна и охраны окружающей среды;
- улучшение нормативной базы и методов мониторинга состояния посевов, технологических приемов повышения продуктивности и методов управления качеством сельскохозяйственной продукции.

В рамках исследований и разработок Проекта будет получена современная востребованная научно-техническая продукция, в том числе:

- создана отечественная генетическая коллекция лубяных культур — источник биологического материала для селекции и семеноводства;
- разработан программный комплекс для анализа экспериментальных данных по генотипированию с целью выявления молекулярных маркеров, перспективных для геномной и маркер-ориентированной селекции;

- разработаны методы высокопроизводительного генотипирования для выявления и верификации молекулярных маркеров, ассоциированных с хозяйственно ценными признаками лубяных культур;
- создан интегрированный банк патогенов лубяных культур в форме центра коллективного пользования;
- разработаны новые технологии диагностики патогенов лубяных культур, включая отечественные тест-системы для проведения диагностики;
- модернизированы эффективные биологические технологии защиты растений от возбудителей болезней лубяных культур, обеспечено их применение сельхозпроизводителями;
- получены новые специализированные отечественные сорта лубяных культур с заданными параметрами и свойствами на основе методов классической, маркер-ориентированной и геномной селекции.

В сфере взаимодействия с сельхозпроизводителями намечено осуществление:

- организации современной системы семеноводства лубяных культур;
- освоения в производстве новых сортов и сортовых технологий;
- серии необходимых организационных мероприятий для формирования мотивации к использованию современных средств защиты растений.

В рамках подготовки квалифицированных кадров будут подготовлены специалисты, владеющие современными знаниями и технологиями в области генетики, селекции и семеноводства лубяных культур, а также в области диагностики их патогенов и использования современных средств защиты лубоволокнистых растений.

Выходной продукцией Проекта будут являться: сорта конопля посевной и льна-долгунца; технологии; пополненные и вновь созданные банки генетических ресурсов; генетические и признаковые коллекции; доноры и генетические источники; новые методы селекции; генетические, биотехнологические, иммунологические способы и методологические разработки, используемые в селекции; стандарты (ГОСТы); освоенная научная продукция в пилотных регионах РФ.

В рамках Проекта в Государственный реестр будет внесено 3 новых сорта лубяных культур (2 льна-долгунца и 1 конопля посевной) селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, разработано 2 технологии и получено 2 патента на селекционные достижения. Объем производства и реализации вышших репродукций семян сортов лубяных культур селекции Селекционно-семеноводческого центра (ССЦ) планируется нарастить до 110 т, а реализацию семенного материала к 2024 г. довести до 75 т.

Кроме того, намечены повышение квалификации и стажировка в ведущих научных центрах России корпуса молодых исследователей центра.

Для развития и модернизации Селекционно-семеноводческого центра приобретает селекционная и сельскохозяйственная техника, высокоточное лабораторное оборудование для разработки и внедрения современных технологий, запланировано создание лаборатории геномных исследований и ДНК-технологий в растениеводстве. Также интенсифицирована деятельность по расширению сортового разнообразия лубяных культур путем создания

современных высококонкурентных сортов льна-долгунца и конопля посевной.

Для достижения индикаторных показателей Проекта в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИ-ИСХ» была разработана научная программа по реализации задач, касающихся селекционных достижений в перечне его выходной продукции. На первом этапе (2021-2022 гг.) было предусмотрено формирование перспективного селекционного материала для выведения сорта с заданными параметрами основных хозяйственно полезных признаков и свойств.

Цель исследований — создание перспективного селекционного материала для выведения нового безнаркотического сорта конопля посевной двустороннего направления использования с целью его промышленного возделывания в лесостепной зоне Среднего Поволжья.

В задачи исследований входило поэтапное выделение и формирование перспективного селекционного материала, обладающего высоким потенциалом продуктивности и качества продукции, устойчивого к абиотическим и биотическим стрессорам, адаптированного к механизированной уборке.

Материал, условия и методы исследований. Исследования проводили в соответствии с классической схемой селекционного процесса в пространственно изолированных гибридных питомниках первого-второго поколений в 2021-2022 гг. на естественном агрофоне. В процессе работ использовали гибридные популяции односторонней конопля посевной собственной селекции, полученные от направленных скрещиваний в 2018 г., их изучения и сравнительной селекционной оценки в 2019-2020 гг.

Погодные условия вегетаций в годы исследований оказались сходными по температурному режиму и количеству осадков. В совокупности агроклиматические условия 2021-2022 гг. были благоприятными для роста и развития растений конопля, но не на всех этапах онтогенеза. А именно, в 2021 г. в ювенильной фазе развития и в межфазный период бутонизации-начала цветения преобладал недостаточный режим увлажнения на фоне баланса активных температур, сопоставимого со среднепогодными параметрами, а в 2022 г. в фазе созревания семян наблюдался длительный (более 30 суток) остро-засушливый период (ГТК 0,02).

В целом за вегетацию 2021 г. сумма активных температур составила 2114°C при 190 мм осадков (112% от среднепогодных значений). Показатель ГТК (0,90) в совокупности характеризует вегетационный период как увлажненный. За вегетацию 2022 г. сумма активных температур составила 2060°C при 210 мм осадков (123% от среднепогодных значений). Показатель ГТК (1,02) в целом также характеризует нормальное увлажнение вегетационного периода.

Комплекс научно-исследовательских работ, предусмотренных рабочей программой задания, выполняли в полевых и лабораторных условиях.

Закладка питомников и последующий цикл работ проводили в соответствии с «Методическими указаниями по селекции конопля и производственной проверке законченных НИР» и «Изучение коллекции конопля» [9, 10].

Способ посева питомников — ручной, под маркер с междурядьем 50 см. Норма высева семян — 20 шт./м погонный. Предшественник — чистый пар и многолетние травы. Площадь питомников в зависимости от количества семян составляла от 10 до 35 м². В период вегетации



Таблица 1. Вариационные параметры биоморфометрических признаков растений поколений F1-F2 (в среднем за 2021-2022 гг.)
Table 1. Variation parameters of biomorphometric traits of plants of generations F1-F2 (average for 2021-2022)

Показатель	Высота растения, см	Техническая длина стебля, см	Длина соцветия, см	Диаметр стебля, мм	Количество междоузлий, шт.	Средняя длина междоузлия, см	Содержание обычной поскони, %
X_{cp}	182±3,9	150±3,3	32±1,7	6±0,2	13±0,2	12±0,1	0
min-max	128-254	102-208	14-64	4-9	9-17	10-14	0-0
V, %	13,7	14,0	34,5	15,4	12,5	6,8	—
m, %	2,1	2,2	5,4	2,4	1,9	1,1	—

проводили уходные работы и многократные негативные отборы с учетом и удалением маскулинизированных морфотипов и обычной поскони в фазе бутонизации растений.

Идентификацию и количественное определение содержания основных каннабиноидов выполняли методом ГЖХ-анализа на газожидкостном хроматографическом комплексе «Кристалл 2000М» согласно методическим рекомендациям «Определение вида наркотических средств, получаемых из конопли и мака» [10]. Сбор верхушек соцветий на анализ проводили в фазе массовой бутонизации-начала цветения растений.

Отбор селекционной элиты проводили в фазе массовой спелости семян в соответствии с методическими указаниями [9].

Уборку и учет урожая выполняли путем ручного скашивания стеблестоя и обмолота снопов после их сушки на стационаре. Урожай семян и стеблей приводили к стандартной (соответственно 13 и 25%) влажности.

Определение содержания масла в семенах селекционных образцов выполняли в лаборатории химических анализов ФГБУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» по методу Лебедеванцева-Раушковского [11].

Статистическую обработку экспериментальных данных с использованием вариационного анализа проводили согласно методике [12].

Экспериментальные работы сопровождали необходимыми наблюдениями, учетами и анализами, в том числе:

- наблюдениями за температурой воздуха и осадками в течение вегетации;
- фенологическими наблюдениями по методике [10];
- оценкой повреждения растений вредителями и поражения болезнями по 5-балльной шкале [10];
- определением ценотических показателей селекционного материала в фазе массовых всходов и перед уборкой;
- определением морфометрических характеристик растений (высота растения, техническая длина стебля, количество междоузлий, диаметр стебля в его центральной части) в фазе массового созревания семян;
- анализом семян, стеблей и волокна в лабораторных условиях по методикам ВНИИЛК [9, 10].

Результаты исследований и их обсуждение. Закладку питомников проводили в первой

декаде мая при достижении физической «спелости» почвы на фоне ее прогрева на глубине заделки семян до +12°C.

Полевая всхожесть семян в гибридных поколениях F1-F2 варьировала от 21 до 78%.

Биоморфометрические показатели растений, представленные в таблице 1, характеризуют достаточно широкий диапазон изменчивости селекционно ценных признаков и свойств гибридных поколений.

Общая высота растений имела размах вариации от 128 (средняя) до 254 (очень высокая) см, отмечена средняя варибельность признака (13,7%). Техническая длина стебля колебалась от 102 (очень короткая) до 208 (очень длинная) см, варибельность признака также средняя (14,0%). Косвенный признак семенной продуктивности — длина соцветия — заключался в диапазоне значений от 14 до 64 см при высоком уровне варибельности (34,5%). Диаметр стебля в средней части растений изменялся от 4 до 9 мм при среднем значении коэффициента вариации (15,4%). Количество междоузлий растений варьировало от 9 до 17 шт., также со средним уровнем варибельности признака (12,5%). Средняя длина междоузлия растений сортов заключалась в диапазоне значений 10-14 см при низком значении коэффициента вариации (6,8%). Важнейший для однодомных форм конопли при-

знак — содержание обычной поскони — характеризовался отсутствием этого морфотипа.

Содержание суммы основных каннабиноидов в растениях гибридных поколений, показанное в таблице 2, составило 0,952-3,515%, в том числе ТГК — 0,032-0,088%. Данные признаки характеризовались высокими уровнями варибельности. Также высокой вариацией обладали признаковые показатели других основных каннабиноидов (КБД, КБХ, КБН).

Таким образом, в условиях вегетаций 2021-2022 гг. изучаемые гибридные поколения имели абсолютные показатели по уровню содержания ТГК ниже законодательно допустимого значения (не более 0,1%) в 1,14-3,12 раза.

Параметры хозяйственно ценных признаков растений представлены в таблицах 3, 4.

Уборочная влажность семян варьировала от 14,7 до 22,8% и характеризовалась средней варибельностью признака (17,1%). Семенная продуктивность растений варьировала сильно и изменялась от 0,9 (очень низкая) до 10,2 (высокая) г/раст. Средняя масса стебля растений заключалась в пределах от 6,7 (очень низкая) до 56,1 (очень высокая) г/раст., также сильно варьируя по широте диапазона абсолютных значений. Масса 1000 семян растений колебалась от 12,0 (мелкие) до 17,1 (средние) г, варибельность признака слабая. Содержание масла в семенах изучаемых

Таблица 2. Вариационные характеристики содержания основных каннабиноидов в растениях поколений F1-F2 (в среднем за 2021-2022 гг.), %
Table 2. Variation characteristics of the content of the main cannabinoids in plants of generations F1-F2 (average for 2021-2022), %

Показатель	ТГК	КБД	КБН	КБХ	Σ
X_{cp}	0,060±0,002	2,010±0,071	0,233±0,025	0,077±0,005	2,390±0,080
min-max	0,032-0,088	0,819-2,997	0,071-0,726	0,031-0,196	0,952-3,515
V, %	22,5	22,9	69,8	39,6	21,7
m, %	3,5	3,5	10,8	6,1	3,3

Таблица 3. Вариационные характеристики хозяйственно полезных признаков растений поколений F1-F2 (в среднем за 2021-2022 гг.)
Table 3. Variation characteristics of economically useful traits of plants of generations F1-F2 (average for 2021-2022)

Показатель	Уборочная влажность семян, %	Семенная продуктивность, г/раст.	Средняя масса стебля, г/раст.	Масса 1000 семян, г	Содержание масла, %
X_{cp}	18,05±0,37	5,3±0,3	25,4±1,8	16,0±0,2	30,1±0,7
min-max	14,7-22,8	0,9-10,2	6,7-56,1	12,0-17,1	28,2-32,5
V, %	17,1	52,4	46,0	9,1	11,2
m, %	5,2	8,2	7,2	1,4	2,1

Таблица 4. Вариационные характеристики параметров волокна в растениях поколений F1-F2 (в среднем за 2021-2022 гг.)
Table 4. Variation characteristics of fiber parameters in plants of generations F1-F2 (average for 2021-2022)

Показатель	Выход волокна общий, %	Выход длинного волокна, %	Продуктивность по выходу волокна общему, г/раст.	Продуктивность по выходу длинного волокна, г/раст.	Разрывная нагрузка чесаного волокна, кгс	Гибкость чесаного волокна, мм
X_{cp}	29,1±0,4	15,3±0,5	7,3±0,5	3,8±0,3	9,5±0,5	12,2±0,4
min-max	24,0-33,3	10,5-21,1	1,8-16,7	1,0-10,3	1,4-16,7	10,0-20,0
V, %	8,0	19,1	43,0	47,8	34,3	19,8
m, %	1,2	3,0	6,7	7,5	5,4	3,1





Таблица 5. Оценка поражения болезнями и повреждения вредителями растений поколений F1-F2 (2021-2022 гг.), шт.

Table 5. Assessment of disease damage and pest damage to plants of generations F1-F2 (2021-2022), pieces

Степень проявления	Болезни	Вредители
Полное отсутствие (0%)	3	2
Слабое (менее 11%)	2	3
Среднее (11-30%)	–	–
Сильное (31-60%)	–	–
Очень сильное (более 60%)	–	–

номеров варьировало средне в диапазоне абсолютных значений от среднего (28-30%) до высокого (>30%). Выход волокна общий изменялся от среднего (24,0%) до очень высокого (33,3%), отмечена слабая вариабельность признака. Выход длинного волокна колебался в диапазоне значений от очень низкого (10,5%) до высокого (21,1%) при средней вариабельности признака.

Продуктивность по волокну общему варьировала от 1,8 до 16,7 г/раст. и имела высокую вариабельность. Продуктивность по волокну длинному составляла 1,0-10,3 г/раст. и сильно варьировала по диапазону значений признака. Разрывная нагрузка чесаного волокна колебалась от очень низкой (<14,7 кгс) до средней (15,1-20,0 кгс) и характеризовалась высоким коэффициентом вариации. Гибкость чесаного волокна также варьировала средне от 10,0 (очень низкая) до 20,0 (средняя) мм.

Полевая оценка растений поколений F1-F2 на наличие болезней и вредителей, приведенная в таблице 5, показала, что в условиях периода вегетации 2021-2022 гг. отмечено слабое (менее 1%) проявление пятнистостей листьев (*Phyllosticta cannabidis* Speg., *Macrosporium cannabinum*).

В течение вегетаций наблюдалась слабая и средняя заселенность (менее порога экономической вредности) растений конопляной блохой (*Psylliodes attenuata* Koch.) на ранних этапах онтогенеза. В фазе созревания семян присутствия стеблевого мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hb.) не отмечено.

Заключение. В результате проведенных в 2021-2022 гг. исследований получены, проанализированы и систематизированы экспериментальные данные по результатам изучения количественных и качественных характеристик новых гибридных популяций F1-F2 конопли посевной. В комплексном изучении находилось 7 биоморфометрических и 12 хозяйственно полезных признаков и свойств растений.

В условиях достаточного увлажнения слабой вариабельностью отличались признаки: средняя длина междоузлия, масса 1000 семян, выход волокна общий. Средней вариабельностью характеризовались признаки: высота растения, техническая длина стебля, диаметр стебля, количество междоузлий, уборочная влажность семян, содержание масла, выход длинного волокна, разрывная нагрузка чесаного волокна,

гибкость чесаного волокна. Сильно варьировали признаки: длина соцветия, сумма и содержание основных каннабиноидов, семенная продуктивность, масса стебля, продуктивность по общему и длинному волокну.

Все изучаемые потомства характеризовались минимизированным содержанием или отсутствием выпеления обычной поскони, так как в предыдущие годы давление искусственного отбора позволило существенно стабилизировать признак однодомности.

По признакам: семенная продуктивность, средняя масса стебля, масса 1000 семян, содержание масла, выход общего волокна — выделены потомства с высокими и очень высокими абсолютными признаковыми характеристиками, устойчивые к основным биотическим и абиотическим стрессорам.

По основному лимитирующему признаку: содержание ТГК — у всех гибридных потомств установлены абсолютные показатели признака ниже законодательно допустимого значения (не более 0,1%) в 1,14-3,12 раза.

По направлению селекции на создание сорта двустороннего использования на основе направленных отборов выделены элитные растения внутри размноженного гибридного материала F2, в том числе: с высоким содержанием масла в семенах (>30%); с высокой семенной продуктивностью (>10 г/раст.); с очень высоким общим выходом волокна (>30%); с увеличенной массой 1000 шт. семян (>17 г); с пониженным содержанием ТГК (<0,04%).

Таким образом, в результате проведенных исследований сформирован кластер базовых элементов (гибридных поколений F2) для последующих этапов селекционного процесса по созданию нового сорта безнаркотической конопли посевной двустороннего направления использования.

Список источников

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М., 2001. Т. 1. 780 с.
2. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства // Сельскохозяйственная биология. Серия. Биология растений. 1989. № 1. С. 130-133.
3. Заседание Правительственной комиссии по импортозамещению 8 июля 2016 года. Режим доступа: <http://government.ru/departments/485/events/> (дата обращения: 06.04.2023).
4. Серков В.А., Смирнов А.А., Александрова М.Р. История коноплеводства в России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. Вып. 3 (175). С. 132-141.
5. Серков В.А., Александрова М.Р., Смирнов А.Д. Развитие коноплеводства в России и мире // Сурский вестник. 2018. Вып. 3. С. 29-36.
6. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства». Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41139> (дата обращения: 06.04.2023).
7. I Международный форум коноплеводов. Режим доступа: <http://apak.pro/news> (дата обращения: 06.04.2023).

8. Промышленная ценность конопли. Режим доступа: <http://www.tku.org.ua/ru/view-news> (дата обращения: 06.04.2023).

9. Сенченко Г.И. и др. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР / ВАСХНИЛ. М., 1980. 30 с.

10. Румянцев Л.Т., Дудник М.Г. Изучение коллекции конопли: методические указания. Л.: ВНИИР, 1989. 20 с.

11. Сорокин В.И. и др. Определение вида наркотических средств, получаемых из конопли и мака: методические рекомендации / ЭКЦ МВД России, РФЦСЭ МЮ России. М., 1995. 24 с.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Zhuchenko, A.A. (2001). *Adaptivnaya sistema selektzii rastenii (ekologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive plant breeding system (ecological and genetic foundations)]. Moscow, vol. 1, 780 p.
2. Zhuchenko, A.A. (1989). *Strategiya adaptivnoi intensifikatsii rastenievodstva* [Strategy of adaptive intensification of crop production]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. Seriya. Biologiya rastenii* [Agricultural biology. Series. Plant biology], no. 1, pp. 130-133.
3. Zasedanie Pravitel'stvennoi komissii po importozameshcheniyu 8 iyulya 2016 goda [Meeting of the Government Commission on import substitution on July 8, 2016]. Available at: <http://government.ru/departments/485/events/> (accessed: 06.04.2023).
4. Serkov, V.A., Smirnov, A.A., Aleksandrova, M.R. (2018). *Istoriya konoplevodstva v Rossii* [History of hemp growing in Russia]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* [Oil crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds], issue 3 (175), pp. 132-141.
5. Serkov, V.A., Aleksandrova, M.R., Smirnov, A.D. (2018). *Razvitiye konoplevodstva v Rossii i mire* [The development of hemp growing in Russia and the world]. *Surskii vestnik*, issue 3, pp. 29-36.
6. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 21.07.2016 g. № 350 «O merakh po realizatsii gosudarstvennoi nauchno-tekhnicheskoi politiki v interesakh razvitiya sel'skogo khozyaistva» [Decree of the President of the Russian Federation of July 21, 2016 No. 350 "On measures to implement the state scientific and technical policy in the interests of the development of agriculture"]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41139> (accessed: 06.04.2023).
7. I Mezhdunarodnyi forum konoplevodov [I International cannabis forum]. Available at: <http://apak.pro/news> (accessed: 06.04.2023).
8. Promyshlennaya tsennost' konopli [The industrial value of hemp]. Available at: <http://www.tku.org.ua/ru/view-news> (accessed: 06.04.2023).
9. Senchenko, G.I. i dr. (1980). *Metodicheskie ukazaniya po selektsii konopli i proizvodstvennoi proverke zakonchennykh NII* [Guidelines for hemp breeding and production verification of completed research]. Moscow, 30 p.
10. Rumyantseva, L.T., Dudnik, M.G. (1989). *Izuchenie kolektsii konopli: metodicheskie ukazaniya* [Exploring the hemp collection: guidelines]. Leningrad, VNIIR, 20 p.
11. Sorokin, V.I. i dr. (1995). *Opreделение vida narкотических средств, получающихся из конопли и мака: методические рекомендации* [Definition of the type of narcotic drugs obtained from hemp and poppy: methodological recommendations]. Moscow, 24 p.
12. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

Информация об авторе:

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

Information about the author:

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



Научная статья

УДК 631.452:631.435

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_603

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

 В.И. Титова¹, И.А. Борисычев²
¹Нижегородский государственный агротехнологический университет, Нижний Новгород, Россия

²Центр агрохимической службы «Нижегородский», Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты анализа динамики показателей агрохимического состояния дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава за период между двумя циклами обследования — 2011 и 2021 гг. Изменения оценивали по средневзвешенным значениям основных агрохимических показателей — содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, pH (kcl), гидролитическая кислотность и емкость поглощения катионов, определенных для массива почв хозяйства в 1874 га. Для сравнения использовали данные по значениям тех же показателей, но для более мелких контуров — паспортизуемых участков общей площадью 240,4 га на тех же почвенных разностях, а именно на супесчаных, легко-, средне- и тяжелосуглинистых почвах. Установлено, что плодородие дерново-подзолистых почв во времени снижается за счет увеличения обменной кислотности и перехода почв из группы слабокислых в группу среднекислых почв, а также за счет резкого снижения средневзвешенного содержания гумуса — на 1,6%, что составляет 39% к значению 2011 г. В наибольшей степени колебаниям основных агрохимических показателей подвержены почвы легко- и среднесуглинистые, в которых резко повышается обменная кислотность при значительном повышении их обеспеченности подвижными соединениями фосфора и калия.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, гранулометрический состав, плодородие, динамика показателей во времени, циклы обследования, паспортизуемые участки

Original article

DYNAMICS OF SOD-PODZOL SOIL FERTILITY INDICATORS DEPENDING ON THEIR GRANULOMETRIC COMPOSITION

 V.I. Titova¹, I.A. Borisychyev²
¹Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia

²Agrochemical Service Center "Nizhegorodsky", Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The paper presents the results of the analysis of the dynamics of agrochemical parameters of sod-podzolic soils of different granulometric composition for the period between two cycles of the survey — 2011 and 2021. The changes were assessed by weighted average values of the main agrochemical indicators — the content of humus, mobile forms of phosphorus and potassium, pH (kcl), hydrolytic acidity and absorption capacity of cations, determined for the array of farm soils in 1874 ha. For comparison we used data on the values of the same indicators, but for smaller contours — passported plots with a total area of 240.4 ha on the same soil differences, namely on sandy loam, light, medium and heavy loam soils. It was found that the fertility of sod-podzolic soils in time decreases due to increasing exchange acidity and the transition of soils from a group of weakly acidic soils to a group of medium acidic soils, as well as a sharp decrease in the weighted average humus content — by 1.6%, which is 39% of the value in 2011. To the greatest extent, fluctuations in the main agrochemical indicators are subjected to light and medium loamy soils, in which exchange acidity increases sharply with a significant increase in their provision with mobile phosphorus and potassium compounds.

Keywords: sod-podzolic soil, granulometric composition, fertility, dynamics of indicators over time, survey cycles, passported plots

Введение. Агрохимический мониторинг состояния почвенного покрова земель сельскохозяйственного назначения — один из приемов контроля их плодородия [1, 2] и доведения информации о количественных и качественных изменениях основных агрохимических показателей до собственников земель [3, 4]. Эта информация в дальнейшем может быть использована сельхозтоваропроизводителями для разработки комплекса мероприятий по устранению выявленных негативных изменений [5] и оптимизации свойств почвы, способствующих получению высоких урожаев культурных растений [6]. Особенно важен контроль состояния низкоплодородных и слабоустойчивых к внешним воздействиям почв, к которым относятся дерново-подзолистые почвы Нечерноземной зоны Российской Федерации [7, 8].

Цель исследования — анализ динамики изменений основных агрохимических показателей дерново-подзолистых почв в зависимости от их гранулометрического состава за период 2011–2021 гг.

Методика исследования. При выполнении данной работы использованы результаты агрохимического мониторинга почв одного из картофельводческих хозяйств Нижегородской области (ООО «Аксентис») за 2011 и 2021 гг. Обследование проведено ФГБУ ЦАС «Нижегородский» в соответствии с «Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, 2003». Отбор проб проведен по ГОСТ Р 58595–2019.

Почвенный покров хозяйства представлен дерново-подзолистыми почвами разного гранулометрического состава, не смытыми или слабо-смытыми.

Динамику показателей во времени между двумя циклами обследования оценивали по средневзвешенным значениям содержания в почве гумуса, подвижных соединений фосфора и калия, а также по емкости поглощения, обменной (судя по показателю pH солевой вытяжки) и гидролитической кислотности почв.

Кроме этого, из общей площади хозяйства для проведения авторского исследования по

временной динамике основных агрохимических показателей почв выделены несколько полей общей площадью 240,4 га, компактно расположенных вокруг центральной усадьбы (рис. 1). Основным критерий, используемый при выборе участков (полей) для сравнения — гранулометрический состав почв. Таким образом, были сформированы 4 земельных участка с почвами супесчаными, легко-, средне- и тяжелосуглинистыми (табл. 1).

ООО «Аксентис» образовано в начале 2012 г. для производства товарного картофеля, с 2015 г. предприятие специализируется на производстве семенного картофеля. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет не менее 6000 га, из них около 2000 га — земли центрального отделения предприятия, более 600 га которого ежегодно заняты посадками картофеля.

Результаты исследований. По результатам двух циклов агрохимического обследования (2011 г. и 2021 г.) можно отметить следующее (рис. 2).

На 2011 г. на долю сильнокислых и очень сильнокислых почв приходилось 16% от площади пашни, а в 2021 г. их доля увеличилась в 2 раза и составила уже 34% от площади пахотных угодий. Одновременно с этим доля почв с реакцией среды, близкой к нейтральной и агрономически нейтральной, снизилась втрое: с 18%

в 2011 г. до 6% от площади пашни в 2021 г. Судя по средневзвешенному показателю pH солевой вытяжки, обменная кислотность пахотных почв к 2021 г. трактуется как среднекислая.

Обеспеченность почв гумусом в среднем по хозяйству снизилась очень резко — более чем в 1,6 раза, а почвы в целом перешли из груп-

пы «среднегумусированные» в группу «слабогумусированные». К 2021 г. доля почв с низкой и очень низкой обеспеченностью гумусом увеличилась с 37 до 68% от площади пашни. При этом почв с высокой обеспеченностью гумусом стало в 5 раз меньше: с 27% в 2011 г. до 5% в 2021 г.

Содержание подвижных соединений фосфора в почве за 10 лет между циклами обследования увеличилось на 66 мг/кг (57% к данным 2011 г.). Очень резко снизилась доля почв с низкой обеспеченностью подвижными фосфатами — с 26% в 2011 г. до 3% от обследованной площади в 2021 г. При этом почв с высокой и очень высокой обеспеченностью подвижным фосфором стало существенно больше (более чем в 2 раза).

По обеспеченности дерново-подзолистых почв хозяйства подвижным калием за период 2011-2021 гг. ситуация изменилась слабо. Наиболее заметным стало лишь появление почв с очень высоким содержанием подвижного калия — 18% к общей площади в 2021 г.

На рисунке 3 представлены материалы рассмотрения данных по основным показателям почвенного плодородия участков в 2021 г. Анализ проведен методом сравнения результатов по выбранным земельным участкам с земельными массивами соответствующего гранулометрического состава в пределах всего землепользования предприятия (табл. 1).

Данные, приведенные на рисунке 3, позволяют констатировать, что средневзвешенное значение любого из анализируемых агрохимических показателей (pH солевой вытяжки, содержание гумуса, подвижных соединений фосфора и калия) для дерново-подзолистых почв одного и того же гранулометрического состава заметно различается в зависимости от величины обследованной площади. Особенно заметны различия в обеспеченности почв гумусом и подвижными соединениями калия, отмеченные на средне- и тяжелосуглинистых почвах.

Одной из явных причин таких различий является объем выборки по площади и количеству объединенных почвенных проб, участвующих в расчете средневзвешенного показателя. Например, содержание гумуса в дерново-подзолистой почве среднесуглинистого гранулометрического состава в среднем по хозяйству на площади в 211 га составило 2,9%, а в почве конкретного паспортного участка площадью 72,7 га — 3,5%. Однако объяснить столь существенные различия в содержании гумуса в почвах одного и того же гранулометрического состава только размером обследованной площади невозможно. Вероятно, имеет значение и культура, произрастающая на участке во время обследования, и внесение удобрений, особенно органических.

Из этого следует вывод о том, что средневзвешенные значения показателей по хозяйству в целом мало приемлемы для использования в конкретной практической деятельности. При этом их значение при подготовке аналитических обзоров и справок по динамике агрохимических показателей почвенного плодородия во времени, а также в стратегическом планировании, безусловно, велико.

В таблице 2 приведены результаты сравнительного анализа основных физико-химических показателей одних и тех же паспортных участков, взятых в выборку для оценки временных изменений в их характеристике на 2011 г. и на 2021 г.

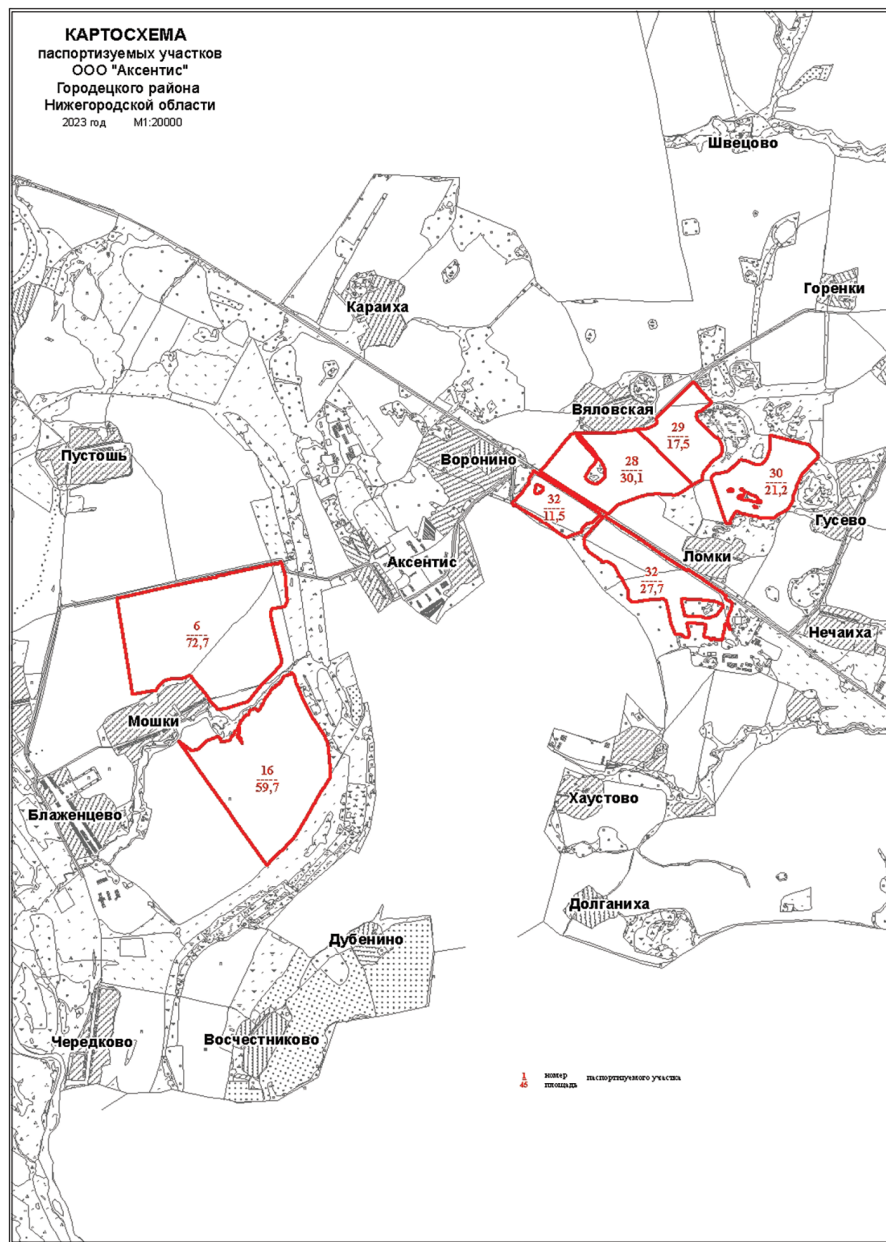


Рисунок 1. Фрагмент картосхемы паспортных участков, взятых в выборку
Figure 1. Fragment of the map of the passported areas taken in the sample

Таблица 1. Общая характеристика земельных участков, используемых для анализа изменений агрохимического состояния дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава (2021 г.)
Table 1. General characteristics of land plots used for the analysis changes in agrochemical state of sod-podzol soils of different granulometric composition (2021)

Гранулометрический состав почв	Площадь в хозяйстве		Сведения по участкам в выборке		
	га	% к общей площади	№№ участка	га	% к площади почв указанного гранулометрического состава
Супесчаный	368	20	32	39,2	11
Легкий суглинок	1036	55	28-30	68,8	7
Средний суглинок	211	11	6	72,7	34
Тяжелый суглинок	161	9	16	59,7	37
По хозяйству	1874	100		240,4	13



Данные свидетельствуют, что на 2011 г. на участке с тяжелосуглинистыми дерново-подзолистыми почвами (участок № 16) обменная кислотность, судя по показателю pH солевой вытяжки, характеризуется как близкая к нейтральной; среднесуглинистые почвы (паспортизуемый участок № 6) по этому показателю относятся к почвам слабокислым, а супесчаные и легкосуглинистые почвы (паспортизуемые участки № 32 и 28-30) — к среднекислым.

Здесь следует пояснить, что с 2012 г. обсуждаемые участки активно используются созданным на этих землях предприятием для выращивания картофеля, то есть активно вовлечены в сельхозпроизводство. При этом общую дозу удобрений, которые были внесены за период с 2012 до 2021 гг., точно определить нет возможности. Однако усредненная доза минеральных удобрений под картофель на 2021 г. оценивалась в 100 кг азота, 50-60 кг фосфора и до 150 кг калия в расчете на 1 га пашни. Органические удобрения вплоть до 2020 г. в хозяйстве не использовали.

К 2021 г. на участках со средне- и тяжелосуглинистыми почвами обменная кислотность, судя по показателю pH солевой вытяжки, увеличилась, и среднесуглинистые почвы перешли в группу среднекислых, а тяжелосуглинистые — в группу слабокислых почв. При этом усиление кислых свойств дерново-подзолистой почвы тяжелого гранулометрического состава подтверждается и показателями гидролитической кислотности: она немного повышается на участке со среднесуглинистым составом и очень сильно увеличивается на участке с тяжелосуглинистыми почвами.

Супесчаная почва за период 2011-2021 гг. снизила кислотность как обменную, так и ги-

дролитическую. На участке с легкосуглинистой дерново-подзолистой почвой обменная кислотность увеличилась, а гидролитическая несколько снизилась.

В целом на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава на всех участках за 10 лет их активного использования для ведения сельхозпроизводства уменьшилась и емкость поглощения, что является одним из признаков снижения устойчивости почв к антропогенному воздействию.

Содержание гумуса в почве — важнейший показатель плодородия дерново-подзолистых почв. Установлено (табл. 3), что на участках с разным гранулометрическим составом почв содержание гумуса сильно разнится. Так, в супесчаной почве оно закономерно минимально, в легкосуглинистой почве — чуть больше, а в среднесуглинистой почве содержание гумуса в 2 раза выше, чем в почвах легкого гранулометрического состава. В среднем по хозяйству содержание гумуса в 2021 г. значительно выше, чем в 2011 г.

Здесь следует пояснить, что на 2011 г. в структуре земельных угодий хозяйства было всего 877 га, и они наполовину были представлены среднесуглинистыми и тяжелосуглинистыми почвами. К 2021 г. общая площадь пашни хозяйства увеличилась до 1874 га, из которых на долю средне- и тяжелосуглинистых почв приходится лишь 24% (табл. 1), что внесло свои коррективы в расчет средневзвешенного значения всех показателей по годам наблюдений.

К 2021 г. средневзвешенное содержание гумуса в почвах легко- и среднесуглинистых несколько снизилось, в супесчаной почве практически осталось на том же уровне, а в почве

тяжелосуглинистого гранулометрического состава заметно увеличилось.

Обеспеченность почв подвижными формами фосфора мало зависит от гранулометрического состава, но в последние годы часто констатируется увеличение содержания подвижного фосфора [9, 10], что отмечается и почти на всех взятых в выборку земельных участках. Отдельно разवे что можно отметить тяжелосуглинистые дерново-подзолистые почвы, где содержание подвижных фосфатов ниже, чем на почвах легкого гранулометрического состава, и оно не изменилось во времени. Вероятнее всего, это связано с теоретически преимущественным образованием в таких почвах фосфатов на основе трехвалентных катионов железа и алюминия, количество которых для почв одного генезиса априори выше в почвах более тяжелого гранулометрического состава [11].

Содержание подвижных форм калия в почве разных участков в начале наблюдений (2011 г.) соответствовало теоретическим ожиданиям — почвы легкого гранулометрического состава имели меньшую обеспеченность калием, а более тяжелые дерново-подзолистые почвы содержали больше калия и, прежде всего, обменно-поглощенного, что отмечает в своей публикации [12]. К 2021 г. отмечено резкое повышение содержания калия в почве именно в почве легкого гранулометрического состава, что, вероятнее всего, связано с повышением содержания калия в почвенном растворе как следствие внесения высоких доз калия. Последнее вполне вероятно, если учесть, что данное хозяйство — одно из лидирующих картофелеводческих хозяйств России, в котором ежегодно более 600 га занято посадками картофеля, высоко калиелюбивой культуры.

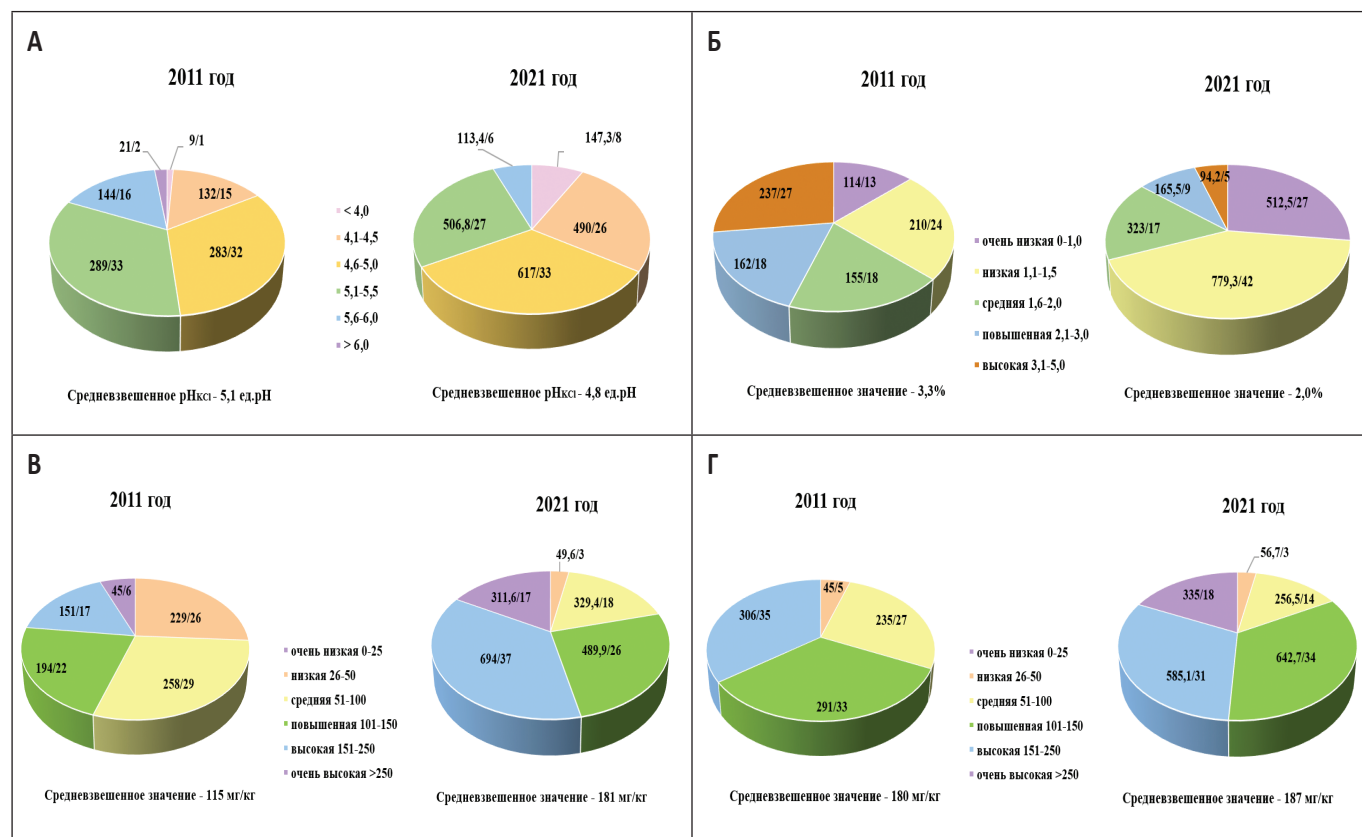


Рисунок 2. Доля почв с разной степенью проявления основных агрохимических показателей в динамике за период 2011-2021 гг.:

А — pH_{ксл} (обменная кислотность); Б — содержание гумуса; В — содержание подвижных форм фосфора; Г — содержание подвижных форм калия

Figure 2. Proportion of soils with different degree of manifestation of basic agrochemical indicators in dynamics for the period 2011-2021:

А — pH_{ксл} (exchange acidity); Б — humus content; В — content of content of mobile forms of phosphorus; Г — content of mobile forms of potassium



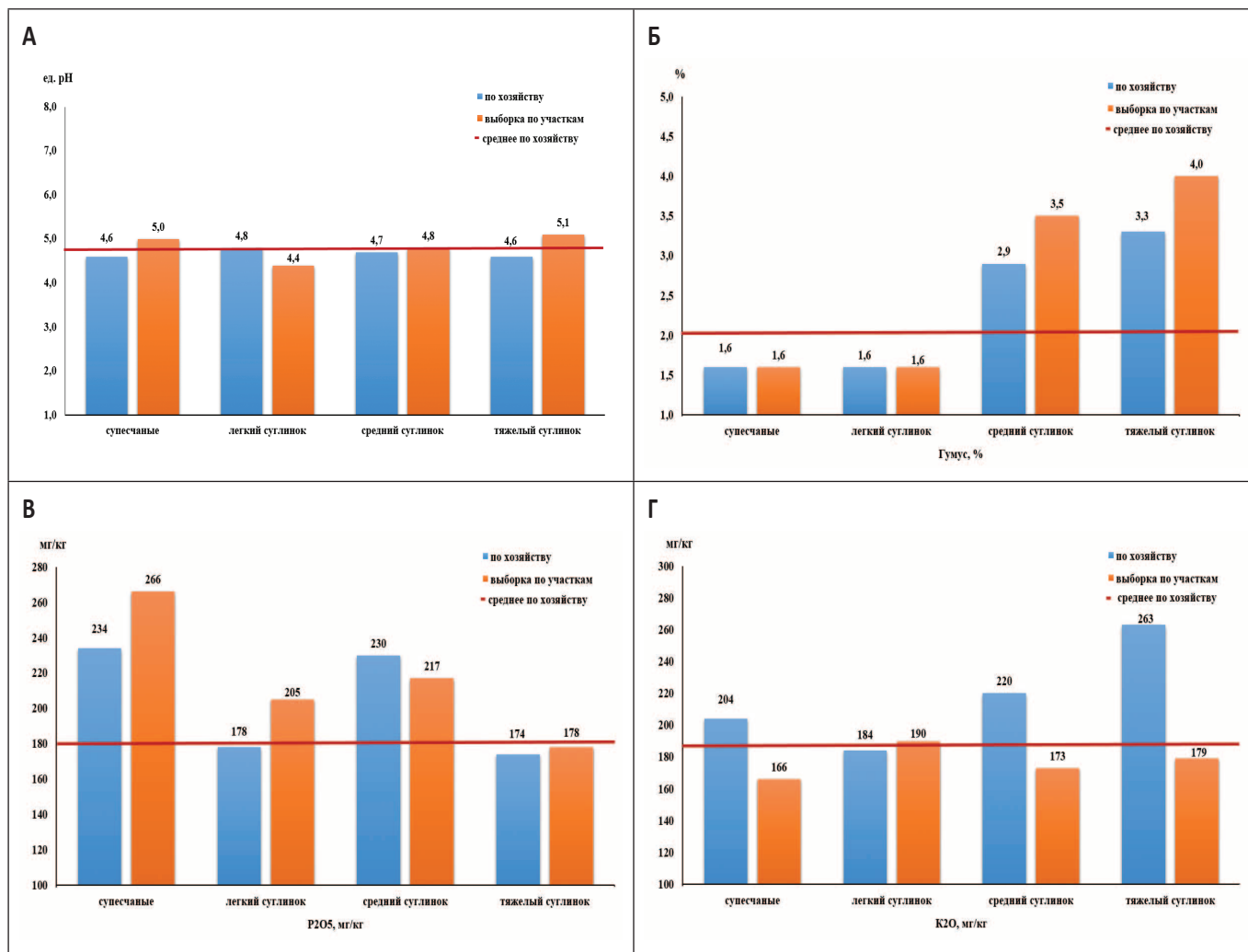


Рисунок 3. Характеристика дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава с учетом площади обследования (2021 г.): А — $pH_{\text{кд}}$ (обменная кислотность); Б — содержание гумуса; В — содержание подвижных форм фосфора; Г — содержание подвижных форм калия
Figure 3. Characteristics of sod-podzolic soils of different granulometric composition with regard to the survey area (2021): А — $pH_{\text{кд}}$ (exchange acidity); Б — humus content; В — content of mobile forms of phosphorus; Г — content of mobile forms of potassium

Таблица 2. Динамика основных физико-химических показателей отдельных участков дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава во времени
Table 2. Dynamics of the main physico-chemical parameters of some sections of sod-podzolic soils of different granulometric composition in time

№ участка	Гранулометрический состав почвы	$pH_{\text{кд}}$		N , ммоль/100 г почвы		T , ммоль/100 г почвы	
		2011	2021	2011	2021	2011	2021
32	Супесчаный	4,7	5,0	4,10	2,92	9,7	6,5
28-30	Легкий суглинок	4,9	4,4	3,80	3,07	12,0	10,6
6	Средний суглинок	5,2	4,8	4,00	4,10	24,6	20,3
16	Тяжелый суглинок	5,8	5,1	3,30	4,48	24,9	19,4

Таблица 3. Динамика основных агрохимических показателей отдельных участков дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава во времени
Table 3. Dynamics of basic agrochemical indicators of some plots of sod-podzolic soils of different granulometric composition in time

№ участка	Гранулометрический состав почвы	Гумус, %		Подвижный фосфор, мг/кг		Подвижный калий, мг/кг	
		2011 г.	2021 г.	2011 г.	2021 г.	2011 г.	2021 г.
32	Супесчаный	1,5	1,6	210	266	123	166
28-30	Легкий суглинок	1,8	1,6	189	205	104	190
6	Средний суглинок	3,7	3,5	124	217	142	173
16	Тяжелый суглинок	3,4	4,0	178	178	171	179

Выводы. За 10-летний период активной хозяйственной деятельности крупного картофелеводческого предприятия, судя по средневзвешенным значениям основных агрохимических показателей, дерново-подзолистые почвы заметно снизили свое плодородие, что подтверждается повышением кислотности почвы

со слабокислой до среднекислой реакции и резким снижением содержания гумуса — на 1,3% в 2021 г. (39% к 2011 г.).

Сравнение значений основных показателей почвенного плодородия на одних и тех же паспортизуемых участках в 2011 и 2021 гг. показало, что наиболее подвержены временным

изменениям физико-химических показателей супесчаные и легкосуглинистые дерново-подзолистые почвы, что выражается колебаниями pH солевой вытяжки как в сторону снижения кислотности (супесчаные почвы), так и сторону ее увеличения (легкосуглинистые почвы) при общем снижении емкости поглощения катионов.



Отмечено существенное увеличение содержания в дерново-подзолистых почвах подвижных фосфатов: к 2021 г. в среднем по хозяйству оно увеличилось на 66 мг/кг (57% к 2011 г.). Анализ изменений средневзвешенного содержания подвижного фосфора в почвах разного гранулометрического состава показал, что в наибольшей степени оно обусловлено резким повышением содержания P_2O_5 в супесчаных (на 56 мг/кг или 27% к 2011 г.) и среднесуглинистой (на 93 мг/кг или 75% к 2011 г.) дерново-подзолистых почвах.

Список источников

1. Кудеяров В.Н., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию // *Агрохимия*. 2017. № 6. С. 3-11.
2. Кудеяров В.Н. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии России // *Агрохимия*. 2019. № 10. С. 3-11.
3. Ситников В.Н., Егоров В.П., Есаулко А.Н., Бурлай А.В. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв // *Агрохимический вестник*. 2018. № 4. С. 8-13.
4. Титова В.И., Разин Т.С., Ветчинникова О.И. Динамика агрохимических показателей почв ООО «Ардатовское» во времени и оценка их устойчивости к антропогенному воздействию // *Агрохимический вестник*. 2021. № 1. С. 8-12.
5. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // *Агрохимия*. 2020. № 6. С. 3-13.
6. Шафран С.А., Ермаков А.А., Виноградов С.Б., Семёнова А.И. Изменение плодородия почв Нечерноземной зоны за 50-летний период // *Агрохимический вестник*. 2021. № 5. С. 3-7.
7. Макаров И.Б., Балабко П.Н., Басевич В.Ф., Карпова Д.В., Хуснетдинова Т.И. Окультуривание подзолистых

почв: актуальные аспекты // *Агрохимический вестник*. 2018. № 2. С. 6-8.

8. Сычев В.Г., Аканова Н.И. Современные проблемы и перспективы химической мелиорации кислых почв // *Плодородие*. 2019. № 1 (106). С. 3-7.

9. Наумченко Е.Т., Разумова К.Ю. Степень агрогенного воздействия на фосфатный режим луговой черноземовидной почвы // *Плодородие*. 2022. № 2 (125). С. 40-43.

10. Bortnik, T.Yu., Artyushkin, V.F., Karpova, A.Yu. (2021). Structural analysis of the productivity sample on a variety of factors characterizing soil fertility (a possible approach to the solution). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 862. The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society. 19-24 July 2021, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation.

11. Титова В.И. К вопросу о рациональном использовании почв с очень высоким содержанием фосфора в интенсивном земледелии // *Агрохимический вестник*. 2017. № 1. С. 2-6.

References

1. Kudeyarov, V.N., Sokolov, M.S., Glinushkin, A.P. (2017). Sovremennoe sostoyaniye pochv agrotsenozov Rossii, mery po ikh ozdorovleniyu i ratsional'nomu ispol'zovaniyu [Current state of soils in agrocenoses of Russia, measures for their improvement and rational use]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 6, pp. 3-11.
2. Kudeyarov, V.N. (2019). Balans azota, fosfora i kaliya v zemledelii Rossii [The balance of nitrogen, phosphorus, and potassium in agriculture in Russia]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 10, pp. 3-11.
3. Sitnikov, V.N., Egorov, V.P., Esaulko, A.N., Burlai, A.V. (2018). Monitoring plodorodiya pochv Stavropol'skogo kraia: dinamika agrokhimicheskikh pokazatelei s uchetom zonal'nykh osobennostei pochv [Monitoring of soil fertility in the Stavropol territory: dynamics of agrochemical indicators taking into account zonal features of soils]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 4, pp. 8-13.
4. Titova, V.I., Razin, T.S., Vetchinnikova, O.I. (2021). Dinamika agrokhimicheskikh pokazatelei pochv ООО «Ardato-

vscoe» vo vremeni i otsenka ikh ustoichivosti k antropogennomu vozdeistviyu [Dynamics of agrochemical indicators of soils of LLC "Ardatovskoye" in time and assessment of their resistance to anthropogenic impact]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 1, pp. 8-12.

5. Sychev, V.G., Shafran, S.A., Vinogradova, S.B. (2020). Plodorodie pochv Rossii i puti ego regulirovaniya [Soil fertility in Russia and ways to regulate it]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 6, pp. 3-13.

6. Shafran, S.A., Ermakov, A.A., Vinogradov, S.B., Semenov, A.I. (2021). Izmenenie plodorodiya pochv Nечерноземnoi zony za 50-letniy period [Changes in soil fertility in the Non-Black Soil Zone over a 50-year period]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 5, pp. 3-7.

7. Makarov, I.B., Balabko, P.N., Basevich, V.F., Karpova, D.V., Khusnetdinova, T.I. (2018). Okul'turivanie podzolistykh pochv: aktual'nye aspekty [Cultivation of podzolic soils: current aspects]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 2, pp. 6-8.

8. Sychev, V.G., Akanova, N.I. (2019). Sovremennye problemy i perspektivy khimicheskoi melioratsii kisl'nykh pochv [Modern problems and prospects of chemical reclamation of acidic soils]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1 (106), pp. 3-7.

9. Naumchenko, E.T., Razumova, K.Yu. (2022). Stepen' agrogenogo vozdeistviya na fosfatnyi rezhim lugovoi chernozemovidnoi pochvy [Degree of agrogenic impact on the phosphate regime of meadow chernozem-like soil]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2 (125), pp. 40-43.

10. Bortnik, T.Yu., Artyushkin, V.F., Karpova, A.Yu. (2021). Structural analysis of the productivity sample on a variety of factors characterizing soil fertility (a possible approach to the solution). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 862. The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society. 19-24 July 2021, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation.

11. Titova, V.I. (2017). K voprosu o ratsional'nom ispol'zovanii pochv s ochen' vysokim soderzhaniem fosfora v intensivnom zemledelii [On the rational use of soils with very high phosphorus content in intensive agriculture]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 1, pp. 2-6.

Информация об авторах:

Титова Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой агрохимии и агроэкологии Нижегородского государственного агротехнологического университета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, titovavi@yandex.ru

Борисычев Иван Александрович, аспирант кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородского государственного агротехнологического университета, заместитель директора по производству Центра агрохимической службы «Нижегородский», ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-1575-9599>, ivan_borisychyev@mail.ru

Information about the authors:

Vera I. Titova, doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of agrochemistry and agroecology of Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, titovavi@yandex.ru

Ivan A. Borisychyev, postgraduate student of the department of agrochemistry and agroecology of Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, deputy director for production of the Agrochemical Service Center "Nizhegorodsky", ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-1575-9599>, ivan_borisychyev@mail.ru

✉ ivan_borisychyev@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



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

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

Контакты: <https://e-integral.ru>, e-science@list.ru





Научная статья

УДК 339.54.012+338.001.36

doi: 10.55186/25876740_2023_66_608

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ХВОЙНЫХ ПОРОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

М.А. Зырянов, С.О. Медведев, И.Г. ШвецоваЛесосибирский филиал Сибирского государственного университета науки и технологии
им. академика М.Ф. Решетнёва, Лесосибирск, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты исследований структуры зелени хвойных пород древесины, её состав витаминов и микроэлементов. А также предложен вид продукции для применения в садоводстве, животноводстве, птицеводстве и пчеловодстве, получаемый из древесной зелени — хвойная мука. Производство муки из зелени хвойных пород древесины поможет не только снизить количество отходов после лесозаготовительных работ, но и расширить лесосырьевую базу посредством производства нового продукта. Данное исследование производилось в Красноярском крае на основе решения проблемы использования отходов лесозаготовительных работ. Научная новизна состоит в том, что в ходе исследования было разработано устройство, которое позволяет производить хвойную муку непосредственно на лесосеке. Разработаны конструкция, принципы действия и технологические регламенты его работы. Оборудование позволяет отделять хвою от веток, измельчать ее и упаковывать измельченные продукты на месте вырубki в вакуумную упаковку для дальнейшей транспортировки. Также произведено технико-экономическое обоснование предлагаемого решения. Исследование опирается на результаты разработок отечественных и ряда зарубежных авторов, а также собственные научные изыскания. В ходе работ выявлено, что прибыль от внедрения авторских разработок по стране может достигать более 30 млрд. руб. Предлагаемые решения могут быть использованы как в научном, так и практическом направлении.

Ключевые слова: хвойная мука, зелень хвойных пород, хвоя, измельчение, древесная зелень, эффективность, сельское хозяйство, экономическая целесообразность

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках реализации научного проекта № 2022110509022 «Разработка инновационной технологии и оборудования для переработки древесной зелени хвойных пород в условиях лесозаготовительных работ Крайнего Севера».

Original article

PROSPECTS FOR THE USE OF WOODY GREENERY OF CONIFEROUS SPECIES IN AGRICULTURE

M.A. Zyranov, S.O. Medvedev, I.G. ShvetcovaLesosibirsk branch of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Lesosibirsk, Russia

Abstract. The article presents the results of studies of the structure of coniferous wood greens, its composition of vitamins and trace elements. And also a type of product for use in horticulture, animal husbandry, poultry farming and beekeeping, obtained from woody greens — coniferous flour, is proposed. The production of flour from softwood greens will help not only to reduce the amount of waste after logging operations, but also to expand the forest resource base through the production of a new product. This study was carried out in the Krasnoyarsk Territory on the basis of solving the problem of using logging waste. The scientific novelty lies in the fact that during the research a device was developed that allows the production of coniferous flour directly in the cutting area. The design, principles of operation and technological regulations of its operation have been developed. The equipment allows you to separate the needles from the branches, grind it and pack the crushed products at the cutting site into vacuum packaging for further transportation. A feasibility study of the proposed solution has also been carried out. The research is based on the results of the developments of domestic and a number of foreign authors, as well as their own scientific research. In the course of the work, it was revealed that the profit from the introduction of author's developments in the country can reach more than 30 billion rubles. The proposed solutions can be used both in scientific and practical directions.

Keywords: coniferous flour, coniferous greens, needles, crushing, wood greens, efficiency, agriculture, economic feasibility

Acknowledgments: The research was carried out with the financial support of the Krasnoyarsk Regional Fund of Science and Technology Support within the framework of the scientific project N 2022110509022 «Development of innovative technology and equipment for processing coniferous wood greens in the conditions of logging operations in the Far North».

Древесная зелень — это особый вид древесного сырья, состоящий в основном из живых клеток хвойных деревьев, молодых побегов и коры. Эти растительные клетки содержат вещества, необходимые для жизни растений, животных и человека: белки, углеводы, витамины, ферменты, жёлтые и зелёные пигменты, стероиды и микроэлементы.

До недавнего времени в лесном хозяйстве ценным считался только ствол, а все остальное, включая крону, мелкие побеги и ветви, — отходами, в результате чего лесосеки были завалены и благоприятны для жизни и размножения вредителей леса, а также для возникновения лесных пожаров.

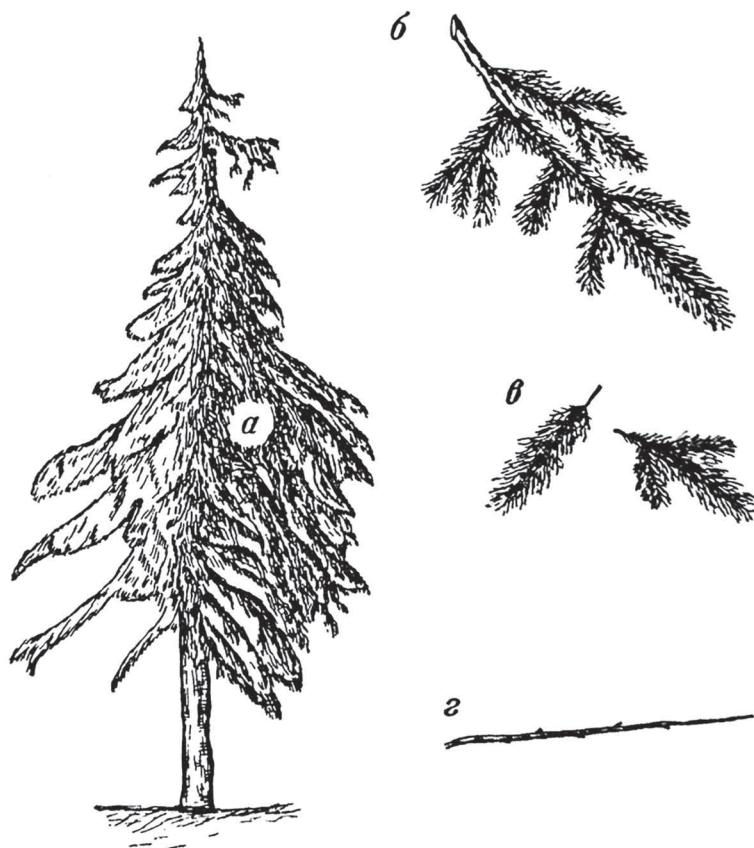
В клетках древесной растительности — особенно в листьях, хвое, неодревесневших побе-

гах заключены многочисленные, необходимые человеку и животным, биологически активные вещества — витамины, хлорофилл, фитонциды, микроэлементы и др. направляющие, регулирующие жизненные процессы организма, защищающие его от патогенного микромира, а также пластические и энергетические вещества — углеводы, белки, жиры, т.е. все то, что необходимо для существования человека и животных.

Чтобы правильно дать оценку древесной зелени, необходимо уточнить некоторые термины. Все живое, составляющее крону дерева, называется древесной зеленью (рисунок 1). Веткой называется сук вместе с маленькими побегами, листьями или хвоей. Ветка после отделения от нее мелких побегов, листьев или хвои

называется сучком. Техническая зелень — это все то, что используется как сырье в технических целях для производства муки из хвои древесины, хлорофилло-каротиновой пасты, эфирных масел, настоев и другой продукции.

Дерево получает из земли питательные вещества, из которых часть расходуется на рост, а часть откладывается в молодых побегах и хвойной зелени. В древесной зелени под действием солнечной энергии образуется целый ряд биологически активных веществ, включая белки, ферменты и витамины. Некоторые из этих веществ используются для роста деревьев, а некоторые запасаются. Таким образом, древесная зелень подобна лабораториям и хранилищам для производства и хранения ценных веществ [1].



а — древесная зелень (крона); б — ветка; в — техническая зелень; г — сучок.

Рисунок 1. Строение хвойного дерева (ель сибирская)
Figure 1. Structure of a coniferous tree (Siberian spruce)

Древесная зелень хвойных пород (ГОСТ 21769-84) представляет собой покрытые хвоей ветки диаметром не более 8 мм, взятые со свежесготовленных деревьев.

Внимательный осмотр хвои сосны обыкновенной показывает, что она полукруглая (рисунок 2 и 3). Снаружи имеется эпидермис с толстой кутикулой. Клетки эпидермиса почти квадратные. Наружная, внешняя и внутренняя клеточные стенки клеток сильно утолщены, и самые старые листья часто жесткие. Узкие щелевидные поровые каналы простираются от небольшого округлого просвета к углам клеток. Под эпидермисом находится гиподерма, состоящая из одного слоя, а в рожках из двух или трех слоев волокон, с утолщенной стенкой ксилемы [2].

Стомы присутствуют на всей поверхности листа. Их замыкающие клетки расположены ниже стоматальных клеток, на уровне подложной клетчатки. Стомы клетки очень крупные, их наружная стенка сильно утолщена. Стенки терминальных клеток и периостальных клеток в утолщенных стенках одревесневают. Трещина поры ведет к задней полости поры, которая окружена клетками мезофилла [2].

Мезофилл однородный и складчатый. Складки возникают, когда внутренний слой плазматической мембраны выходит в просвет клетки и становится дольчатым. Складки увеличивают поверхность наклонного слоя цитоплазмы, содержащего хлоропласты. Клетки в мезофилле плотно прилегают друг к другу, между ними мало промежутков [2].

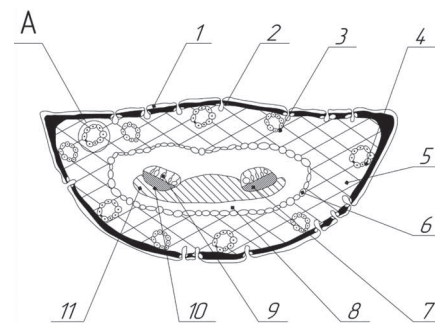
В средней доле митотические смоляные протоки присутствуют чуть ниже или чуть глубже

в подвижной ткани. Они идут вдоль листа и заканчиваются слепо около верхушки листа. Снаружи смоляные протоки покрыты толстостенными не древесными волокнами. Внутренняя часть покрыта толстостенными живыми эпителиальными клетками, которые выделяют смолу.

Проводящая система представлена двумя коллатеральными замыкающими пучками, расположенными под углом друг к другу в центре иглы. Ксилема состоит из трахеид с узкими полостями, а лист обращен выпуклой поверхностью. Таким образом, плоская поверхность иглы морфологически представляет верхнюю сторону листа, а выпуклая поверхность морфологически представляет нижнюю сторону.

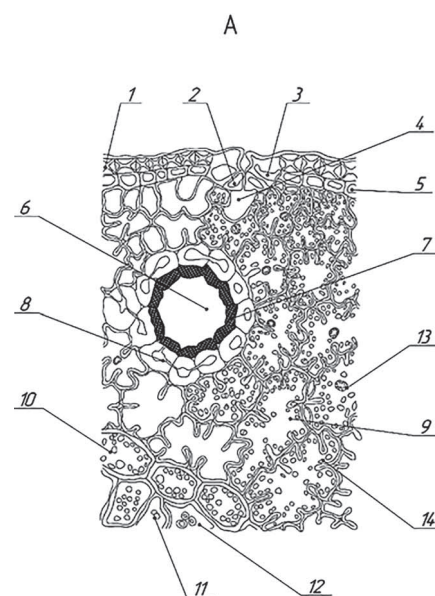
Нижняя часть между пучками представляет собой пучок волокон с толстыми, слегка лигнифицированными стенками. Проводящие пучки и прилегающие механические элементы окружены инфузорной тканью, состоящей из двух типов клеток. Вблизи ксилемы клетки довольно вытянутые, без содержимого и с окаймленными порами в стенке ксилемы. Эти клетки называются инфузориями-трахеидами. Остальные клетки живые, крупные и тонкостенные. Они содержат смолянистое вещество, часто гранулы крахмала. Трансфузионная ткань участвует в перемещении материала между проводящим пучком и мезофиллом [2].

Проводящий пучок вместе с окружающей трансфузионной тканью отделен от мезофилла эндодермой — одним слоем клеток паренхимы с окрашиванием Каспари в радиальной стенке.



1 — эпидермис, 2 — устьица, 3 — гиподерма, 4 — смоляной канал, 5 — складчатый мезофилл, 6 — эндодерма, 7 — проводящий пучок, 8 — трансфузионная ткань, 9 — ксилема, 10 — флоэма, 11 — склеренхима.

Рисунок 2. Схема поперечного разреза хвои сосны обыкновенной
Figure 2. Diagram of the cross section of the needles of the scots pine



1 — эпидермис, 2 — замыкающая клетка, 3 — околоустьичная клетка, 4 — подустьичная полость, 5 — гиподерма, 6 — смоляной канал, 7 — эпителиальные клетки, 8 — склеренхима, 9 — складчатый мезофилл, 10 — эндодерма с крахмальными зернами, 11 — клетка трансфузионной паренхимы с зернами крахмала, 12 — клетка трансфузионной трахеиды с окаймленными порами, 13 — ядро, 14 — хлоропласты.

Рисунок 3. Часть поперечного среза хвои сосны обыкновенной
Figure 3. Part of a cross-section of needles of the scots pine

Так, крахмал содержащийся в хвое, является веществом, которое адсорбируется на поверхностях и порах металлических частей машины и становится питательной средой для микроорганизмов, а смола увеличивает силы трения между элементами машины при контакте с режущей кромкой инструмента.

Древесная зелень используется в качестве сырья в лесном хозяйстве для производства гранулированного топлива, в лесохимической промышленности для производства хлорофиллокаротиновой пасты, хлорофилла натрия и хвойных лекарственных экстрактов, а также в сельском хозяйстве для производства хвойной муки.



Таблица 1. Требования, предъявляемые к муке из зелени древесины хвойных пород
Table 1. Requirements for flour from the greenery of coniferous wood

Цвет и запах	Норма для сорта		
	высшего	первого	второго
	Свойственные древесной зелени используемых пород, без признаков горелости, а также затхлого, плесневелого, гнилого и других посторонних запахов		
Каротин в 1 кг, мг, не менее	90	75	60
Массовая доля сырой клетчатки, %, не более	30	33	35
Крупность размола:			
остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм, %, не более	5	5	5
остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм	Не допускается		
Диаметр гранул, мм	10 — 14	10 — 14	10 — 14
Длина гранул, мм	15 — 25	15 — 25	15 — 25
Крошимость гранул, %, не более	10	12	12
Проход гранулированной муки через сито с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более	10	10	10
Примеси:			
металломагнитная примесь размером до 2 мм включ. в 1 кг, мг, не более	8	10	10
массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, %, не более	0,7	1,0	1,0
Токсичность	Не допускается		

Таблица 2. Данные по затратам на материалы
Table 2. Data on material costs

Наименование деталей/материалов	Вес детали, кг.	Материал	Цена за кг./шт., руб.	Общая стоимость, руб.
Основные материалы:				
1. Отделитель древесной зелени ОДЗ-12А	-	-	215 000	215 000
2. Универсальная дробилка	-	-	149 000	149 000
3. Шасси прицепа	-	-	100 000	100 000
4. Вакуумный упаковщик	-	-	7 500	15 000
5. Весы	-	-	3 500	7 000
Комплектующие:				
1. Ножи	0,193	9ХФ	150	5 250
2. Подшипники	-	-	2 596	12 980
3. Болты	-	30ХР	30	3 000
4. Концевые шайбы	-	Сталь 45	30	300
5. Шкив многоручьевый	-	-	1050	4 200
6. Многоручьевый ремень	-	-	1950	3 900
7. Стальной прут	30	Сталь 40Х	36,2	1 086
8. Стальной прут	20	Сталь 40ХН	41	820
9. Листовой прокат	50	Сталь 08Х18Н10	238	11 900
10. Труба стальная	5	Сталь 40Х	17,85	89,25
Вспомогательные материалы:				
1. Сварочная проволока	5	Св-01Х19Н9	286	1 430
Итого:				530 955

Таблица 3. Затраты на изготовление мобильной установки
Table 3. Costs for the manufacture of a mobile installation

Статьи затрат	Сумма затрат, руб.
1. Основные и вспомогательные материалы	530 955
2. Основная и дополнительная заработная плата	33 155
3. Отчисления на социальные нужды	9 946,5
4. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:	
- электроэнергия	467,71
- амортизация	67
- текущий ремонт	470,66
- прочие	50,27
5. Прочие неучтенные расходы на изготовление мобильной установки	46 008,99
Итого	621 121

Мука из сосновых игл пользуется очень большим спросом в сельскохозяйственном секторе. В садоводстве, например, мука из хвои может стать альтернативой. В сельскохозяйственной сфере очень востребована мука из хвои. Например, в садоводстве хвойная мука может стать альтернативой различным препаратам и материалам. Измельченную хвою можно использовать в качестве мульчи, удобрения, изоляции поверхности почвы в питомниках, безопасного и эффективного инсектицида и фунгицида, а также для сохранения урожая. В животноводстве хвойная мука является пищевой добавкой для крупного скота, свиней, коз и птиц. Кроме того, хвойная мука может служить средством профилактики и лечения многих заболеваний сельскохозяйственных культур. В пчеловодстве сосновая смола используется для лечения заболеваний.

Технологии производства разных видов указанной продукции включают: сбор порубочных остатков, отделение хвои от веток, измельчение.

Для производства муки из хвойных пород древесины необходимо использовать древесную зелень, которая может быть собрана с сосны обыкновенной, ели сибирской или пихты сибирской.

Мука хвойных пород (ГОСТ 13797-84) выпускается в гранулированном и сыпучем виде и по качеству делится на три сорта: высший, первый и второй сорта в соответствии с требованиями и нормами, приведёнными в таблице 1 [3].

Для изготовления качественной муки из хвои и иной продукции для сельского хозяйства большое практическое значение имеет соблюдение условий, обеспечивающих правильное хранение. Хранение древесной зелени должно предполагать сохранность биологически активных веществ. Срок хранения хвойной зелени не должен превышать 1 суток в летнее время года и не более 5 суток в зимнее время года. Более длительное хранение приводит к резкому снижению содержания биологически активных веществ. [4]

Для измельчения хвои древесины непосредственно на местах, отведённых для лесозаготовительных работ, в ходе исследований авторским коллективом разработана мобильная установка. Это первое, представленное в научной литературе устройство, которое может отделять хвою от веток, измельчать хвою и упаковывать измельченные продукты на месте вырубki [5]. Машина также может измельчать древесную зелень хвойных пород без предварительной сушки, что позволяет снизить стоимость готового продукта.

Принцип работы мобильной установки заключается в следующем: материал, такой как ветки и мелкая древесина, сначала подается в приемную секцию, где он захватывается ребористыми роликами и подается в рабочую зону устройства для отделения зелени. Штифты, прикрепленные к корпусу барабана, отделяют хвою от веток. Это выталкивает очищенные ветки из мобильного устройства, а хвоя под действием силы тяжести поступает в режущий блок. Хвоя, попадающая в зону резания, отбрасывается к стенке камеры вращающимся ротором, который создаёт воздушный поток и захватывает её на движущихся по кругу ножах. Ножи, двигаясь в воздушном слое продукта, ударяют частицы о свою рабочую поверхность и измельчают их. Измельченный продукт, размер которого меньше размера ячеек сита, подается из зоны резки,



проходит через вращающийся механизм и попадает в мешок, подвешенный на весах. Весы соединены с поворотным механизмом, который определяет, в какой из двух мешков попадает измельченная хвоя. Через горловину мешка проходит лента, которая соединена с вакуумной упаковочной машиной. Когда мешок полностью заполняется, поворотный механизм поворачивается, и заполняется второй мешок. В этот момент машина для вакуумной упаковки первого мешка затягивает ремень, выпуская воздух и запаивая мешок. Готовые пакеты попадают в верхнюю зону хранения, откуда транспортируются к потребителю.

Одной из важных частей исследования при реализации технологии измельчения древесной зелени хвойных пород с помощью мобильной установки является должное экономическое обоснование капиталовложений.

Мобильная установка для отделения и измельчения древесной зелени хвойных пород включает в себя узел отделения древесной зелени и узел измельчения хвои. В качестве узла отделения выступает отделитель древесной зелени ОДЗ-12А, а в качестве узла измельчения — универсальная дробилка. Расчёт стоимости основных и вспомогательных материалов, комплектующих изделий проводится в таблице 2.

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что общие затраты на материалы для изготовления мобильной установки для измельчения древесной зелени хвойных пород составляют 530 955 рублей. Затраты на изготовление мобильной установки представлены в таблице 3.

Следующий этап исследования состоял в экономической оценке внедрения мобильной установки для измельчения древесной зелени хвойных пород.

Выводы об экономической целесообразности внедрения мобильной установки для измельчения древесной зелени хвойных пород на основе нового конструкторского решения были получены на основе расчетов показателей изменения прибыли и срока окупаемости капитальных вложений. Также производился сравнительный анализ с альтернативными технологическими решениями. Как показали расчеты, прирост прибыли при переработке сырья, получаемого из 1 тыс. м³ древесины хвойных пород, составит 347,159 тыс. руб. Величина прибыли, остающаяся в распоряжении предприятия после уплаты налогов будет составлять 270,089 тыс.руб.

Сравнение полученной величины коэффициента эффективности капиталовложений ($E_k = 0,43$) с нормативным значением ($E_n = 0,15$) доказало, что внедрение мобильной установки для измельчения древесной зелени можно считать экономически эффективным.

Очевидно, что важным элементом при принятии решений о внедрении каких-либо новшеств в производство является общий объем положительных эффектов. В условиях использования хвойной зелени для целей сельского хозяйства важно оценить объемы возможного сырья, потенциально доступного для переработки. В ходе исследования оценены объемы лесозаготовок и остающихся на лесосеках отходов древесной зелени хвойных пород.

В России в 2021 году заготовлено почти 225 млн. м³ древесины. Даже по скромным подсчетам, выполненным авторским коллективом, для сельскохозяйственного назначения доступно более 6 млн. тонн древесной зелени. В условиях определенного сокращения объемов производства различных видов продукции как в сельском хозяйстве, так и в лесной отрасли, данные объемы могут существенно варьироваться. Однако при условии переработки в продукцию сельскохозяйственного назначения хвойной древесной зелени по предлагаемым технологическим решениям, предприятия могут получить прибыли более чем на 30 млрд.руб.

Таким образом, в исследовании установлено, что сельскохозяйственное направление — одно из наиболее перспективных в части использования остающихся в настоящее время на лесосеках отходов древесной зелени. Перспективы использования данных ресурсов для повышения эффектов в сельском хозяйстве изучены достаточно хорошо [6-9]. Авторский вклад в развитие данного направления заключается в разработке оборудования, которое позволит сделать вовлечение данных ресурсов в производство экономически целесообразным.

Список источников

1. Медведев С.О., Степень Р.А. Особенности качественных характеристик продуктов переработки древесной зелени пихты северных регионов // Химия растительного сырья. 2013. № 4. С. 233-236.
2. Машкова И.В. Ботаника с основами фитоценологии. Учебное пособие к лабораторным работам. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005 72 с.
3. ГОСТ 13797-84 Мука витаминная из древесной зелени. Технические условия.
4. Лобанов, В. В. Комплексная переработка древесной зелени в условиях малого пихтоваренного производства: монография / В.В. Лобанов, Е.Э. Лобанова, Р.А. Степень. Красноярск: Сибирский государственный технологический университет, 2007. 144 с.
5. Mokhiev A., Zyryanov M., Medvedev S., Rjabova T. Modeling of the process of collection, sorting and transportation of logging residues at the logging area // Journal of Applied Engineering Science. 2021. Т. 19. № 1. С. 114-118.

6. Паньков О.Г., Полянская В.В., Паршикова В.Н., Степень Р.А. Использование продуктов переработки древесной зелени пихты в сельском хозяйстве // Вестник КрасГАУ. 2009. № 3 (30). С. 209-212.

7. Ралдугин В.А. Терпеноиды пихты и высокоэффективный регулятор роста растений на их основе // Рос. хим. журн. 2001. Т.48. № 3. С. 84-88.

8. Ершов Ю.И. Земельные и лесные ресурсы Красноярского края, проблемы их рационального использования. Новосибирск: СО РАН, 2001. 114 с.

9. Thomson A., Price G.W., Arnold P., Dixon M., Graham T. Review of the potential for recycling CO2 from organic waste composting into plant production under controlled environment agriculture // Journal of Cleaner Production, 2022. Volume 333, <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130051>.

References

1. Medvedev S.O., Stepen' R.A. (2013). *Osobennosti kachestvennykh kharakteristik produktov pererabotki drevesnoi zeleni pikhity severnykh regionov* [Features of qualitative characteristics of products of processing of wood greens of fir of the northern regions]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, no. 4, pp. 233-236.
2. Mashkova I.V. (2005). *Botanika s osnovami fitotsenologii. Uchebnoe posobie k laboratornym rabotam* [Botany with the basics of phytocenology. Textbook for laboratory work]. Chelyabinsk: Izd-vo YUURGU, p. 72.
3. GOST 13797-84 Muka vitaminnaya iz drevesnoi zeleni. Tekhnicheskie usloviya.
4. Lobanov V.V. (2007). *Kompleksnaya pererabotka drevesnoi zeleni v usloviyakh malogo pikhovarennogo proizvodstva: monografiya* [Complex processing of wood greens in conditions of small fir production], Krasnoyarsk, Sibirskii tekhnologicheskii unistityt, p.144.
5. Mokhiev A., Zyryanov M., Medvedev S., Rjabova T. (2021). Modeling of the process of collection, sorting and transportation of logging residues at the logging area *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 19, no. 1, pp. 114-118.
6. Pan'kiv O.G., Polyanskaya V.V., Parshikova V.N., Stepen' R.A. (2009). *Ispolzovanie produktov pererabotki drevesnoi zeleni pikhity v sel'skom khozyaistve* [The use of processing products of fir tree greens in agriculture]. *Vestnik KraSGAU*, no. 3 (30), pp. 209-212.
7. Ralduhin V.A. (2001). Terpenoidy pikhity i vysokoefektivnyi regul'yator rosta rastenii na ikh osnove [Fir terpenoids and a highly effective plant growth regulator based on them]. *Ros. khim. zhurn.*, vol.48, no. 3, pp. 84-88.
8. Ershov YU.I. (2001). *Zemel'nye i lesnye resursy Krasnoyarskogo kraja, problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Land and forest resources of the Krasnoyarsk Territory, problems of their rational use], Novosibirsk, SO RAN, pp. 114.
9. Thomson A., Price G.W., Arnold P., Dixon M., Graham T. (2022). Review of the potential for recycling CO2 from organic waste composting into plant production under controlled environment agriculture. *Journal of Cleaner Production*, vol. 333, <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130051>.

Информация об авторах:

Зырянов Михаил Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4525-2124>, zyryanov13@mail.ru
Медведев Сергей Олегов, кандидат экономических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7459-3150>, medvedev_serega@mail.ru
Швецова Ирина Гариславовна, магистрант, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2615-0552>, miyaevairen@yandex.ru

Information about the authors:

Mikhail A. Zyryanov, candidate of technical sciences, associate professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4525-2124>, zyryanov13@mail.ru
Sergey O. Medvedev, candidate of economic sciences, associate professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7459-3150>, medvedev_serega@mail.ru
Irina G. Shvetsova, master's student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2615-0552>, miyaevairen@yandex.ru





Научная статья

УДК 631.5:633.2.039

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_612

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И ВИДОВ ТРАВ

Н.Н. Жиркова, С.А. Павлова, Е.С. Пестерева

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

Аннотация. В статье представлены результаты энергетической и экономической оценки эффективности возделывания однолетних кормовых культур на зеленую массу в зависимости от сроков сева в условиях Республики Саха (Якутия). Установлено, что в зависимости от сроков сева не только повышается урожайность зеленой массы, но и повышается эффективность ее производства. Опыты проводились в 2019 — 2022 гг. на опытном поле Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства в селе Ой Хангаласского улуса. В опытах использовались общепринятые методики и ГОСТы. Экономическую эффективность рассчитывали по прямым затратам сравнительно математическим методом. Результаты исследований установили, что в среднем по урожайности зеленой массы во всем срокам посева посеvy подсолнечника превосходили все изученные культуры урожайность от 234,2 ц/га до 349,9 ц/га. Агроэнергетическая оценка различных сроков посева однолетних кормовых культур доказала эффективность всех трех сроков посева. При этом лучшие показатели у викоовсяной смеси при этом энергетический коэффициент достигал от 3,26 до 4,48 с выходом сухого вещества до 66,2 ц/га, и переваримого протеина — до 3,26 ц. Высокий условно чистый доход достоверно обеспечили высокоурожайные посеvy подсолнечника, кукурузы, горохоовсяной, редьки масличной по всем срокам посева.

Ключевые слова: однолетние травы, экономическая эффективность, валовая энергия, обменная энергия, зеленая масса, питательная ценность

Original article

ENERGY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE CREATION AND USE OF ANNUAL FODDER GRASSES FOR GREEN MASS, DEPENDING ON THE SOWING PERIOD AND TYPES OF GRASSES

N.N. Zhirkova, S.A. Pavlova, E.S. Pestereva

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

Abstract. The article presents energy and economic assessments of the efficiency of cultivation of annual fodder crops for green mass, depending on the timing of sowing in the conditions of the Republic of Sakha (Yakutia). It has been established that, depending on the timing of sowing, not only increases the yield of green mass, but also increases the efficiency of its production. The experiments were conducted in 2019–2022 at the experimental field of the Yakut Research Institute of Agriculture in the village of Oi Khangalassky ulus. Generally accepted methods and GOST standards were used in the experiments. Economic efficiency was calculated by direct costs using a comparatively mathematical method. The results of the research established that, on average, in terms of the yield of green mass in all terms of sowing, sunflower crops exceeded all the studied crops with yields from 234.2 c/ha to 349.9 c/ha. Agro-energy assessment of various sowing periods of annual fodder crops proved the effectiveness of all three sowing periods. At the same time, the best indicators of the vico-oat mixture at the same time, the energy coefficient reached from 3.26 to 4.48 with a dry matter yield of up to 66.2 c/ha, and digestible protein — up to 3.26 c. High conditional net income was reliably provided by high-yielding crops of sunflower, corn, oatmeal, oilseed radish for all sowing periods.

Keywords: annual herbs, economic efficiency, gross energy, exchange energy, green mass, nutritional value

Введение. В настоящее время такие негативные факторы, как инфляция, курс рубля и цены реализации сельскохозяйственной продукции, не позволяют сделать объективную экономическую оценку новых технологий возделывания культур и отдельных методов ведения хозяйства. Это является основной причиной принятия биоэнергетического метода. Этот метод чаще называют агроэнергетическим. Он дает наиболее объективную информацию о роли антропогенных факторов на этапах развития и совершенствования сельскохозяйственных технологий. Метод дополняет и значительно расширяет возможности экономического анализа, мобилизует на экономию энергетических затрат, поиск энергосберегающих технологий и систем, повышение энергоэффективности.

Экономический результат производства — это результат, полученный при сравнении рентабельности производства с общими затратами. Если доходы превышают затраченные средства, то производство эффективно и все потребности удовлетворяются. Если ситуация противоположная, то экономического эффекта нет и, как следствие, деятельность убыточна. Таким образом, экономическая эффективность производства отражает результативность производства, то есть получение максимальных результатов при минимальных затратах материалов и труда. При анализе экономической эффективности производства необходимо учитывать разницу между понятиями «эффект» и «эффективность». В принципе, эффект любой деятельности — это конечный результат, который непосредственно

воплощается в количестве производственных материальных благ. Однако эффект, несмотря на свою важность, сам по себе недостаточен для характеристики производственной деятельности, поскольку не показывает, за счет каких затрат исходных ресурсов он был достигнут. Например, один и тот же эффект может быть достигнут с помощью различных ресурсов и методов. И наоборот, одни и те же ресурсы могут давать разные эффекты, поэтому необходимо сравнивать эффекты, поэтому необходимо сравнивать эффекты с ресурсами, необходимыми для их достижения. Определение экономической эффективности производства начинается с установления основных критериев оценки эффективности и выяснения ее сущности. С учетом качественной и количественной оценки эффективности



ее можно определить как «обеспечение максимальных результатов, удовлетворяющих потребности общества при минимальных затратах». К основным показателям эффективности можно отнести урожайность, цену, себестоимость единицы продукции, условно чистую прибыль, рентабельность. Экономическая эффективность от внедрения организационно-технических мероприятий на отдельных этапах производственного процесса может проявляться по-разному. При ее определении следует учитывать временные факторы и обеспечивать сопоставимость вариантов с точки зрения текущих затрат и инвестиций. Для выбора наиболее эффективных вариантов (особенно в части внедрения прогрессивных агросистем) и выработки обоснованных рекомендаций по их внедрению на производственных участках необходима тщательная систематическая и экономическая оценка. Использование любого метода технологии возделывания сельскохозяйственных культур должно оцениваться по его экономической эффективности, которая может быть выражена в стоимости продукции, полученной в результате его применения. В современном растениеводстве важно сочетать высокую продуктивность со стабильным доходом и высокой рентабельностью при низких производственных затратах [4, 6].

Целью исследований является расчет энергетической экономической оценки эффективности создания и использования однолетних кормовых трав на зеленую массу в зависимости от срока посева и видов трав в условиях Якутии

Задачи исследований: определить энергетическую и экономическую эффективность возделывания однолетних кормовых трав на зеленую массу по срокам посева

Методика и объект исследования. Исследования перспективных новых видов однолетних кормовых культур по срокам посева проводились на опытных полях лаборатории кормопроизводства и плодово-ягодных культур ФГБУН ЯНИИСХ имени М.Г. Сафронова с. Ой Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия) с 2019 по 2022 годы.

Виды и сорта однолетних трав изучались на мерзлотных лугово-черноземных суглинистых почвах. Механический состав представлен легким суглинком. В некоторых местах встречаются супесчаные почвы. Минеральные удобрения вносились в дозе (NPK)90 в качестве фона под предпосевную обработку почвы.

В опыте всего девять вариантов в трехкратной повторности. Размещение делянок рендомизированное. Площадь учетных делянок — 30 м². Посев проводили в три срока: 1 срок — 1 июня, 2 срок — 15 июня, 3 срок — 30 июня. Схема опыта: 1. Овес. 2. Овес + горох. 3. Овес + вика. 4. Редька масличная. 5. Суданская трава. 6. Просо. 7. Подсолнечник. 8. Кукуруза. 9. Амарант. Опыты проводились в условиях орошения с нормой полива 250 м³/га при НВ ниже 70%. Уход за посевами осуществлен по системе ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2015 года. [5]. В проведении наблюдений и учетов использованы методические указания ВНИИ кормов [1,2,3]. В работе задействован комплекс полевых сравнительно-аналитических и биометрических методик. Подобраны однолетние кормовые культуры по срокам посева, определена урожайность, рассчитана экономическая эффективность кормовых культур. Метеорологические условия в годы

проведения исследований были различными. Метеорологические условия приведены по данным Покровской метеостанции.

Весна 2019 года была достаточно теплой, что на 2°C выше среднего многолетнего значения, что обеспечивало благоприятные условия для начала роста растений. Среднемесячная температура воздуха в мае составила +3+6°C, осадков выпало 14,6 мм. Июнь характеризовался теплой погодой, со среднемесячной температурой +14+16°C и осадками 27,3 мм. Температуры в июле и в августе были на +1+2°C что выше среднемноголетней нормы. Осадки составили 28,6 мм в июле и 45,7 мм в августе. Температура в августе была на +1 +2°C выше среднемноголетних значений. Количество осадков составило 56 мм в июле и 84 мм в августе.

Вегетационный период 2020 года характеризовался жарким и сухим летом, максимальная температура в мае составила в среднем 23,6°C, а минимальная температура опустилась до -2,7°C. Осадков за тот же месяц выпало 11,1 мм, что на 10 мм ниже нормы, а июнь был теплым со средней температурой воздуха 28,3°C. Осадков в среднем выпало 36,2 мм, что на 32 мм выше нормы. Июль отличился жаркой и сухой погодой с максимальной температурой воздуха достигала +36°C, и минимальной +7,0°C, а осадков в среднем за месяц выпало 36,2 мм. В августе отмечается также теплая погода. Осадки в августе выпало 4,9 мм за месяц, что в 10 раз ниже среднее многолетнего значения.

Вегетационный период 2021 года характеризовался недостаточным поступлением продуктивной влаги в почву на ранних стадиях развития растений. Весна вегетационного периода была ранней, достаточно теплой, среднесуточная температура воздуха в мае была 8,1°C, максимальная — 23,9°C. Сумма осадков составила 10,3 мм, что почти в 2 раза меньше, чем средний многолетний показатель (19 мм). Среднедекадная температура июня была +15,4° + 22,5°C, максимальные температуры дождались 29,8 — 35,3°C. Осадков выпало 10,3 мм. Среднемесячная температура воздуха июля составляла +19,5°C, за месяц выпало осадков 31,2 мм при норме 46,0 мм. Среднемесячная температура воздуха августа была 14,0 — 18,5°C, что на 2-3° выше средних многолетних значений. Месячное количество осадков выпало 30,5 мм, что также меньше среднего многолетнего показателя на 13,5 мм (44 мм).

В 2022 г. вегетационный период отмечался благоприятным погодным условием. Среднесуточные температуры повсеместно были выше среднемноголетнего показателя на 1,3 — 4,1°C, осадков выпало в мае и июле 24,5 и 78,5 мм соответственно, что превысила месячных среднемноголетних норм на 1,5 — 2,0 раза. В этих условиях продуктивная влага почвы благоприятно повлияла на посев — всходы зерновых культур, однако для мелкосемянных кормовых культур начальный период роста и развития проходил в крайне неблагоприятных условиях ввиду высоких среднесуточных температур воздуха, быстрого иссушения и нагревания поверхности почвы.

Результаты и их обсуждение. Валовые сборы свежих зеленых кормов в хозяйствах могут быть достигнуты только при посеве большого количества высокоурожайных однолетних кормовых культур. Различные сроки посева могут существенно повлиять на сроки уборки урожая. Летний посев является важным резервом для

увеличения производства растительного белка и способствует обеспечению животных высокобелковыми кормами. Основой повышения продуктивности молочных коров являются сочные и витаминные корма. В Якутии основным источником сочных и богатых витамином кормов является зеленая масса однолетних кормовых культур.

Средняя урожайность перспективных однолетних кормовых культур при трех сроках посева в исследуемые годы представлена в таблице 1. На урожайность зеленой массы однолетних культур повлияли условия тепло- и влагообеспеченности вегетационных периодов исследуемых лет. Учет урожайности зеленой массы кукурузы, овса, подсолнечника, редьки масличной, суданской травы, проса, бобовых культур провели в период массового цветения (50 — 75% растений в фазе массового цветения).

За четырехлетний период исследования более высокую урожайность сформировали посевы подсолнечника, кукурузы и суданской травы. По результатам исследований видно, что за четыре года исследований в одновидовых посевах наибольшую урожайность зеленой массы обеспечили посевы подсолнечника по всем срокам посева. Урожайность кукурузы по всем срокам посева немного уступала, но превосходила все изученные варианты. Низкую урожайность зеленой массы обеспечил контрольный вариант — овес.

В первом сроке посева высокие показатели урожайности отмечены при посеве подсолнечника — 349,9 ц/га и у кукурузы — 336,2 ц/га зеленой массы. Немного уступали по показателям урожайности суданская трава — 239,0 ц/га, просо — 228,6 ц/га горохоовсяная смесь — 221,2 ц/га и викоовсяная смесь — 217,9 ц/га зеленой массы. Наименьшая урожайность зеленой массы наблюдается у овса в одновидовом посеве — 125,9 ц/га.

По второму сроку посева наименьшая урожайность 142,9 ц/га зеленой массы получена у овса в чистом виде. По остальным культурам по урожайности зеленой массы не наблюдается существенной разницы. У перспективных однолетних кормовых культур высокие урожаи получены в вариантах подсолнечника 322,3 ц/га, кукурузы 303,0 ц/га зеленой массы.

В третьем сроке посева наибольшую урожайность обеспечили посевы подсолнечника — 234,2 ц/га и редьки масличной — 190,3 ц/га зеленой массы, Урожайность проса, горохоовсяной, викоовсяной смесей, кукурузы, амаранта варьировало от 160,1 до 170,5 ц/га зеленой массы. Минимальную урожайность обеспечил овес 119,8 ц/га зеленой массы.

Результаты исследований установили, что в среднем по урожайности по всем срокам посева посевы подсолнечника превосходили все изученные культуры от 234,2 ц/га до 349,9 ц/га зеленой массы.

За годы исследований перспективные культуры по первому и второму срокам посева обеспечили высокую урожайность.

На основании литературных источников было установлено, что энергетическая оценка существующих технологий возделывания и приготовления кормов является наиболее прогрессивным методом оценки актуальности, эффективности и окупаемости материальных затрат различных технологий возделывания и приготовления кормов. С помощью этого метода можно выявить наиболее энергоемкие звенья и приемы в технологиях возделывания культур.





Таблица 1. Энергетическая эффективность возделывания однолетних культур по срокам посева (ср. за 2019-2022 гг.) ц/га

Table 1. Energy efficiency of cultivation of annual crops by sowing dates (cf. for 2019-2022) c/ha

№ п/п	Видовой состав травостоев	Сроки посева	Сбор ОЗ, ГДж/га	ЗСЭ ГДж/га	АК	Урожайность зеленой массы, ц/га
1.	Овес	I	39,4	27,9	2,95	135,9
		II	40,7	28,2	3,07	152,9
		III	48,0	28,3	2,34	159,8
2.	Овес + горох	I	65,0	27,9	4,63	221,2
		II	55,9	28,4	3,98	192,4
		III	49,4	28,5	3,48	168,1
3.	Овес + вика	I	62,2	27,9	4,48	217,9
		II	56,1	28,2	4,02	198,5
		III	46,6	28,3	3,26	160,1
4.	Редька масличная	I	38,1	30,0	2,61	215,6
		II	33,6	30,4	2,25	188,1
		III	33,9	30,0	2,34	190,3
5.	Суданская трава	I	61,6	30,7	4,24	239,0
		II	53,5	31,0	3,63	210,3
		III	41,9	30,2	2,90	162,9
6.	Просо	I	67,8	30,3	4,70	228,6
		II	51,0	30,0	3,63	171,6
		III	39,9	28,8	2,96	134,5
7.	Подсолнечник	I	63,4	33,2	4,06	349,9
		II	61,2	33,5	3,67	322,3
		III	41,6	30,5	2,93	234,2
8.	Кукуруза	I	62,9	32,6	4,08	336,2
		II	56,8	32,4	3,72	303,0
		III	31,6	29,3	2,32	170,5
9.	Амарант	I	34,5	29,1	2,35	152,6
		II	45,4	30,7	2,88	194,7
		III	38,3	30,5	2,54	169,2
НСР ₀₅		I				25,8
		II				23,0
		III				18,5

Это дает возможность научно обосновать пути снижения затрат и выбрать наиболее дешевую технологию. Кроме того, учитывая, что весь урожай сельскохозяйственных культур не реализуется на рынке, а часть его потребляется предприятиями, данный метод, позволяющий измерить выход животноводческой продукции, дает научную основу для экономической оценки агроэкосистем в денежном выражении с учетом колебаний цен на ресурсы и животноводческую продукцию в условиях рыночной экономики [7, 8].

Для определения целесообразности возделывания перспективных однолетних кормовых культур на зеленую массу с учетом сроков посева, как одного из элементов технологии возделывания культур, были рассчитаны энергетические и экономические показатели, так как именно они позволяют объективно оценить как отдельные агроприемы, так и новые технологии возделывания культур. При сравнительной оценке валовая энергия, обменная энергия и энергетический коэффициент определялись для каждого варианта и по срокам посева отдельно. Обобщающим показателем агроэнергетической эффективности является энергетический коэффициент и коэффициент эффективности производства кормов.

Энергетический коэффициент при возделывании однолетних кормовых культур составил в первом сроке посева от 2,35 до 4,70, во втором сроке — 2,77-5,78, в третьем сроке

посева — 2,32-3,52 (табл. 1). Коэффициент эффективности производства кормов: первый срок посева составила от 1,19 до 2,33, второго срока посева от 1,10 до 1,99, третьего срока посева составила от 1,08 до 1,73, что доказывает эффективность возделывания высокоурожайных однолетних кормовых культур на зеленую массу.

По первому сроку посева высокий энергетический коэффициент у проса в чистом виде — 4,70 и у поливидовых посевов горохоовсяной смеси — 4,63 и викоовсяной смеси — 4,48, по второму сроку посева у викоовсяной смеси — 4,02, и горохоовсяной смеси — 3,48.

Анализ агроэнергетической оценки возделывания однолетних кормовых культур показал, что по всем трем срокам посева наиболее эффективны смеси овес+горох и овес+вика. По выходу с 1 га обменной энергии по первому и второму сроку посева отличилась викоовсяная смесь 62,2 — 56,1 ГДж/га, по третьему сроку горохоовсяная смесь — 49,4 ГДж/га.

Таким образом, агроэнергетическая оценка различных сроков посева однолетних кормовых культур доказала эффективность всех трех сроков посева. При этом лучшие показатели у викоовсяной смеси при этом энергетический коэффициент достигал от 3,26 до 4,48 с выходом сухого вещества до 66,2 ц/га, и переваримого протеина — до 3,26 ц.

Для экономической оценки агротехнических приемов при возделывании кормовых

культур основными показателями являются выход продукции с 1 га посевов, затраты на прирост продукции, чистый доход, рентабельность производства.

Продуктивность кормовых единиц с 1 га первого срока посева от 800 до 2129, второго срока от 895 до 2190, третьего срока от 785 до 1404 (таблица 2). Высокий показатель кормовых единиц по всем срокам посева обеспечили посевы подсолнечника и кукурузы, благодаря высокой урожайности зеленой и сухой массы. Высокие показатели кормовых единиц обеспечили горохоовсяная и викоовсяная смеси, хотя по урожайности уступали, качеству превышали вышеуказанным культурам. Остальные варианты показали среднее значение кормовых единиц с 1 га от 800 до 1506.

Стоимость продукции напрямую связана с получением урожайности зеленой массы. По расценкам Министерства сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) стоимость 1 ц зеленой массы составила 250 рублей. Наибольшую стоимость продукции первого срока достоверно обеспечили посевы подсолнечника и кукурузы. Стоимость продукции посевов подсолнечника первого срока составила 87250 руб./га, второго срока 80500 руб./га, третьего срока 58500 руб./га.

Аналогичные данные получены при посеве кукурузы по трем срокам посева, стоимость продукции составила от 42500 до 84000 руб./га.

Стоимость продукции остальных вариантов первого срока посева от 33750 до 59750 руб./га. Низкий показатель стоимости продукции обеспечил овес в чистом виде 33750 руб./га.

Приведенные затраты перспективных однолетних кормовых культур включили обработку почвы, посев, стоимость семян, удобрений, погрузку, транспортировку, разгрузку, орошение, уборку урожая, горючее, зарплату рабочих и прочие затраты.

Приведенные затраты первого срока посева составили от 37575 до 44233 руб./га, второго срока от 39642 до 44526 руб./га, третьего срока от 38692 до 41801 руб./га. Приведенные затраты горохоовсяной смеси составили от 40105 до 40593 руб./га, викоовсяной смеси от 40017 до 40425 руб./га, редьки масличной от 40063 до 40405 руб./га, суданской травы от 39378 до 40669 руб./га, проса от 38692 руб./га до 40012 руб./га. Расхождение приведенных затрат по вариантам опыта зависит от видов однолетних кормовых культур, стоимости семян и нормы высева. Минимальные приведенные затраты обеспечили посевы амаранта — 37575 руб./га.

Таким образом, по данным за четыре года исследований экономически эффективно возделывать кукурузу, подсолнечник, редьку масличную, смеси овса с горохом в три срока посева, викоовсяную смесь и посевы проса в два срока посева.

Выводы. В среднем за четыре года исследований по трем срокам посева высокую урожайность обеспечили посевы подсолнечника, кукурузы и суданской травы. По результатам исследований видно, что за четыре года исследований в одновидовых посевах наибольшую урожайность зеленой массы обеспечили посевы подсолнечника по всем срокам посева. Урожайность кукурузы по всем срокам посева немного уступала урожайности подсолнечника, но превосходила все изученные варианты. Низкую урожайность зеленой массы обеспечил контрольный вариант — овес.



Таблица 2. Экономическая оценка перспективных однолетних кормовых культур по срокам посева
Table 2. Economic assessment of promising annual fodder crops by sowing dates

№ п/п	Видовой состав травостоев	Сроки посева	Продуктивность с 1 га		Стоимость продукции руб./га	При-веденные затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
			корм.ед.	сырого протеина кг/га				
1.	Овес	I	864	2471	33750	40017	-	-
		II	958	2804	38000	40240	-	-
		III	1002	3025	39750	40424	-	-
2.	Овес + горох посевной	I	1569	4569	55250	40105	15145	38
		II	1363	4339	48000	40306	7694	19
		III	1193	3755	42000	40593	1407	3
3.	Овес + вика посевная	I	1562	4883	54250	40017	14233	36
		II	1406	4435	49500	40240	9260	23
		III	1152	3740	40000	40425	-	-
4.	Редька масличная	I	1398	3902	53750	40070	13680	34
		II	1222	3713	47000	40405	6595	16
		III	1273	3909	47500	40063	7437	19
5.	Суданская трава	I	1506	4183	59750	40379	19372	48
		II	1344	4079	52500	40669	11831	29
		III	1021	3208	40500	39978	522	1
6.	Просо	I	1322	3716	57000	40012	16988	42
		II	992	3335	42750	39753	2997	8
		III	817	2703	33500	38692	-	-
7.	Подсолнечник	I	1954	5375	87250	44233	43017	97
		II	1771	4347	80500	44526	35974	81
		III	1357	3931	58500	41801	16700	40
8.	Кукуруза	I	2083	6308	84000	44087	39913	91
		II	1848	6030	75750	43941	31809	72
		III	1003	3430	42500	41136	1364	3
9.	Амарант	I	1094	3492	38000	37575	425	1
		II	1377	4501	48500	39642	8858	22
		III	1217	4073	42250	39409	2842	7

Анализ агроэнергетической оценки возделывания однолетних кормовых культур показал, что по всем трем срокам посева наиболее эффективны смеси овес+горох и овес+вика. По выходу с 1 га обменной энергии по первому и второму сроку посева отличилась викоовсяная смесь 62,2 — 56,1 ГДж/га, по третьему сроку горохоовсяная смесь — 49,4 ГДж/га.

Высокий условно чистый доход достоверно обеспечили высокоурожайные посевы подсолнечника, кукурузы, горохоовсяной, редьки масличной по всем срокам посева. Посевы викоовсяной смеси и проса первого и второго сроков посева рентабельные, третьего срока посева нерентабельные. Стоимость продукции не покрывают приведенные затраты. Посевы овса всех трех сроков посева нерентабельные.

Список источников

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 347 с.
2. Методические указания по проведению научных исследований на сенокосах и пастбищах. М., 1996. 152 с.
3. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. РАСХН. М. 1997.
4. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. М.: ООО «Издательство Агрорус», 2009. Т. 2. 1098 с.
5. Борисов Е.А. Система ведения сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия) на период до 2015 г. Якутское НИИ сельского хозяйства. Якутск, 2009. 316 с.
6. Нестерова И.М. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания проса на зеленую массу в зависимости от сроков сева в условиях северо-восточной части Беларуси // И.М. Нестерова // Вестник Белорус-

ской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 48-51.

7. Васильев С.М., Сафарова Н.И. Пути повышения экономической эффективности использования орошаемых земель. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ», под ред. В.Н. Щедрина. Новочеркасск: ООО «Геликон», 2010. Вып. 43. С. 199-204.

8. Ольгаренко И.В. Оценка экономической, энергетической и экологической эффективности режимов орошения сельскохозяйственных культур. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ», под ред. В.Н. Щедрина. Новочеркасск: ООО «Геликон», 2010. Вып. 43. С. 181-185.

References

1. Dospexov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience] Moscow: Kolos, 347 p.
2. Kutuzova A.A. (1996). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu nauchnykh issledovaniy na senokosakh i pastbishakh* [Methodological guidelines for conducting scientific research on hayfields and pastures]. Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Feed named after V.R. Williams, 152 p.
3. Novoselov Yu.K., Kireev V.N., Kutuzov G.P., Karavanskij N.S. and other (1997). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* [Guidelines for conducting field experiments with forage crops] Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Feed named after V.R. Williams, 156 p.
4. Zhuchenko A.A. (2009). *Adaptivnoe rastenievodstvo (e'kologo-geneticheskie osnovy): teoriya i praktika* [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations): theory and practice] Moscow, LLC Agrorus Publishing House, vol. 2, 1098 p.
5. Borisov E.A. (2009). *Sistema vedeniya sel'skoxozyajstvennogo proizvodstva v Respublike Saxa (Yakutiya) na period do 2015 g* [The system of agricultural production in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period up to 2015]. Yakutsk, 316 p.
6. Nesterova I.M. (2021). *E'nergeticheskaya i e'konomicheskaya e'fektivnost' vozdel'vaniya prosa na zelenuyu massu v zavisimosti ot srokov seva v usloviyakh severo-vostochnoy chasti Belarusi* [Energy and economic efficiency of cultivation of millet for green mass, depending on the timing of sowing in the conditions of the north-eastern part of Belarus]. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, no. 1, pp. 48-51.
7. Vasiliev S.M. & Safarova N.I. (2010). Ways to increase the economic efficiency of the use of irrigated lands. Paper presented at the materials of scientific and practical conferences Modern methods of increasing the efficiency of the use of irrigated lands in modern economic conditions, Novocherkassk, Helicon, Issue 43, pp. 199-204.
8. Ol'garenko I.V. (2010). Assessment of economic, energy and environmental efficiency of agricultural irrigation regimes. Paper presented at the materials of scientific and practical conferences Modern methods of increasing the efficiency of the use of irrigated lands in modern economic conditions, Novocherkassk, Helicon, Issue 43, pp. 181-185.

Информация об авторах:

Жиркова Наталья Николаевна, лаборатория кормопроизводства и плодово-ягодных культур, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2042-8728>, zhirkova.jinni@yandex.ru

Павлова Сахаяна Афанасьевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, лаборатория кормопроизводства и плодово-ягодных культур, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6097-7740>, sachayana@mail.ru

Пестерева Елена Семеновна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5485-4330>, Lena79pestereva@mail.ru

Information about the authors:

Natalia N. Zhirkova, laboratory of fodder production and fruit and berry crops, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2042-8728>, zhirkova.jinni@yandex.ru

Sachayana A. Pavlova, doctor of agricultural sciences, associate professor, laboratory of fodder production and fruit and berry crops, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6097-7740>, sachayana@mail.ru

Elena S. Pestereva, candidate of agricultural sciences, associate professor, laboratory of fodder production and fruit and berry crops, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5485-4330>, Lena79pestereva@mail.ru

✉ zhirkova.jinni@yandex.ru





Научная статья

УДК 635.262:631.531

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_616

ОЦЕНКА СОРТОВ КОЛЛЕКЦИОННОГО ПИТОМНИКА ЧЕСНОКА ОЗИМОГО

В.Г. Сузан, Н.М. Ниматулаев¹, Н.В. Литвиненко², И.В. Грехова²¹Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Дагестан²Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Аннотация. Одним из основных факторов, влияющих на продуктивность чеснока озимого, является сорт. В статье приведены результаты оценки коллекционного питомника чеснока озимого при смене почвенно-климатических условий (перенос коллекции из Свердловской области в Дагестан). Селекция ведется с учетом размножения чеснока озимого воздушными луковичками. Оценку проводили по массе луковицы, биометрическим показателям стрелки, числу и массе воздушных луковичек. В качестве стандарта взят сорт Шадейка, выведенный на Урале. Средняя масса луковицы более 20 г получена у сортов Шадейка (st.), Григорий Комаров, Аксакал, Репликант, Ермак, Одинцовский юбилейный, Поднебесный, Демидов и Добрыня. По средней массе луковицы превышали стандарт только два сорта: Поднебесный и Добрыня — на 4 и 20%. Длина стрелки максимальная у стандарта. По диаметру стрелки превышали стандарт три образца: 1-11-1 (сорт Еленовский, 1-19-4 (сорт Ермак), 2-18-1 (сорт Любаша), по массе стрелки — два образца: 1-11-1 (сорт Еленовский), 1-21-1 (сорт Любаша). Массе стрелки больше стандарта только у двух образцов: 1-11-1 (сорт Еленовский), 1-21-1 (сорт Любаша). Массе и число воздушных луковичек у большинства сортообразцов превышали стандарт. По массе воздушной луковички из 23 образцов превышали стандарт 12 образцов. По данному показателю с учетом числа луковичек выделили следующие образцы: 2-11-4 (сорт Аксакал), 1-24-2 (сорт Кизлярский), 1-22-4 (сорт Любаша). В равнинных условиях Дагестана по всем оцениваемым показателям для селекции выделились образцы: 2-11-4 (сорт Аксакал), 1-24-2 (сорт Кизлярский), 1-22-4 (сорт Любаша).

Ключевые слова: чеснок озимый, воздушные луковички, масса луковицы, стрелка, соцветие, среда обитания

Original article

EVALUATION OF COLLECTION NURSERY VARIETIES OF WINTER GARLIC

V.G. Suzan, N.M. Nimatulaev¹, N.V. Litvinenko², I.V. Grekhova²¹ Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Dagestan² Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Abstract. One of the main factors affecting the productivity of winter garlic is the variety. The article presents the results of the assessment of the collection nursery of winter garlic when changing soil and climatic conditions (transfer of the collection from the Sverdlovsk region to Dagestan). Selection is carried out taking into account the propagation of winter garlic by air bulbs. The evaluation was carried out according to the mass of the bulb, the biometric indicators of the arrow, the number and mass of air bulbs. As a standard, the Shadeika variety, bred in the Urals, was taken. The average bulb weight of more than 20 g was obtained in the varieties Shadeika (st.), Grigory Komarov, Aksakal, Replicant, Ermak, Odintsovo jubilee, Podnebesny, Demidov and Dobrynya. In terms of average bulb weight, only two varieties exceeded the standard: Podnebesny and Dobrynya — by 4 and 20%. The length of the arrow is the maximum for the standard. Three samples exceeded the standard in arrow diameter: 1-11-1 (Elenovsky variety, 1-19-4 (Ermak variety), 2-18-1 (Lyubasha variety), and two samples in arrow weight: 1-11-1 (cultivar Elenovsky), 1-21-1 (variety Lyubasha). The mass of the arrow is greater than the standard only in two samples: 1-11-1 (Elenovsky variety), 1-21-1 (Lyubasha variety). The mass and number of air bulbs in most varieties exceeded the standard. In terms of the mass of the air bulb out of 23 samples, 12 samples exceeded the standard. According to this indicator, taking into account the number of onions, the following samples were identified: 2-11-4 (Aksakal variety), 1-24-2 (Kizlyarsky variety), 1-22-4 (Lyubasha variety). In the flat conditions of Dagestan, according to all assessed indicators, samples were selected for selection: 2-11-4 (Aksakal variety), 1-24-2 (Kizlyarsky variety), 1-22-4 (Lyubasha variety).

Keywords: winter garlic, air bulbs, bulb mass, arrow, inflorescence, habitat

Одним из основных факторов, влияющих на продуктивность чеснока, является сорт [1]. Выведение сортов чеснока, вегетативно размножаемой культуры, представляет определенные трудности, т.к. появление новых форм, вызванных почковыми мутациями, невелико [2]. Для селекции чеснока большую ценность представляют инорайонные образцы, созданные в других почвенно-климатических условиях почвенно-климатических условиях [1]. Определение реакции растений чеснока озимого на среду обитания — одно из направлений работы по селекции данной культуры [3]. При смене условий выращивания происходит процесс адаптации растений к изменившимся условиям, основа которой изменчивость организма. Необходимо создавать генотипы чеснока, обладающие определенной нормой изменчивости [4].

Цель исследования — оценка коллекционного питомника при смене почвенно-клима-

тических условий и выделение перспективных образцов.

Методика исследований. Исследования проводились в учебно-опытном хозяйстве ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан». Опытные участки расположены в черте города Махачкала. Равнинная зона, около 10 метров над уровнем моря. Зона характеризуется умеренно теплой зимой и жарким летом без резких колебаний температуры воздуха. Характерными особенностями является малое количество осадков, выпадающих в основном в осенне-зимний период, большая испаряемость (850-900 мм/год) и высокие летние температуры (25°C). Высокая испаряемость поддерживается и сильными ветрами (более 15 м/с) в течение 69 дней в году, в т.ч. 35 дней в течение вегетации (конец марта, октябрь). Годовые условия были недостаточного увлажнения, в год выпадает 350-380 мм осадков. Полив

проводился с весны капельным орошением. Всего проведено было 4 полива.

Почва на территории учебно-опытного хозяйства лугово-каштановая тяжелосуглинистая карбонатная. Согласно данным водной вытяжки почва относится к слабозасоленной солончаковой, тип засоления — хлоридно-сульфатный. Содержание гумуса — 2,2%, гидролизующим азотом почва обеспечена средне (6,4 мг/100 г), фосфором — низко (1,5-2,3 мг), калием — в повышенной степени (35 мг/100 г), проводились минеральные подкормки.

Посадка — 5 ноября 2021 года. Схема посадки: 8-10 см в ряду между растениями и 20 см в междурядьях. Глубина посадки — 7 см от донца зубка.

В целом весна в 2022 году была холодная и была задержка развития растений чеснока примерно на 10 дней от среднегодовых сроков.



Таблица 1. Масса луковиц сортов чеснока озимого
Table 1. Mass of bulbs of winter garlic varieties

Сорт	Число луковиц, шт.	Масса луковиц, г		CV, %
		min-max	$\bar{X} \pm \delta$	
Шадейка st.	7	11,7-41,5	25,4±11,7	46
Комсомол	2	7,0-7,4	7,2±0,3	4
Еленовский	5	4,2-34,5	17,2±14,2	83
Григорий Комаров	4	20,7-29,5	24,9±4,2	17
Аксакал	12	8,4-53,8	20,7±13,8	68
Репликант	10	9,4-36,2	21,0±9,2	44
Кизлярский	64	5,1-46,9	17,6±6,7	38
Ермак	6	15,9-28,9	24,0±5,1	21
Одинцовский юбилейный	5	15,5-30,4	22,4±6,5	29
Любаша	44	4,4-40,7	21,7±10,2	47
Юбилейный Грибовский	5	7,3-31,6	20,7±10,0	50
Поднебесный	4	17,2-36,6	26,4±8,8	34
Тасканский	5	11,1-24,7	17,6±6,1	34
Демидов	4	14,6-29,7	21,8±6,2	28
Добрыня	5	25,5-36,3	30,4±4,9	16

Примечание: $\bar{X}$ — среднее значение, δ — стандартное отклонение, CV — коэффициент вариации

Таблица 3. Биометрические показатели стрелок сортов чеснока озимого
Table 3. Biometric indicators of arrows of varieties of winter garlic

Шифр образца	Сорт	Длина стрелки, см	Диаметр стрелки, мм	Масса стрелки, г
1-1-4	Шадейка st.	123	7,3	40,6
1-1-2	Комсомол	67	5,5	19,2
1-11-1	Еленовский	83	7,4	60,0
1-11-3	Григорий Комаров	84	5,6	17,4
2-11-3	Аксакал	78	6,2	25,8
2-11-4	Аксакал	83	6,6	37,6
1-19-1	Репликант	91	4,8	20,9
1-22-3	Репликант	98	5,1	19,8
1-24-2	Кизлярский	76	6,3	23,9
2-15-1	Кизлярский	71	5,6	22,4
2-15-2	Кизлярский	75	5,4	23,7
2-15-3	Кизлярский	76	5,6	21,7
1-19-4	Ермак	80	7,4	33,4
1-23-2	Ермак	74	5,4	19,1
1-20-2	Одинцовский юбилейный	82	4,5	12,2
1-21-1	Любаша	93	7,2	43,3
1-22-4	Любаша	79	6,0	26,8
2-18-1	Любаша	70	7,6	33,0
2-18-2	Любаша	78	6,4	32,1
2-18-3	Любаша	72	5,6	27,0
2-18-4	Любаша	65	6,2	17,5
2-18-5	Любаша	44	5,9	20,1
2-18-6	Любаша	69	4,5	16,0
2-8-2	Юбилейный Грибовский	89	5,2	20,6
1-23-3	Поднебесный	79	6,7	32,0
1-23-4	Тасканский	84	5,0	21,8
2-4-2	Добрыня	110	5,6	28,7
$\bar{X}$		80,5	5,9	26,5
δ		14,7	0,9	10,2
CV, %		18	15	38

Примечание: $\bar{X}$ — среднее значение, δ — стандартное отклонение, CV — коэффициент вариации

Таблица 2. Масса луковиц сортов чеснока озимого
Table 2. Weight of bulbs of varieties of winter garlic

Шифр образца	Сорт	Число луковиц, шт.	Масса луковиц, г		CV, %
			min-max	$\bar{X}$	
1-17-2	Аксакал	2	22,3-53,8	38,1	41
2-11-3	Аксакал	5	8,4-14,4	10,8	20
2-11-4	Аксакал	5	8,9-36,2	23,6	42
1-19-1	Репликант	5	9,4-27,6	17,0	37
1-22-3	Репликант	5	23,3-36,9	30,1	18
1-24-2	Кизлярский	4	17,6-46,9	28,2	40
2-15-1	Кизлярский	8	8,7-22,9	15,1	29
2-15-2	Кизлярский	8	7,2-17,0	12,6	31
2-15-3	Кизлярский	6	10,5-19,2	14,9	20
2-17-1	Кизлярский	9	16,6-27,8	21,8	16
2-17-2	Кизлярский	11	5,1-23,8	17,9	15
2-17-3	Кизлярский	10	8,4-32,0	18,4	36
2-17-4	Кизлярский	8	11,5-27,3	17,7	26
1-19-4	Ермак	4	19,8-28,9	25,1	14
1-23-2	Ермак	2	15,9-27,9	21,9	29
1-21-1	Любаша	5	17,5-33,4	26,8	20
1-22-4	Любаша	3	24,2-40,7	29,8	26
2-18-1	Любаша	16	9,5-32,5	15,1	35
2-18-2	Любаша	15	4,4-32,5	15,1	52

Примечание: $\bar{X}$ — среднее значение, CV — коэффициент вариации

Таблица 4. Характеристика соцветия сортов чеснока озимого
Table 4. Characteristics of the inflorescence of varieties of winter garlic

Шифр образца	Сорт	Масса луковичек, г	Число луковичек, шт.	Масса луковичек, мг
1-1-4	Шадейка st.	1,1	22	50
1-1-2	Комсомол	2,5	42	60
1-11-1	Еленовский	10,1	219	46
1-11-3	Григорий Комаров	2,4	26	92
2-11-3	Аксакал	1,3	30	43
2-11-4	Аксакал	4,0	56	72
1-19-1	Репликант	1,5	17	88
1-22-3	Репликант	1,2	24	50
1-24-2	Кизлярский	3,1	42	74
2-15-1	Кизлярский	1,2	22	55
2-15-3	Кизлярский	1,8	33	55
1-19-4	Ермак	1,8	36	50
1-23-2	Ермак	1,4	28	50
1-20-2	Одинцовский юбилейный	1,3	19	69
1-21-1	Любаша	1,8	44	41
1-22-4	Любаша	4,8	83	58
2-18-1	Любаша	3,5	60	58
2-18-2	Любаша	4,1	79	52
2-18-3	Любаша	1,4	54	26
2-18-4	Любаша	0,2	14	14
2-18-5	Любаша	4,3	83	52
2-18-6	Любаша	2,2	55	40
2-8-2	Юбилейный Грибовский	1,4	28	50
1-23-3	Поднебесный	2,6	60	43
$\bar{X}$		2,5	47,3	53,7
δ		2,0	41,3	17,1
CV, %		80	87	32

Примечание: $\bar{X}$ — среднее значение, δ — стандартное отклонение, CV — коэффициент вариации





Гербицидная обработка и обработка против вредителей не проводились. Среди болезней ежегодно проявляется ржавчина. Проявлялось начало и в 2022 году, проводились обработки препаратами: ХОМ (действующее вещество: 861 г/кг хлорокись меди) и Квадрис (действующее вещество: 250 г/л азоксистробин).

Прополка ручная, проводили три раза: в первой и третьей декаде апреля и во второй декаде мая. Уборка проведена 25 июня — 10 июля 2022 года в зависимости от скороспелости сорта.

Результаты исследований. Коллекцию чеснока озимого ранее изучали в Свердловской области [5]. Селекция ведется с учетом размножения чеснока озимого воздушными луковичками. Установлено многими авторами [6–8], что при таком способе размножения повышается его продуктивность, происходит обновление сорта и оздоровление. В 2021 г. коллекция была передана в ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан». При переносе коллекции чеснока с Урала в Дагестан произошла смена почвы и климата, а резкие изменения экологических факторов приводят к расчленению популяции, изменчивости ряда признаков и ведению отбора морфобиотипов растений [9].

В качестве стандарта взят сорт Шадейка, выведенный на Урале, авторы сорта В.Г. Сузан, И.И. Дмитриев.

Средняя масса луковицы менее 20 г была у сортов Комсомол, Еленовский, Кизлярский и Тасканский (табл. 1). Масса луковицы более 20 г получена у сортов Шадейка (st.), Григорий Комаров, Аксакал, Репликант, Ермак, Одинцовский юбилейный, Поднебесный, Демидов и Добрыня. Выравненными по данному показателю отмечены сорта Григорий Комаров, Ермак, Одинцовский юбилейный, Демидов и Добрыня — коэффициент вариации менее 33%. По средней массе луковицы превышали стандарт только два сорта: Поднебесный и Добрыня — на 4 и 20%. Колеблемость значений небольшая у сорта Добрыня — коэффициент вариации 16%.

По средней массе луковицы (превышающей 20 г) у сорта Аксакал выделились два образца: 1-17-2 и 2-11-4, коэффициент вариации высокий — 41 и 42% (табл. 2). У образца 1-22-3 сорта Репликант масса луковицы большая (30,1 г), а колеблемость значений небольшая — коэффициент вариации 18%. У сорта Кизлярский из 8 образцов можно выделить два образца — 1-24-2 и 2-17-1. Средняя масса луковицы у них больше 20 г (28,2 и 21,8 г). Колеблемость значений у первого образца высокая (40%) и максимальные показатели массы луковиц.

Второй образец — коэффициент вариации небольшой (16%).

У сорта Ермак оба образца выделились по массе луковицы, коэффициент вариации менее 33%.

Показатели минимальной, максимальной и средней масс луковицы преобладали у двух образцов сорта Любаша — 1-21-1 и 1-22-4, колеблемость значений небольшая (коэффициент вариации 20 и 26%).

Длина стрелки максимальная у стандарта (сорт Шадейка) (табл. 3). По диаметру стрелки колеблемость значений небольшая (15%), превышали стандарт три образца: 1-11-1 (сорт Еленовский, 1-19-4 (сорт Ермак), 2-18-1 (сорт Любаша). Масса стрелки больше стандарта только у двух образцов: 1-11-1 (сорт Еленовский), 1-21-1 (сорт Любаша).

По массе и числу воздушных луковичек большинство сортообразцов превышали стандарт, коэффициент вариации высокий — 80 и 87% (табл. 4). По массе воздушной луковички из 23 образцов превышали стандарт 12 образцов. По данному показателю с учетом числа луковичек выделили следующие образцы: 2-11-4 (сорт Аксакал), 1-24-2 (сорт Кизлярский), 1-22-4 (сорт Любаша). Сорт Любаша выделился по массе луковицы и воздушным луковичкам не только в равнинных условиях Дагестана, но и в горных условиях [10, 11].

Заключение. Анализируя полученные результаты, с учетом всех изучаемых показателей следует отметить, что в равнинных условиях Дагестана для селекции выделились образцы 2-11-4 (сорт Аксакал), 1-24-2 (сорт Кизлярский), 1-22-4 (сорт Любаша).

Список источников

1. Герасимова Л.И., Агафонов А.Ф., Середин Т.М. Оценка коллекционного питомника чеснока озимого по хозяйственно ценным признакам // Овощи России. 2018. № 5 (43). С. 33–35.
2. Агафонов А.Ф., Ершов И.И. Селекция и семеноводство луковых культур // Научные труды по селекции и семеноводству (ВНИИСОК). М., 1995. Т. 2. С. 153–173.
3. Жаркова С.В., Сирота С.М., Велижанов Н.М. Изменчивость признаков сортообразцов чеснока озимого в условиях лесостепи Приобья Алтайского края // Овощи России. 2018. № 5 (43). С. 29–32.
4. Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г. Экологические основы селекции и семеноводства овощных культур. М., 2000. 591 с.
5. Сузан В.Г., Литвиненко Н.В., Грехова И.В., Середин Т.М., Ниматулаев Н.М. Размножение чеснока озимого воздушными луковичками // Овощи России. 2022. № 3. С. 72–75.
6. Агафонов А.Ф., Герасимова Л.И., Шмыкова Н.А. Перспективы создания сортов чеснока озимого с семенным

воспроизводством // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. 2003. № 39. С. 40–43.

7. Поляков А.В., Алексеева Т.В., Копцева М.В. Размножение чеснока озимого бульбочками. Фитотерапия. Инновационные технологии XXI века: Материалы 8-й Международной научной конференции. Черноголовка, 2014. С. 128–132.

8. Поляков А.В., Азопкова М.А., Лебедева Н.Н., Муравьева И.В. Регенерация растений чеснока озимого (*Allium sativum* L.) in vitro из воздушных луковичек // Овощи России. 2018. № 4 (42). С. 20–25.

9. Синская Е.Н. Проблема популяции у высших растений. Л., 1963. Вып. 2. С. 3–24.

10. Сузан В.Г., Ниматулаев Н.М., Литвиненко Н.В., Грехова И.В. Влияние смены экологических факторов на сортообразцы чеснока озимого // International Agricultural Journal. 2023. Т. 66. № 2. С. 785–796.

11. Сузан В.Г., Литвиненко Н.В. Выведение сортов с повышенным содержанием селена // Аграрный вестник Урала. 2012. № 9 (101). С. 55–56.

References

1. Gerasimova L.I., Agafonov A.F., Seredin T.M. (2018). Evaluation of the collection nursery of winter garlic on economically valuable grounds. *Vegetables of Russia*, no. 5 (43), pp. 33–35.
2. Agafonov A.F., Ershov I.I. (1995). Selection and seed production of onion crops. *Scientific works on selection and seed production (VNIISOK)*, Moscow, vol. 2, pp. 153–173.
3. Zharkova S.V., Sirota S.M., Velizhanov N.M. (2018). Variability of traits of varieties of winter garlic in the conditions of the forest-steppe of the Ob region of the Altai Territory. *Vegetables of Russia*, no. 5 (43), pp. 29–32.
4. Pivovarov V.F., Dobrutskaia E.G. (2000). Ecological bases of selection and seed production of vegetable crops. Moscow, 591 p.
5. Suzan V.G., Litvinenko N.V., Grekhova I.V., Seredin T.M., Nimatulaev N.M. (2022). Propagation of winter garlic with air bulbs. *Vegetables of Russia*, no. 3, pp. 72–75.
6. Agafonov A.F., Gerasimova L.I., Shmykova N.A. (2003). Prospects for creating varieties of winter garlic with seed reproduction. *Breeding and seed production of agricultural cultures*, no. 39, pp. 40–43.
7. Polyakov A.V., Alekseeva T.V., Koptseva M.V. (2014). Propagation of winter garlic bulbs. *Phytotherapy. Innovative technologies of the XXI century: Materials of the 8th International Scientific Conference, Chernogolovka*, pp. 128–132.
8. Polyakov A.V., Azopkova M.A., Lebedeva N.N., Muravyova I.V. (2018). Regeneration of winter garlic plants (*Allium sativum* L.) in vitro from air bulbs. *Vegetables of Russia*, no. 4 (42), pp. 20–25.
9. Sinskaya E.N. (1963). The population problem in higher plants. *Leningrad, Issue 2*, pp. 3–24.
10. Suzan V.G., Nimatulaev N.M., Litvinenko N.V., Grekhova I.V. (2023). Influence of changing environmental factors on varieties of winter garlic. *International Agricultural Journal*, vol. 66, no. 2, pp. 785–796.
11. Suzan V.G., Litvinenko N.V. (2012). Breeding varieties with a high content of selenium. *Agrarian Bulletin of the Urals*, no. 9 (101), pp. 55–56.

Информация об авторах:

Сузан Владимир Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, Suzan@list.ru

Ниматулаев Нариман Муртазалиевич, кандидат сельскохозяйственных наук, исполняющий обязанности директора, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-3680-9096>, norman85@mail.ru

Литвиненко Наталья Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4684-1596>, litvinenkonv@gausz.ru

Грехова Ираида Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры общей химии им. проф. И.Д. Комиссарова, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8189-1738>, grehova-rostok@mail.ru

Information about the authors:

Vladimir G. Suzan, doctor of agricultural sciences, Suzan@list.ru

Nariman M. Nimatulaev, candidate of agricultural sciences, acting director, Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-3680-9096>, norman85@mail.ru

Natalya V. Litvinenko, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of land management and cadastre, Northern Trans-Ural State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4684-1596>, litvinenkonv@gausz.ru

Iraida V. Grekhova, doctor of biological sciences, professor of the department of general chemistry named after A.I. prof. Komissarov, Northern Trans-Ural State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8189-1738>, grehova-rostok@mail.ru



Научная статья

УДК 635.21:632.937.651

doi: 10.55186/25876740_2023_66_619

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА СИМБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ (*XENORHABDUS BOVIENII*) ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД В ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАНИЙ

З.П. Котова¹, Л.Г. Данилов², Т.А. Данилова¹, Ю.А. Тюкалов¹

¹Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения — обособленное структурное подразделение Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Представлены результаты лабораторных и полевых исследований, проведенных в 2021-2022 гг., по изучению ингибирующего действия симбиотических бактерий *Xenorhabdus bovienii* энтомопатогенных нематод (сем. *Steinernematidae*) на возбудителей заболеваний картофеля (парша, ризоктониоз, фитофтороз) в условиях Республики Карелия со сравнительной оценкой их эффективности с бактериальными (Фитоспорин-М) и химическими препаратами (йодистый калий). Полученные данные показывают, что развитие фитофтороза (*P. infestans*) на листьях картофеля сорта Ред Скарлетт снижалось от их действия по сравнению с контрольным вариантом на 31-43%. Иммунологическая оценка клубней после уборки показала не только снижение распространения ризоктониоза и парши обыкновенной на 42 и 48% к контролю, но и их развития до 6,3 и 6,5% соответственно. Наиболее эффективным вариантом характеризовалась двукратная обработка водной суспензией живых культур симбиотических бактерий *X. bovienii*, при которой степень развития симптомов болезни на клубнях снижалась до 2,5% по сравнению с контролем (20,8%). Показана высокая биологическая эффективность (БЭ) симбиотических бактерий: их использование способствовало уменьшению развития парши обыкновенной в среднем на 18%, а ризоктониоза на 15%. Максимальная БЭ (от 75 до 88%) получена на парше обыкновенной при обработке картофеля живой культурой симбиотических бактерий и на уровне 47-55% от ризоктониоза при применении автоклавированной культуры симбиотических бактерий. Использование культур симбиотических бактерий, йодистого калия и Фитоспорина-М обеспечивали, помимо защитно-стимулирующего эффекта, прибавку урожая общей и товарной продукции по сравнению с контрольным вариантом от 8 до 39%. На основании полученных экспериментальных данных выявлен значительный потенциал возможностей использования биологически активных вторичных метаболитов *Xenorhabdus sp.* не только *in vitro*, но и в *in vivo* культурах в качестве средств защиты растений от возбудителей заболеваний на картофеле.

Ключевые слова: симбиотические бактерии *Xenorhabdus bovienii* энтомопатогенных нематод, картофель, парша, ризоктониоз

Original article

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING THE METABOLIC PRODUCTS OF SYMBIOTIC BACTERIA (*XENORHABDUS BOVIENII*) OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES IN POTATO PROTECTION FROM PATHOGENS

Z.P. Kotova¹, L.G. Danilov², T.A. Danilova¹, Yu.A. Tyukalov¹

¹North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance — separate structural subdivision of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

²All-Russian Institute of Plant Protection, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. The results of laboratory and field studies conducted in 2021-2022 to study the inhibitory effect of symbiotic bacteria are presented. *Xenorhabdus bovienii* of entomopathogenic nematodes *Steinernematidae* on potato pathogens (scab, rhizoctoniosis, late blight) with a comparative assessment of their effectiveness with bacterial (Phytopsporin-M) and chemical (potassium iodide) preparations carried out in the Republic of Karelia are presented. The obtained data showed that the development of late blight (*P. infestans*) on the leaves of the potato variety Red Scarlett decreased from the preparations compared to the control variant by 31-43%. Immunological evaluation of the potato tubers after harvesting showed not only a decrease in the spread of rhizoctoniosis and scab by 42 and 48% compared to the control, but also a decrease of their development to 6.3 and 6.5%, respectively. The most effective treatment was two-fold treatment with an aqueous suspension of symbiotic bacteria *X. bovienii*, in which the degree of development of disease symptoms on tubers decreased to 2.5% compared to the control (20.8%). The high biological efficiency of symbiotic bacteria was shown, the treatments contributed to a decrease in the development of scab by 18%, and rhizoctoniosis by 15% on average. The maximum biological efficiency from 75 to 88% was obtained on scab when treating potatoes with a live culture of the symbiotic bacteria, and from 47 to 55% was obtained on rhizoctoniosis when using an autoclaved culture of the symbiotic bacteria. The use of cultures of symbiotic bacteria, potassium iodide and Phytopsporin-M provided a stimulating effect in addition to the protective one, an increase in the yield of total and marketable products was by 8-39% compared to the control variant. Based on the experimental data obtained, a significant potential of the use of biologically active secondary metabolites of *Xenorhabdus sp.* was revealed not only *in vitro*, but also *in vivo* cultures as plant protection agents against potato pathogens.

Keywords: symbiotic bacteria *Xenorhabdus bovienii* entomopathogenic nematodes, potatoes, scab, rhizoctoniosis

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства особую актуальность приобретают системы земледелия, базирующиеся на мероприятиях, при которых к числу важнейших методов снижения численности вредителей и болезней относятся биологические системы защиты сельскохозяйственных культур. Энтомопатогенные нематоды (ЭПН) рода *Steinernema* являются эффективными биологическими агентами для контроля численности

насекомых [1]. Механизм, с помощью которого эти нематоды способны заражать и размножаться в насекомом-хозяине, включает в себя взаимную связь между нематодами и симбиотическими бактериями *Xenorhabdus sp.* Симбиотическая ассоциация необходима для выживания как нематод, так и их симбиотических бактерий. Энтомопатогенные нематоды успешно используются в качестве коммерческих биопестицидов. Однако слабая выживаемость инвазионных личи-

нок нематод при ультрафиолетовом облучении и высыхании на открытой поверхности ограничивает их использование против многих целевых видов насекомых-вредителей [2-4]. Тем не менее продукция вторичных метаболитов с антибиотическими свойствами является общей характеристикой энтомопатогенных бактерий *Xenorhabdus sp.* Эти метаболиты имеют не только разнообразную химическую структуру, но и обладают антибиотической, противогрибковой, ин-



сектицидной, нематодной, противоязвенной, противоопухолевой и противовирусной биологической активностью, перспективность их применения рассматривается в медицине и сельскохозяйственном производстве [5-7]. В мировой практике в последние годы отмечают определенные успехи практического применения симбиотических бактерий в качестве биологических агентов против насекомых-вредителей и микроорганизмов [8-13].

Исследованиями установлено, что автоклавирование питательного бульона с развитой культурой симбиотических бактерий при 121°C в течение 10 минут не влияет на антибиотическую активность бесклеточных культур видов *Xenorhabdus*, и в то же время такие культуры сохраняют свою активность в течение длительного времени в отличие от живых бактериальных культур [14]. Известно также, что *Xenorhabdus bovienii* продуцирует два класса антибиотиков — индолы и дитиолопирролы (ксенорабдины, ксеномины и ксенорокситы), которые могут ингибировать рост *Botrytis cinerea*, *Phytophthora capsici* и *P. ultimum* [15]. *X. bovienii*, по-видимому, уникален по разнообразию низкомолекулярных противомикробных соединений, поскольку только из штамма этого вида были выделены четыре индола, несколько ксенорабдинов, ксеноминов и ксенорокситов. Эти соединения показали сильную активность против грамположительных бактерий, дрожжей и многих видов грибов. На основании испытаний *in vitro* был сделан вывод, что антибиотики из *X. bovienii* могут предоставить хорошую возможность для борьбы с болезнями, вызываемыми некоторыми видами фитопатогенных грибов. В частности, бесклеточный фильтрат *X. bovienii* проявляет самые высокие ингибирующие эффекты (>98%) на рост мицелий *P. capsici* и *B. cinerea* и его можно использовать для борьбы с серой гнилью, вызываемой *B. cinerea* на растениях томатов, и ожогом листьев, вызываемых *P. capsici* на растениях перца. Метаболиты *X. bovienii* могут подавлять *P. infestans* на листьях картофеля лишь с небольшой фитотоксичностью [16].

На Европейском Севере, и в частности в Республике Карелия, картофель поражается многими видами грибных и бактериальных заболеваний. Из них наиболее распространены фитофтороз, макроспориоз, обыкновенная и другие виды парши, черная ножка, кольцевая гниль и другие грибные и бактериальные болезни. Гриб *P. infestans* развивается только при высокой влажности воздуха (не ниже 75%) или при наличии капельножидкой влаги. В период вегетации наряду с фитофторозом большой экономический ущерб причиняет черная ножка (ризоктониоз), серебристая и ооспорованная парша, а в период хранения фомоз и фузариоз. Их вредоносность не исчерпывается гибелью клубней при хранении. Установлено, что протравливание и последующие две обработки ботвы картофеля препаратами Фитоспорин-М и Гумми-80 эффективно подавляют развитие корневой гнили, парши обыкновенной и значительно снижают развитие ризоктониоза на клубнях картофеля [17].

Кроме биологических препаратов, применяемых на культуре картофеля, есть еще группа химических препаратов, позволяющих не менее эффективно стимулировать растения для борьбы с различными заболеваниями. В этой связи особого внимания заслуживает йод растений, в значительной мере связанный с органическими соединениями, прежде всего с белковыми, он намного эффективнее усваивается организмом, чем из неорганических препаратов [18-19].

Поэтому значительный практический интерес представляет сравнительная оценка эффективности против возбудителей заболеваний картофеля, наряду с бактериальными (Фитоспорин-М) и химическими препаратами (йодид калия), водных растворов живых и автоклавированных культур симбиотических бактерий ЭПН.

Цель исследований — изучить возможности полифункционального применения энтомопатогенных нематод и их симбиотических бактерий в качестве безопасных средств защиты картофеля от возбудителей заболеваний в условиях Европейского Севера.

Объекты и методы исследований. Лабораторный опыт проводили на базе Всероссийского института защиты растений (ВИЗР), полевой опыт — в Республике Карелия на дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими характеристиками: рН_{кд} — 5,11, содержание гумуса — 3,92%, подвижных фосфатов (по Кирсанову) — 252 мг/кг, обменного калия (по Масловой) — 168 мг/кг.

Чистые культуры первичных форм симбиотических бактерий получали по методу Г. Пойнара [20] путем заражения нематодами гусениц большой вошковой моли (*Galleria mellonella*), выращенных по методу Датки и др. [21], с последующим отбором бактериальных клеток из гемолимфы насекомых и посевом их на питательный агар Макконки, содержащий красители — бромтимоловый голубой (0,004%) и трифенилтетразолий хлорид (0,025%). Спустя трое суток после выращивания бактерий при 25°C и идентификации первичных форм симбиотических бактерий отбирали колонии по морфологическим признакам и характеру их окраски [22].

Схема полевого опыта включала 4 варианта: 1 — Фитоспорин-М (паста); 2 — йодид калия (КJ), концентрация 0,02%; 3 — культуральный бульон симбиотических бактерий (*X. bovienii*) ЭПН с исходным титром бактериальных клеток 1x10⁷ (автоклавированная культура при температуре 120°C в течение 10 минут) — ЭПН-1; 4 — культуральный бульон с живыми клетками симбиотических бактерий ЭПН с титром бактериальных клеток 1x10⁷ — ЭПН-2. Контрольный вариант включал обработку клубней водой.

Изучение эффективности средств биологической защиты картофеля от возбудителей заболеваний (парша, ризоктониоз, фитофтороз) проводилось на среднераннем сорте картофеля Ред Скарлет. Перед закладкой опыта все клубни были обработаны исследуемыми препаратами согласно вариантам опыта, а обработку вегетирующих растений проводили в фазах полных всходов, бутонизации и цветения. Норма расхода рабочего водного раствора бактериальных препаратов — 40 л/га (титр бактериальных клеток 1x10⁷). Фитоспорин-М использовали согласно инструкции (клубни обрабатывали в концентрации 20% препарата, вегетирующих растений — 1% раствором).

Площадь опытной делянки — 3 м² (1,5x2 м), повторность в опыте 6-кратная, размещение вариантов рендомизированное. Посадку проводили в нарезанные борозды по схеме 70x30 см. Густота посадки составила 47,6 тыс. шт. клубней на 1 га. Применяемая в опытах агротехника — общепринятая для региона. Биометрические показатели картофеля определяли в фазах появления всходов и цветения растений. Основную уборку проводили одновременно после скашивания ботвы. Учет урожая проводили сплошным весовым методом. Структуру урожая рассчитывали по 5-ти растениям. Статистическая обработка проведена с применением программы

Excel и Statgraphic. Расчет развития болезней проводили по формуле:

$$R = \frac{\Sigma(A+B)}{N \times K} \cdot 100\%,$$

где R — развитие болезни, %; $\Sigma(A+B)$ — сумма произведений числа больных растений (A) на соответствующий им балл поражения (B); N — общее количество учтенных растений (здоровых и больных); K — высший балл шкалы учета.

Оценку эффективности биопрепаратов рассчитывали путем сравнения развития болезни в опытном и контрольном вариантах на дату учета по формуле:

$$БЭ = \frac{R_k - R_0}{R_k} \cdot 100\%,$$

где БЭ — биологическая эффективность, %; R_k — развитие болезни в контрольном варианте на дату учета, %; R₀ — развитие болезни в опытном варианте на дату учета, % [23].

Результаты исследований. Проведенные фенологические наблюдения и данные биометрических измерений свидетельствуют о том, что все изучаемые препараты не оказали отрицательного влияния на рост и развитие растений. Все фазы роста и развития картофеля, определяемые по количеству побегов и высоте ботвы, наступали одновременно (табл. 1). Тем не менее проведенные обработки изучаемых препаратов во время цветения существенно влияли на рост растений и побегообразование, обеспечив при этом от 1 до 13% превышение к контролю. Наибольшее количество побегов наблюдалось при однократной обработке растений картофеля водной суспензией автоклавированных и живых культур симбиотических бактерий, что выше контроля на 78-87% соответственно. Трехкратная обработка йодидом калия также существенно превышала показатели контрольного варианта — на 78%.

Применение изучаемых химических и биологических препаратов против различных болезней на картофеле оказывало достоверное их влияние как на распространение, так и на развитие фитофтороза, ризоктониоза и парши обыкновенной (табл. 2).

В целом все изучаемые препараты оказали влияние на развитие фитофтороза на листьях картофеля, осуществляя его снижение по сравнению с контрольным вариантом на 31-43%. При этом наибольшую защиту (65-63% соответственно) в течение всего срока вегетации обеспечила одно- и двукратная обработка растений автоклавированной культурой суспензией ЭПН с титром 10⁷ (ЭПН-1).

Иммунологическая оценка по устойчивости картофеля к ризоктониозу и парше обыкновенной, проведенная после уборки клубней, показала снижение не только распространения, но и развития различных патогенов в зависимости от используемых препаратов. Если на контроле распространение на клубнях парши обыкновенной и ризоктониоза было на уровне 42 и 48%, то развитие этих же болезней при применении препаратов было значительно ниже и составляло среднее 6,3 и 6,5% соответственно. При этом все изучаемые препараты уменьшали число клубней, пораженных паршой обыкновенной, в 2,5-5,9 раза. Однако наиболее эффективным вариантом характеризовалась двукратная обработка водной суспензией живых культур симбиотических бактерий *X. bovienii*, при которой степень развития симптомов болезни на клубнях снижалась до 2,5% по сравнению с контролем (20,8%).



Таблица 1. Влияние препаратов на биометрические показатели растений картофеля в фазах полных всходов и цветения

Table 1. Influence of drugs on the biometric parameters of potato plants in the phases of full germination and flowering

Препарат	Обра- ботки	Фаза полных всходов	Фаза цветения			
		высота, см	высота, см	% от контроля	побеги, шт./раст.	% от контроля
Фитоспо- рин-М	1	18,2	52,7	109	3,7	161
	2	15,3	50,0	104	3,1	135
	3	16,2	47,3	98	3,3	143
КJ	1	18,5	51,7	107	3,3	143
	2	17,2	54,0	112	3,0	130
	3	20,0	52,9	110	4,1	178
ЭПН-1	1	18,4	54,7	113	3,9	171
	2	18,1	49,7	103	3,1	135
	3	15,4	54,0	112	3,3	143
ЭПН-2	1	18,7	49,3	102	4,3	187
	2	19,0	51,3	107	2,9	126
	3	18,5	48,7	101	2,2	96
Контроль		19,2	48,2	-	2,3	-
Стандартное отклонение		1,39	2,33		0,60	

В зависимости от применяемых препаратов распространение ризоктониоза снижалось на 7-26%, а степень его развития была в 1,7-2,1 раза ниже по сравнению с контрольным вариантом. Максимальное ингибирование возбудителя ризоктониозной корневой гнили гриба *R. solani* отмечено при обработке клубней и растений водной суспензией живых и автоклавированных культур симбиотических бактерий. При этом снижение степени развития болезни с ЭПН-1 составило 6,4-5,8% против 12,1% в контроле.

Биологическая эффективность (БЭ) применения препаратов указывает на то, что их обработка в целом способствовала уменьшению развития парши обыкновенной в среднем на 18%, а ризоктониоза — на 15% (рис.). Максимальная биологическая эффективность изучаемых препаратов получена на парше обыкновенной при обработке картофеля йодистым калием (от 70 до 78%) и ЭПН-2 (от 75 до 88%). При использовании ЭПН-1 биологическая эффективность по парше была на уровне 53-70%. Максимальная защита растений от ризоктониоза была менее выражена и колебалась в среднем от действия изучаемых препаратов на уровне 50%.

В процессе оценки действия препаратов установлено, что их применение оказало положительное влияние не только на формирование и рост растений, снижение развития парши обыкновенной и ризоктониоза на клубнях, но и на продуктивность картофеля в целом (табл. 3).

В целом прибавка урожайности картофеля в зависимости от действия препаратов и кратности их обработок в среднем колебалась от 20,1% по Фитоспорину-М до 28,4 и 25,0% по КJ и ЭПН-2. Среди изучаемых препаратов наибольшая прибавка урожайности картофеля была получена при обработке клубней при посадке и применении 0,02% водного раствора йодистого калия (7,98 т/га) и живой культуры суспензии симбиотических бактерий энтомопатогенных нематод (7,02 т/га). Использование Фитоспорина-М и автоклавированной культуры симбиотических бактерий также обеспечивало прибавку урожая от 5,19 до 5,66 т/га или 18,5 и 20,1% к контролю.

Анализируя кратность обработок изучаемыми препаратами следует отметить, что при обработке вегетирующих растений картофеля в фазе полных всходов получена самая высокая

Таблица 2. Действие препаратов на распространение и развитие различных болезней на картофеле

Table 2. The effect of drugs on the spread and development of various diseases on potatoes

Препарат	Обра- ботки	Парша обыкновенная, клубни		Ризоктониоз, клубни		Фитофтороз на листьях	
		P*, %	R**, %	P*, %	R**, %	P*, %	R**, %
Фитоспо- рин-М	1	27	6,7	27	7,5	93	13,1
	2	28	8,3	33	8,3	100	19,0
	3	58	9,2	7	5,8	100	15,0
КJ	1	25	6,3	32	6,7	100	11,7
	2	18	4,6	65	8,3	100	22,2
	3	20	5,0	23	5,8	100	10,6
ЭПН-1	1	30	8,3	36	6,3	100	12,4
	2	36	10,0	40	5,4	100	12,6
	3	25	6,3	47	5,4	100	18,0
ЭПН-2	1	20	5,0	25	6,3	100	14,4
	2	10	2,5	23	5,8	100	16,1
	3	12	2,9	27	6,7	93	13,9
Контроль		42	20,8	48	12,1	100	20,5

P* — распространение болезни;

R** — развитие болезни.

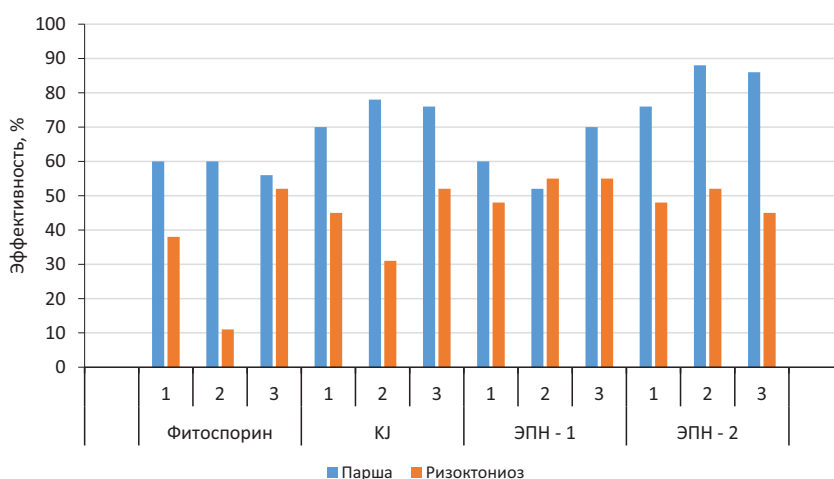

 Рисунок. Биологическая эффективность препаратов на клубнях картофеля
Figure. Biological efficacy of preparations on potato tubers

 Таблица 3. Продуктивность картофеля в зависимости от применения препарата и кратности обработок
Table 3. Potato productivity depending on the use of the preparation and the frequency of treatments

Препарат	Внекорневые обработки, т/га			Среднее, т/га	Прибавка урожайности	
	1	2	3		т/га	%
Фитоспорин-М	36,08	34,80	30,49	33,79	5,66	20,1
КJ	37,35	36,20	34,79	36,11	7,98	28,4
ЭПН-1	31,25	34,06	34,63	33,32	5,19	18,5
ЭПН-2	38,63	34,73	32,09	35,15	7,02	25,0
Среднее, т/га	35,83	34,95	33,00	-	-	-
Контроль	-	-	-	28,13	-	-
НСР ₀₅ , т/га				2,06		

урожайность от внесения 0,02% КJ (37,35 т/г) и живой культуры симбиотических бактерий (38,63 т/га). При опрыскивании растений в фазах бутонизации и цветения отмечается снижение урожайности картофеля по всем изучаемым препаратам. Возможно, это связано со стимулирующим эффектом изучаемых препаратов, вызванных с увеличением побегообразования и вегетирующей массы растений, и, как следствие, со снижением его продуктивности на фоне усиления физиологических ростовых процессов [10].

Анализ структуры урожая картофеля показал, что все исследуемые препараты досто-

верно увеличивали как общую, так и товарную урожайность по сравнению с контрольным вариантом, обеспечивая при этом повышение сбора товарной продукции на 2,44-10,67 т/га или 9-39% и общей, соответственно, на 2,37-10,5 т/га или 8-37% (табл. 4). Кроме того, установлено, что наибольшая урожайность отмечена при использовании обработки клубней и однократным опрыскиванием растений йодидом калия (КJ) и водной суспензией живых культур симбиотических бактерий. Товарность клубней в опыте при этом была на уровне 97-99%.





Таблица 4. Структура урожая картофеля в зависимости от применения препарата и кратности обработок
Table 4. The structure of the potato crop depending on the use of the drug and the frequency of treatments

Препарат	Обработки	Средний вес одного растения, г	Клубней с растения, шт.		Масса клубня, г		Товарность, %	Урожайность, т/га	
			всего	товарных	средняя	товарная		товарная	общая
Фитоспорин-М	1	721,6	7,8	6,2	92,5	115,0	99	35,66	36,08
	2	695,9	7,6	6,0	91,6	113,8	98	34,15	34,80
	3	609,8	8,2	7,1	74,4	84,0	98	29,82	30,49
КJ	1	747,0	9,1	8,2	82,1	89,6	98	36,75	37,35
	2	723,9	7,2	6,4	100,5	111,8	99	35,78	36,20
	3	695,7	9,0	6,9	77,3	97,7	97	33,70	34,78
ЭПН-1	1	624,9	7,5	6,2	83,3	98,6	98	30,56	31,24
	2	681,1	8,2	6,7	83,1	99,9	98	33,48	34,06
	3	692,5	8,0	6,6	86,6	103,1	98	34,02	34,62
ЭПН-2	1	772,6	7,9	6,7	97,8	113,6	98	38,05	38,63
	2	694,5	9,1	7,1	76,3	95,2	97	33,81	34,75
	3	641,7	6,7	5,6	95,8	111,3	97	31,15	32,08
Контроль		562,5	7,0	5,9	80,4	92,8	97	27,38	28,12
	НСР ₀₉₅							1,86	2,06

Выявлено также, что наибольший вес клубней с одного растения получен в вариантах с однократной обработкой растений Фитоспорином-М (721,6 г), йодидом калия (747,0 г) и ЭПН-2 (772,6 г) или на 28,3-37,4% больше по сравнению с контролем (562,5 г). Кроме того, обработка клубней Фитоспорином-М и ЭПН-2 с однократной обработкой вегетирующих растений способствовала увеличению массы товарных клубней до 115,6 и 113,6 г соответственно, что выше контроля на 22-24%.

Заключение. В ходе исследований по оценке эффективности полифункционального применения энтомопатогенных нематод и их симбиотических бактерий в качестве безопасных средств защиты картофеля от возбудителей заболеваний парши, ризиктониоза и фитофтороза в условиях Республики Карелия были получены результаты, позволившие выявить следующее закономерности. Все изучаемые препараты снижали развитие *P. infestans* по сравнению с контрольным вариантом на 31-43%. Наибольшую защиту растений в течение всего срока вегетации (на 65-63%) обеспечивала обработка клубней картофеля перед посадкой и одно- и двукратная обработка растений автоклавированной культурой симбиотических бактерий. Иммунологическая оценка по устойчивости картофеля к ризиктониозу и парше обыкновенной, проведенная после уборки клубней, показала высокую эффективность всех изучаемых препаратов в ограничении развития патогенов. При этом наиболее эффективным вариантом характеризовалась обработка клубней перед посадкой и двукратная обработка растений суспензией живых культур симбиотических бактерий *X. bovienii*, при которой степень развития симптомов болезни на клубнях снижалась до 2,5% по сравнению с контролем (20,8%). В зависимости от применяемых препаратов распространение ризиктониоза снижалось на 7-26%, а степень развития болезни была в 1,7-2,1 раза ниже по сравнению с контрольным вариантом. Максимальное ингибирование гриба *R. solani* отмечено при обработке клубней и растений суспензией живых и автоклавированных культур симбиотических бактерий *X. bovienii*, обеспечивающих снижение степени развития болезни, соответственно, на 6,4 и 5,8% против 12,1% в контроле.

Биологическая эффективность (БЭ) применения препаратов показала, что их использование способствовало уменьшению развития

парши обыкновенной в среднем на 18%, а ризиктониоза на 15%. Максимальная биологическая эффективность изучаемых препаратов получена на парше обыкновенной при обработке клубней картофеля и вегетирующих растений йодистым калием (от 70 до 78%) и живой культурой симбиотических бактерий (от 75 до 88%). При использовании автоклавированной культуры симбиотических бактерий биологическая эффективность по парше была на уровне 53-70%. Максимальная защита растений от ризиктониоза была менее выражена и колебалась в среднем от действия изучаемых препаратов на уровне 50%.

В целом прибавка урожайности картофеля в зависимости от действия препаратов и кратности их обработок в среднем колебалась от 20,1% по Фитоспорино-М до 28,4 и 25,0% по КJ и культуре симбиотических бактерий. Среди изучаемых препаратов наибольшая прибавка урожайности картофеля была получена при применении 0,02% водного раствора йодистого калия (7,98 т/га) и живой культуры энтомопатогенных нематод с титром 10^7 (7,02 т/га). Использование Фитоспорино-М и автоклавированной культуры симбиотических бактерий также обеспечивали прибавку урожая от 5,19 до 5,66 т/га или 18,5 и 20,1% к контролю. При этом наибольший урожай клубней получен в вариантах с обработкой клубней и однократным опрыскиванием растений йодидом калия и суспензией живых культур симбиотических бактерий — 37,35 и 38,63 т/га соответственно.

Анализ структуры урожая картофеля показал, что все исследуемые препараты достоверно увеличивали как общую, так и товарную урожайность по сравнению с контрольным вариантом, обеспечивая при этом повышение сбора общей и товарной продукции от 8 до 39%. При уровне товарности клубней в 97-99% наибольшая урожайность картофеля получена при обработке клубней перед посадкой и однократном опрыскивании растений в фазе полных всходов йодидом калия (KJ) и водной суспензией живых культур симбиотических бактерий. Установлено также, что обработка клубней перед посадкой и опрыскивание растений в фазе полных всходов Фитоспорином-М, 0,02% раствором КJ и водной суспензией живых культур симбиотических бактерий способствовали увеличению массы товарных клубней на 22-24% по сравнению с контролем.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных и результатов зарубежных исследователей [10, 24-25] выявлен значительный потенциал использования биологически активных вторичных метаболитов *Xenorhabdus* sp. не только *in vitro*, но и *in vivo* культурах в качестве средств защиты растений в сельскохозяйственной практике.

Вывод. В полевых условиях определены возможности эффективного использования продуктов метаболизма живых и автоклавированных культур симбиотических бактерий *Xenorhabdus* sp. энтомопатогенных нематод (*Steinernematidae*) в защите картофеля от возбудителей заболеваний и создания на их основе новых биологических препаратов.

Список источников

1. Kaya, H.K., Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, no. 38, pp. 181-206.
2. Akhurst, R.J., Dunphy, G.B. (1993). Tripartite interactions between symbiotically associated entomopathogenic bacteria, nematodes, and their insect hosts. In: *Parasites and Pathogens of Insects*, vol. 2, Pathogens. Academic Press, pp. 1-23.
3. Navon, A.S., Keren, L., Salame, Glazer, I. (1998). An Edible-to-insects Calcium Alginate gel as a Carrier for Entomopathogenic Nematodes. *Biocontrol Science Technology*, no. 8 (3), pp. 429-437. doi: 10.1080/09583159830225
4. Poinar, G.O. (1979). *Nematodes for Biological Control of Insects*. Boca Raton, Florida, CRC Press, 289 p. doi: 10.1201/9781351074957
5. Webster, J.M., Chen, G., Hu, K., Li, J. (2002). *Bacterial metabolites*. In: Gaugler, R. (Ed.), *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 99-113.
6. Brachmann, A.O., Bode, H.B. (2013). Identification and bioanalysis of natural products from insect symbionts and pathogens. *Part of the Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology book series (ABE)*, vol. 135, pp. 123-155. doi: 10.1007/10_2013_192
7. Engel, Y., Windhorst, C., Lu, X., Goodrich-Blair, H., Bode, H.B. (2017). The global regulators Lrp, LeuO, and HexA control secondary metabolism in entomopathogenic bacteria. *Frontiers in Microbiology*, no. 8. doi: 10.3389/fmicb.2017.00209
8. Cho, S., Kim, Y. (2004). Hemocyte apoptosis induced by entomopathogenic bacteria, *Xenorhabdus* and *Photorhabdus*, in *Bombyx mori*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, no. 7, pp. 195-200. doi: 10.1016/S1226-8615(08)60215-0
9. Mahar, A.N., Munir, M., Elawad, S., Gowen, S.R., Hague, N.G. (2004). Microbial control of diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) using bacteria (*Xenorhabdus nematophila*) and its metabolites from the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae*. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, no. 5, pp. 1183-1190.
10. Fang, X.L., Li, Z.Z., Wang, Y.H., Zhang, X. (2011). *In vitro* and *in vivo* antimicrobial activity of *Xenorhabdus bovienii* YL002 against *Phytophthora capsici* and *Botrytis cinerea*. *Journal of Applied Microbiology*, no. 111, pp. 145-154. doi: 10.1111/j.1365-2672.2011.05033.x
11. Данилов Л.Г., Варфоломеева Е.А., Эффективность бактерий-симбионтов энтомопатогенных нематод против клещей и насекомых-вредителей растений в условиях защищенного грунта // Защита и карантин растений. 2018. № 12. С. 41.
12. Данилов, Л.Г., Kaplin, V.G. Nematicidal activity of nematode — symbiotic bacteria *Xenorhabdus bovienii* and *X. nematophila* against root-knot nematode *Meloidogyne incognita* // Паразитология. 2020. Т. 54. № 5. С. 413-422. doi: 10.31857/S1234567806050041
13. Данилов, Л.Г., Ivanova, G.P., Kaplin, V.G., Varfolomeeva, E.A. Acaricidal activity of entomopathogenic nematode-symbiotic bacteria *Xenorhabdus bovienii* and *X. nematophila* against mite *Tetranychus urticae* // Паразитология. 2023. Т. 57. № 1. С. 64-76. doi: 10.31857/S0031184723010064
14. Fodor, A., Fodor, A.M., Forst, S., Hogan, J.S., Klein, M.G., Lengyel, K., Sáringi, G., Stackebrandt, E., Taylor, R., A. J. and Lehoczy, É. (2010). Comparative analysis of antibacterial activities of *Xenorhabdus* species on related and non-related bacteria *in vivo*. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, vol. 2 (4), pp. 36-46.
15. Wang, Y., Fang, X., An, F., Wang, G., Zhang, X. (2011). Improvement of antibiotic activity of *Xenorhabdus bovienii*



by medium optimization using response surface methodology. *Microbial Cell Factories*, vol. 10, no. 98. doi: 10.1186/1475-2859-10-98

16. Домрачева Л.И., Скугорева С.Г., Стариков П.А., Горностаева Е.А., Ашихмина Т.Я. Микробы-антагонисты против фитопатогенных бактерий и грибов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 2. С. 6-14. doi: 10.25750/1995-4301-2022-2-006-014

17. Лысенко Ю.Н., Барашкин И.И., Плужникова В.А. Экологизированная система защиты картофеля от болезней // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: 8-я Всероссийская научно-практическая конференция. Пенза, 2004. С. 70-74.

18. Кашин В.К. Йод в объектах окружающей среды Забайкалья и эффективность обогащения им растений // Химия в интересах устойчивого развития. 2008. Т. 16. № 2. С. 173-182.

19. Данилова Т.А., Филиппова П.С., Котова З.П. Влияние йодистого калия на урожайность и качественные показатели свеклы столовой и картофеля // Агрохимический вестник. 2022. № 5. С. 16-20. doi: 10.24412/1029-2551-2022-5-004

20. Poinar, G. (1966). The presence of *Achromobacter nematophilus* in the infective stage of a *Neoplectana* sp. *Nematologica*, vol. 12, no. 1, pp. 31-35. doi: 10.1163/187529266X00068

21. Dutky, S.R., Thompson, J.V., Cantwell, G. (1964). A technique for the mass propagation of the DD-136 nematode. *Journal of Insect Physiology*, vol. 6, no. 4, pp. 417-422.

22. Akhurst, R.J. (1980). Morphological and Functional Dimorphism in *Xenorhabdus* spp., Bacteria Symbiotically Associated with the Insect Pathogenic Nematodes *Neoplectana* and *Heterorhabditis* Free. *Journal of General Microbiology*, vol. 121, no. 2, pp. 303-309. doi: 10.1099/00221287-121-2-303

23. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / МСХ РФ, 2009. С. 124-139.

24. Böszörményi, E., Érsek, T., Fodor, A.M., Fodor, A.M., Földes, L.Sz., Hevesi, M., Hogan, J.S., Katona, Z., Klein, M.G., Kormány, A., Pekár, S., Szentirmay, A., Sztaricskai, F., Taylor, R.A. (2009). Isolation and activity of *Xenorhabdus* antimicrobial compounds against the plant pathogens *Erwinia amylovora* and *Phytophthora nicotianae*. *Journal of Applied Microbiology*, vol. 107, no. 3, pp. 746-759. doi: 10.1111/j.1365-2672.2009.04249.x

25. Shapiro-Ilan, D.I., Reilly, C.C., Hotchkiss, M.W. (2009). Suppressive effects of metabolites from *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* spp. on phytopathogens of peach and pecan. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, no. 42, pp. 715-728.

References

1. Kaya, H.K., Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, no. 38, pp. 181-206.

2. Akhurst, R.J., Dunphy, G.B. (1993). Tripartite interactions between symbiotically associated entomopathogenic bacteria, nematodes, and their insect hosts. In: *Parasites and Pathogens of Insects*, vol. 2, *Pathogens*. Academic Press, pp. 1-23.

3. Navon, A.S., Keren, L., Salame, Glazer, I. (1998). An Edible-to-insects Calcium Alginate gel as a Carrier for Entomopathogenic Nematodes. *Biocontrol Science Technology*, no. 8 (3), pp. 429-437. doi: 10.1080/09583159830225

4. Poinar, G.O. (1979). *Nematodes for Biological Control of Insects*. Boca Raton, Florida, CRC Press, 289 p. doi: 10.1201/9781351074957

5. Webster, J.M., Chen, G., Hu, K., Li, J. (2002). *Bacterial metabolites*. In: Gaugler, R. (Ed.), *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 99-113.

6. Brachmann, A.O., Bode, H.B. (2013). Identification and bioanalysis of natural products from insect symbionts and pathogens. *Part of the Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology book series (ABE)*, vol. 135, pp. 123-155. doi: 10.1007/10_2013_192

7. Engel, Y., Windhorst, C., Lu, X., Goodrich-Blair, H., Bode, H.B. (2017). The global regulators Lrp, LeuO, and HexA control secondary metabolism in entomopathogenic bacteria. *Frontiers in Microbiology*, no. 8. doi: 10.3389/fmicb.2017.00209

8. Cho, S., Kim, Y. (2004). Hemocyte apoptosis induced by entomopathogenic bacteria, *Xenorhabdus* and *Photorhabdus*, in *Bombyx mori*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, no. 7, pp. 195-200. doi: 10.1016/S1226-8615(08)60215-0

9. Mahar, A.N., Munir, M., Elawad, S., Gowen, S.R., Hague, N.G. (2004). Microbial control of diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) using bacteria (*Xenorhabdus nematophila*) and its metabolites from the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae*. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, no. 5, pp. 1183-1190.

10. Fang, X.L., Li, Z.Z., Wang, Y.H., Zhang, X. (2011). In vitro and in vivo antimicrobial activity of *Xenorhabdus* YL002 against *Phytophthora capsici* and *Botrytis cinerea*. *Journal of Applied Microbiology*, no. 111, pp. 145-154. doi: 10.1111/j.1365-2672.2011.05033.x

11. Danilov, L.G., Varfolomeeva, E.A., (2018). Эффективность бактериальных симбионтов энтомопатогенных нематод против клещей и насекомых-вредителей растений в условиях зашкисленного грунта [Bacterial symbionts of the entomopathogenic nematodes against the plant pests]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 12, p. 41.

12. Danilov, L.G., Kaplin, V.G. (2020). Nematicidal activity of nematode — symbiotic bacteria *Xenorhabdus* *bovienii* and *X. nematophila* against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Parazitologiya*, vol. 54, no. 5, pp. 413-422. doi: 10.31857/S1234567806050041

13. Danilov, L.G., Ivanova, G.P., Kaplin, V.G., Varfolomeeva, E.A. (2023). Acaricidal activity of entomopathogenic nematode-symbiotic bacteria *Xenorhabdus* *bovienii* and *X. nematophila* against spider mite *Tetranychus urticae*. *Parazitologiya*, vol. 57, no. 1, pp. 64-76. doi: 10.31857/S0031184723010064

14. Fodor, A., Fodor, A.M., Forst, S., Hogan, J.S., Klein, M.G., Lengyel, K., Sáring, G., Stackebrandt, E., Taylor, R., A. J. and Lehoczy, E. (2010). Comparative analysis of antibacterial activities of *Xenorhabdus* species on related and non-related bacteria in vivo. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, vol. 2 (4), pp. 36-46.

15. Wang, Y., Fang, X., An, F., Wang, G., Zhang, X. (2011). Improvement of antibiotic activity of *Xenorhabdus bovienii*

by medium optimization using response surface methodology. *Microbial Cell Factories*, vol. 10, no. 98. doi: 10.1186/1475-2859-10-98

16. Domracheva, L.I., Skugoreva, S.G., Starikov, P.A., Gornostaeva, E.A., Ashikhmina, T.Ya. (2022). Mikroby-antagonisty protiv fitopatogennykh bakterii i gribov (obzor) [Microbes-antagonists against of phytopathogenic bacteria and fungi (review)]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and applied ecology], no. 2, pp. 6-14. doi: 10.25750/1995-4301-2022-2-006-014

17. Lysenko, Yu.N., Barashkin, I.I., Pluzhnikova, V.A. (2004). Ehkologizirovannaya sistema zashchity kartofelya ot boleznei [Ecologized potato protection system against diseases]. *Selektsiya i semenovodstvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: 8-ya Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Breeding and seed production of agricultural crops: 8th All-Russian Scientific and Practical Conference]. Penza, pp. 70-74.

18. Kashin, V.K. (2008). Iod v ob'ektakh okruzhayushchei sredy Zabaikal'ya i effektivnost' obogashcheniya im rastenii [Iodine in the environment of agricultural crops: 8th All-Russian Scientific and Practical Conference]. Penza, pp. 70-74.

19. Danilova, T.A., Filippova, P.S., Kotova, Z.P. (2022). Vliyaniye iodydystogo kaliya na urozhainost' i kachestvennyye pokazateli svekly stolovoi i kartofelya [The effect of potassium iodide on the yield and quality of table beets and potatoes]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 5, pp. 16-20. doi: 10.24412/1029-2551-2022-5-004

20. Poinar, G. (1966). The presence of *Achromobacter nematophilus* in the infective stage of a *Neoplectana* sp. *Nematologica*, vol. 12, no. 1, pp. 31-35. doi: 10.1163/187529266X00068

21. Dutky, S.R., Thompson, J.V., Cantwell, G. (1964). A technique for the mass propagation of the DD-136 nematode. *Journal of Insect Physiology*, vol. 6, no. 4, pp. 417-422.

22. Akhurst, R.J. (1980). Morphological and Functional Dimorphism in *Xenorhabdus* spp., Bacteria Symbiotically Associated with the Insect Pathogenic Nematodes *Neoplectana* and *Heterorhabditis* Free. *Journal of General Microbiology*, vol. 121, no. 2, pp. 303-309. doi: 10.1099/00221287-121-2-303

23. Ministry of Agriculture of the Russian Federation (2009). *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaystve* [Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture]. Moscow, pp. 124-139.

24. Böszörményi, E., Érsek, T., Fodor, A.M., Fodor, A.M., Földes, L.Sz., Hevesi, M., Hogan, J.S., Katona, Z., Klein, M.G., Kormány, A., Pekár, S., Szentirmay, A., Sztaricskai, F., Taylor, R.A. (2009). Isolation and activity of *Xenorhabdus* antimicrobial compounds against the plant pathogens *Erwinia amylovora* and *Phytophthora nicotianae*. *Journal of Applied Microbiology*, vol. 107, no. 3, pp. 746-759. doi: 10.1111/j.1365-2672.2009.04249.x

25. Shapiro-Ilan, D.I., Reilly, C.C., Hotchkiss, M.W. (2009). Suppressive effects of metabolites from *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* spp. on phytopathogens of peach and pecan. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, no. 42, pp. 715-728.

Информация об авторах:

Котова Зинаида Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Отдела земледелия и растениеводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9770-0809>, Scopus ID: 56129162700, zinaida_kotova@mail.ru

Данилов Леонид Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологической защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3623-1081>, Scopus ID: 7006823965, biodanlg@mail.ru

Данилова Татьяна Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Отдела земледелия и растениеводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1919-0695>, Scopus ID: 57221477511, danilovata2@bk.ru

Тюкалов Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Отдела земледелия и растениеводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2987-0806>, Scopus ID: 57208301881, yuat@mail.ru

Information about the authors:

Zinaida P. Kotova, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the Department of agriculture and crop production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9770-0809>, Scopus ID: 56129162700, zinaida_kotova@mail.ru

Leonid G. Danilov, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of microbiological plant protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3623-1081>, Scopus ID: 7006823965, biodanlg@mail.ru

Tatyana A. Danilova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the Department of agriculture and crop production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1919-0695>, Scopus ID: 57221477511, danilovata2@bk.ru

Yury A. Tyukalov, candidate of technical sciences, leading researcher of the Department of agriculture and crop production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2987-0806>, Scopus ID: 57208301881, yuat@mail.ru





Научная статья

УДК 633.31:633.2.033

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_624

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ ОРГАНИЧЕСКИМ РОСТОВЫМ ВЕЩЕСТВОМ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.С. Скамарохова¹, А.Б. Власов¹, Д.А. Юрин¹, А.А. Свистунов¹, В.Г. Григулецкий^{1,2}¹Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия²Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. Целью исследований было изучение влияния применения органического ростового вещества на структуру урожая после предпосевной обработки семян люцерны сорта Бажена в условиях Центральной черноземной зоны Краснодарского края. Проведены полевые опыты по исследованию влияния нового органического ростового вещества, состоящего из натриевых солей нафтенных (жирных) кислот, рапсового масла и воды, при предпосевной обработке семян люцерны сорта Бажена. Высевалась люцерна синегрибная сорта Бажена (*Medicago varia Martin*). Норма посева люцерны в опыте составляла 2 г/м², опытные семена за 24 часа до посева обрабатывались водным раствором ростового вещества Гривлаг (GVG) в концентрации 0,02 мл Гривлага на 1 л воды. Опрыскивание семян раствором проводилось из ручного прибора для распыления жидкостей на мелкие капли (пульверизатором), затем эти семена, распределенные максимально тонко по бумаге, укрывались плотной льняной тканью и оставались в таком состоянии при комнатной температуре (19–20°C) 24 часа. Семена в контрольном варианте обрабатывались чистой водой из пульверизатора в таком же объеме. Высевались семена вручную, сплошным севом, глубина заделки семян составляла 1,5–2 см. Опытами установлено изменение структуры урожая люцерны в зависимости от результатов предпосевной обработки семян: во-первых, в среднем по трем укосам получено увеличение на 5,02% массы листьев люцерны; во-вторых, получено увеличение общей массы стеблей растений на 14,12%, и, наконец, на опытном участке получено ускорение наступления фазы цветения люцерны и увеличение числа соцветий (цветков) растений по сравнению с контролем.

Ключевые слова: органическое ростовое вещество, урожай, семена, чернозем, всходы, укос, зеленая масса, листья, растения

Original article

EFFICIENCY OF PRE-SOWING TREATMENT OF ALFALFA SEEDS WITH ORGANIC GROWTH SUBSTANCE OF NATURAL ORIGIN

A.S. Skamarochova¹, A.B. Vlasov¹, D.A. Yurin¹, A.A. Svistunov¹, V.G. Griguletsky^{1,2}¹Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia²Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. The aim of the research was to study the effect of the use of organic growth substance on the structure of the crop after pre-sowing treatment of alfalfa seeds of Bazhena variety in the conditions of the Central Chernozem Zone of the Krasnodar Territory. Field experiments were carried out to study the effect of a new organic growth substance, consisting of sodium salts of naphthenic (fatty) acids, rapeseed oil and water, during pre-sowing treatment of alfalfa seeds of Bazhena variety. Alfalfa hybrid of the Bazhena variety (*Medicago varia Martin*) was sown. The seeding rate of alfalfa in the experiment was 2 g/m². The experimental seeds were treated with an aqueous solution of the Grivlag growth substance (GVG) at a concentration of 0.02 ml of Grivlag per 1 liter of water 24 hours before sowing. Spraying the seeds with a solution was carried out from a hand-held device (spray bottle) for spraying liquids into small drops, then these seeds were distributed as thinly as possible over the paper, covered with a dense linen cloth and remained in this state at room temperature (19–20°C) for 24 hours. The seeds in the control variant were treated with clean water from a spray bottle in the same volume. Seeds were sown manually, by continuous sowing, the seeding depth was 1.5–2 cm. Experiments have shown a change in the structure of the alfalfa yield depending on the results of pre-sowing seed treatment: firstly, an average increase of 5.02% in leaf weight of alfalfa was obtained for three cuttings; secondly, there was an increase in the total weight of plant stems by 14.12%; and, finally, on the experimental plot, an acceleration of the onset of the flowering phase of alfalfa and an increase in the number of inflorescences (flowers) of plants were obtained, compared with the control.

Keywords: organic growth substance, crop, seeds, chernozem, seedlings, cut, green material, leaves, plants

Введение. В настоящее время в Российской Федерации реализуются Национальные проекты развития агропромышленного комплекса и большое внимание уделяется развитию кормовой базы для птицеводства и животноводства [1, 2]. Известно, что использование травы, или пророщенного зерна фасоли, ячменя, кукурузы способствует повышению яйценоскости кур, исключают болезни особенно в зимние месяцы; одни из лучших белковых кормовых добавок для птицеводства и животноводства получены из суданской травы [3–5].

Органическое ростовое вещество содержит натриевую соль нафтенной кислоты (35–45% масс), рапсовое масло (0,005–0,015% масс) и пресную воду — остальное [6]. Лабораторными и полевыми испытаниями установлено, что органическое ростовое вещество обладает высокой физиологической активностью, длительной сохранностью свойств, экологичностью и возможностью создания водорастворимых свойств с известными минеральными и органическими

удобрениями, их смесями, жидкими гербицидами, фунгицидами и т.д. [6–10].

Опытами установлено, что новое органическое ростовое вещество можно применять путем внесения в почву в предпосевной период для конкретного растения и почвы, замачиванием (намачиванием) семян растений в предпосевной период, опрыскиванием растений в период вегетации и цветения и при борьбе с вредителями, а также путем внесения в почву вместе с известными органическими и/или минеральными удобрениями (и их смесями) в разные фазы роста растения. В частности, при совместном использовании известного минерального удобрения КАС-32 и органического ростового вещества [6] на опытном поле площадью 50 га урожайность ячменя оказалась на 12,7% больше, чем на контрольном поле площадью 15 га [8].

Результаты полевых опытов применения органического ростового вещества (Патент РФ № 2713902) [6] на малогумусных слабощелочных почвах северо-востока Краснодарского края

позволили увеличить урожайность озимой пшеницы на 8,7% на опытной площади 59 га по сравнению с контрольным полем площадью 53 га [9].

Применение нового органического ростового вещества совместно с гербицидами на посевах риса дало прибавку урожайности 5,0 ц/га на опытном поле площадью 10 га по сравнению с контрольным участком; положительные результаты применения органического ростового вещества получены при проращивании семян озимой пшеницы, овса и маша, которые планируется использовать в качестве пищевых добавок для цыплят [5, 6, 10, 11].

Известно большое количество биостимуляторов и растительных ростовых составов, в частности, биостимуляторы: гуминовые кислоты; экстракты макро- и микроводорослей; гидролизат белка люцерны; аминокислоты отдельно или в сочетании с цинком; витамины группы В; хитозан и коммерческий продукт, содержащий кремний; экстракт макроводорослей — эффективен для стимуляции потенциала роста



деревьев в оба года, о чем свидетельствует значительно большая площадь листьев (+20 % по сравнению с контролем), а также более высокое содержание хлорофилла и скорость фотосинтеза листьев [12-14]. Обработка экстрактом макроморских водорослей, витаминами групп В и гидролизатом белка люцерны позволила улучшить интенсивность и продолжительность красной окраски яблок при сборе урожая. Соответственно, содержание антоцианов в кожуре яблок, обработанных теми же биостимуляторами, оказалось значительно выше, чем в контроле, что подчеркивает потенциальное влияние этих веществ на синтез вторичных метаболитов в яблоках [14].

Стимуляторами роста также могут считаться и живые бактерии, выделяющие полезные вещества. Так, цитокинин необходим для инициации клубеньков азотфиксации люцерны, вызываемых ризобиями, и для замедления старения листьев, вызванного засушливым стрессом; было обнаружено, что некоторые свободноживущие ризобии продуцируют цитокинин. В исследовании объединены два штамма *Sinorhizobium*, избыточно продуцирующих цитокинин. После сильного засушливого стресса большинство растений люцерны, инокулированных этими штаммами, выжили, а нитрогеназная активность в корневых клубеньках не претерпела изменений [15].

Рострегулятором может служить и наногумус, полученный из лигнина. Для исследования его влияния использовали люцерну (*Medicago sativa* L.). Положительное влияние гуминового продукта на свойства почвы и рост люцерны в полевых условиях проявилось через 2 года применения. Однократное применение в начале каждого вегетационного периода давало лучшие результаты, чем разделенное на два применения. Однократное внесение наногумуса значительно увеличило доступный в почве фосфор — на 63% и калий — на 96% по сравнению с контролем; он значительно увеличил общую биомассу люцерны — на 749% [16].

Для селекционеров люцерны важным фактором является срок начала ее цветения. Раннецветущая люцерна генотипа 80 и поздноцветущая люцерна генотипа 195 охарактеризованы по фенотипу цветения. Анализ показал, что более низкое содержание жасмоната — гормона, регулирующего рост и развитие растений в новых листьях и подавление генов его биосинтеза, может играть существенную роль в фенотипе раннего цветения. Комплексный фенотипический, физиологический и транскриптомный анализы показывают, что за фенотип раннего цветения у люцерны ответственны биосинтез гормонов

и сигнальные пути, гены, связанные с патогенозом, гены семейства сигнальных рецепторных киназ, гены вторичного метаболизма и гены путей деградации протеасом [17].

Целью исследований было изучение влияния применения органического ростового вещества на структуру урожая после предпосевной обработки семян люцерны сорта Бажена в условиях Центральной черноземной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы исследований. Исследования соответствуют требованиям общепринятых методик [18, 19]. Объектом исследования является влияние ростового вещества на изменение структуры урожая люцерны. Предмет исследования — люцерна сорта Бажена и ростовое вещество Гривлаг [6].

Опыт заложен на территории опытного поля ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» 20.04.2022 г. на участке общей площадью 100 м² (опытный участок — 50 м², контрольный участок — 50 м²). Высеивалась люцерна синегрибридная сорта Бажена (*Medicago varia* Mart.) (патентообладатель и оригинатор ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», включен в реестр селекционных достижений РФ с 2019 г.).

Характеристика растений: высота — 130-140 см, кусты полу- и прямостоячей формы, кустистость средняя — 4550 стеблей, стебли толстые, средней густоты, слабоопушенные, без воскового налета. Облиственность выше средней, равномерная (49-55 %), масса 1000 семян — 1,8-2,2 г. Средний период от весеннего отрастания до полной спелости семян — 112-114 дней, от I укоса до полной спелости семян — 76-78 дней. Корневая система мощная стержнеобразованная, зимостойкость высокая. Потенциальная урожайность кормовой массы в условиях богары — 970 ц/га, семян — 4,9 ц/га. Содержание белка — 22%, клетчатки — 32%. Прирост весной и после черенкования хороший, приспособлен к частому скашиванию, образует до 5 черенков. Сорт устойчив к основным болезням, полеганию и вымерзанию [20].

Норма высева люцерны в опыте составляла 2 г/м², опытные семена за 24 часа до посева обрабатывались водным раствором ростового вещества Гривлаг (GVG) в концентрации 0,02 мл Гривлага на 1 л воды. Опрыскивание семян раствором проводилось из ручного прибора для распыления жидкостей на мелкие капли (пульверизатором), затем эти семена, распределенные максимально тонко по бумаге, укрывались плотной льняной тканью и оставались в таком состоянии при комнатной температуре (19-20°C) 24 часа. Семена в контрольном варианте

обрабатывались чистой водой из пульверизатора в таком же объеме. За 24 часа влагу на поверхности семян люцерны частично вобрало в себя семя, а другая ее часть испарилась в воздух, поэтому семена на ощупь были сухими. Высеивались семена вручную, сплошным севом, глыбина заделки семян составляла 1,5-2 см.

Почвы представлены черноземом выщелоченным слабогумусным тяжелосуглинистым мощным с pH = 7,06 (водная вытяжка), с содержанием подвижного фосфора 33,7 мг/кг, подвижного калия — 323 мг/кг, аммонийного и нитратного азота в сумме — 19 мг/кг и гумуса — 3,16% в пахотном горизонте.

В третьей декаде апреля наблюдались дожди, поэтому массовые всходы люцерны отмечены 02.05.2022 г. Первый отбор растений люцерны производился 25 июня 2022 г. в фазе единичного цветения люцерны. Второй отбор — 29 июля, также в фазе единичного цветения, и в этой же фазе — 26 августа. Отбор проводился следующим образом: с контрольной и опытной деланок в случайном порядке срезалось по 30 стеблей люцерны на высоте 10 см от уровня почвы. Далее зеленая масса разбиралась на листья, стебли и соцветия (структура урожая) и по отдельности взвешивалась, длину каждого стебля индивидуально измеряли, затем все данные (по трем укосам) статистически обрабатывались по методике Б.А. Доспехова [18].

Результаты исследований. Данные по структуре урожая за три укоса люцерны синегрибридной сорта Бажена первого года роста представлены в таблице 1.

Наибольшая общая масса (66,6 г), масса листьев (26,75 г), стеблей (33,35 г) и соцветий (6,50 г) была во втором укосе первого года жизни растений. Наименьшая по всем показателям масса была отмечена в первом укосе первого года жизни (общая масса — 49,15 г, масса листьев — 18,90 г, стеблей — 29,65 г и соцветий — 0,60 г). Наибольший процент листьев от общей массы растений был также во втором укосе (40,17%), наибольший процент массы стеблей от общей наблюдался в первом укосе (60,33%). Структура урожая люцерны с опытной деланки представлена в таблице 2.

В опытном варианте так же, как и в контрольном общая масса преобладала во втором укосе (78,65 г). Масса листьев (26,95 г), стеблей (41,10 г) и соцветий (10,60 г) значительно превышала массу этих частей растений во втором укосе по сравнению с первым и третьим. Сумма листьев с 30 случайных растений во втором укосе контрольной и опытной деланки в качестве примера представлена на рисунке 1.

Таблица 1. Структура урожая люцерны Бажена первого года роста без предпосевной обработки семян

Table 1. The structure of the harvest of Bazhen alfalfa of the first year of growth without pre-sowing seed treatment

Укос №	Масса общая, г	Масса листьев, г	Масса стеблей, г	Масса соцветий, г	% массы листьев от общей	% массы стеблей от общей	% массы соцветий от общей
1	49,15	18,90	29,65	0,60	38,45	60,33	1,22
2	66,6	26,75	33,35	6,50	40,17	50,08	9,76
3	54,25	19,30	30,45	4,50	35,58	56,13	8,29

Таблица 2. Структура урожая люцерны Бажена первого года жизни, обработанной ростовым веществом Гривлаг

Table 2. The structure of the harvest of Bazhen alfalfa of the first year of life, treated with Grivlag growth substance

Укос №	Масса общая, г	Масса листьев, г	Масса стеблей, г	Масса соцветий, г	% массы листьев от общей	% массы стеблей от общей	% массы соцветий от общей
1	53,9	20,10	32,55	1,25	37,29	60,39	2,32
2	78,65	26,95	41,10	10,60	34,27	52,26	13,48
3	57,90	21,70	33,00	3,20	37,48	56,99	5,53





Рисунок 1. Масса листьев люцерны сорта Бажена первого года роста во втором укосе
Figure 1. The weight of leaves of alfalfa of Bazhena variety of the first year of growth in the second cut

В таблице 3 приведена статистическая обработка структуры урожая по трем укосам люцерны сорта Бажена первого года роста.

При статистической обработке полученных по трем укосам данным о структуре урожая получены недостоверные результаты, однако люцерна является многолетней кормовой культурой, изучать структуру урожая которой необходимо в течение трех лет. По предварительным данным можно отметить, что увеличение общей массы надземной части растений люцерны получено по всем укосам в опытном варианте — 63,48 г, что на 12,0% больше, чем в контрольном (56,67%). При определении отдельных частей растений эта тенденция повторялась; масса листьев в опытном варианте (22,92 г) на 5,87% больше, чем в контрольном (21,65 г), масса стеблей в опыте (35,55 г) превышала массу в контроле (31,15 г) на 14,12%. Увеличение массы стеблей в кормопроизводстве является отрицательным фактором, так как стебель — это неперевариваемая клетчатка — лигнин, содержание которой в корме приводит к ухудшению качества основного корма (сена или сенажа); с увеличением общей массы растения, пропорциональное увеличение массы стеблей — явление закономерное, учитывая, что масса листьев при этом также увеличивалась.

На рисунке 2 представлена структура урожая первого года роста со второго укоса.

Начало цветения в опыте и контроле происходило, судя по массе соцветий, неординарно; растения, обработанные органическим ростовым веществом, начинали зацветать раньше растений на контрольном участке; цветы на опытных растениях были больше размером и имели более яркий цвет; обработка растений органическим ростовым веществом [6] способствовала ускорению фазы развития (рис. 3).

Опытами установлено: масса соцветий в опыте — 5,02 г и в контроле — 3,87 г, что на 22,9% меньше, чем у растений, обработанных органическим ростовым веществом [6].

Выводы. В качестве основных выводов по работе можно отметить следующие положения.

1. Проведены полевые опыты по исследованию влияния нового органического ростового вещества, состоящего из натриевых солей нафтенных (жирных) кислот, рапсового масла и воды, при предпосевной обработке семян люцерны сорта Бажена.

Таблица 3. Сравнение средних значений структуры урожая по трем укосам за первый год роста люцерны в зависимости от обработки семян ростовым веществом Гривлаг
Table 3. Comparison of average values of the yield structure for three cuts for the first year of alfalfa growth, depending on the treatment of seeds with the Grivlag growth substance

Вариант	Масса общая, г	Масса листьев, г	Масса стеблей, г	Масса соцветий, г
Контроль (без обработки)	56,67 ± 5,18	21,65 ± 2,55	31,15 ± 1,12	3,87 ± 1,73
Опыт (с припосевной обработкой семян Гривлагом)	63,48 ± 7,67	22,92 ± 2,07	35,55 ± 2,78	5,02 ± 2,85



Рисунок 2. Структура урожая люцерны сорта Бажена первого года роста во втором укосе
Figure 2. The structure of the yield of alfalfa of Bazhena variety of the first year of growth in the second cut



Рисунок 3. Масса опытных (справа) и контрольных (слева) цветков люцерны сорта Бажена первого года роста при втором укосе
Figure 3. The weight of experimental (right) and control (left) flowers of alfalfa of Bazhena variety of the first year of growth at the second cut



2. Опытами установлено изменение структуры урожая люцерны в зависимости от результатов предпосевной обработки семян: в первых, в среднем по трем укосам получено увеличение на 5,02% массы листьев люцерны; во-вторых, получено увеличение общей массы стеблей растений на 14,12% и, наконец, на опытном участке получено ускорение наступления фазы цветения люцерны и увеличение числа соцветий (цветков) растений по сравнению с контролем.

Список источников

- Фисинин В.И. Стратегия эффективного развития отрасли и научных исследований по птицеводству // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 1. С. 56-58.
- Володин А.Б., Капустин С.И., Колодкин А.В. Эффективность использования однолетних яровых кормовых

культур в Ставропольском крае // Бюллетень Ставропольского НИИСХ. 2015. № 7. С. 40-46.

3. Жукова М.П., Володин А.Б., Капустин С.И. и др. Комплексная оценка новых сортов суданской травы и сорго-суданских гибридов // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 3 (27). С. 33-37.

4. Капустин С.И., Володин А.Б., Колодкин А.В. Суданская трава как основа кормовой базы на юге России // Бюллетень Ставропольского НИИСХ. 2020. № 7. С. 40-46.

5. Морозова О. Домашняя птица: куры, гуси, утки, индейки, цесарки, перепела и голуби. М.: АСТ, 1999. 410 с.

6. Григулецкий В.Г., Ивакин Р.А., Ивакина Ю.В. Органическое ростовое вещество // Патент РФ № 2713902. Опубликовано 10.02.2020 г. Бюллетень № 4.

7. Григулецкий В.Г., Ариничева И.В., Жилина М.В. Оценка влияния различных доз микроудобрений на развитие корневой системы риса // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (75). С. 72-77.



8. Григулецкий В.Г. Эффективность применения энергизированных удобрений (GVG) на посевах ярового ячменя Вакула в Краснодарском крае // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 61. № 5 (365). С. 35-38.

9. Григулецкий В.Г. Эффективность применения новых комплексных удобрений (GVG) при посевах озимой пшеницы Бригада на малогумусных слабообделочных почвах северо-востока Краснодарского края // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 61. № 6 (366). С. 63-67.

10. Григулецкий В.Г., Зеленский А.Г., Зеленский Г.Л. Эффективность применения нового комплексного органического ростового вещества (GVG) при посевах риса на малогумусных почвах лессовидных глин и тяжелых су-глинок Прикубанской впадины // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63. № 2 (374). С. 48-52.

11. Скамарохова А.С., Власов А.Б., Юрин Д.А. и др. Эффективность применения нового ростового вещества (GVG) при прорастании озимой пшеницы, овса и маша // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Т. 65. № 4 (388). С. 402-405.

12. Ригер А.Н., Горковенко Л.Г., Бедило Н.А., Осецкий С.И. Продуктивность и питательная ценность новых сортов люцерны // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2016. Т. 5. № 1. С. 110-114.

13. Бедило Н.А. Продуктивность, кормовая ценность и симбиотическая активность видов бобовых трав и их травосмесей на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2016.

14. Soppelsa, S. et al. (2018). Use of Biostimulants for Organic Apple Production: Effects on Tree Growth, Yield, and Fruit Quality at Harvest and During Storage. *Front Plant Sci.*, no. 20 (9), p. 1342. doi: 10.3389/fpls.2018.01342

15. Xu, J. et al. (2012). Effects of engineered Sinorhizobium meliloti on cytokinin synthesis and tolerance of alfalfa to extreme drought stress. *Appl Environ Microbiol.*, no. 78 (22), pp. 8056-8061. doi: 10.1128/AEM.01276-12

16. Zhao, Y. et al. (2022). Application timing optimization of lignite-derived humic substances for three agricultural plant species and soil fertility. *J Environ Qual.*, no. 51 (5), pp. 1035-1043. doi: 10.1002/jeq2.20393

17. Ma, D. et al. (2021). Identification and characterization of regulatory pathways involved in early flowering in the new leaves of alfalfa (*Medicago sativa* L.) by transcriptome analysis. *BMC Plant Biol.*, no. 21 (1), p. 8. doi: 10.1186/s12870-020-02775-9

18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. М.: Альянс, 2014. 351 с.

19. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса. М., 1987. С. 17-25.

20. Романенко А.А., Беспалова Л.А., Лавренчук Н.Ф., Колесников Ф.А., Кудряшов И.Н. и др. Сорта и гибриды: каталог. Краснодар, 2019.

References

1. Fisinin, V.I. (2002). Strategiya ehffektivnogo razvitiya otrasli i nauchnykh issledovaniy po pitsevodstvu [Strategy for the effective development of the industry and scientific research on poultry farming]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bulletin of the Russian academy of agricultural sciences], no. 1, pp. 56-58.

2. Volodin, A.B., Kapustin, S.I., Kolodkin, A.V. (2015). Ehffektivnost' ispol'zovaniya odnoletnikh yarovykh kormovykh kul'tur v Stavropol'skom krae [Efficiency of using annual spring fodder crops in the Stavropol region]. *Byulleten' Stavropol'skogo NIISKH*, no. 7, pp. 40-46.

3. Zhukova, M.P., Volodin, A.B., Kapustin, S.I. i dr. (2017). Kompleksnaya otsenka novykh sortov sudanskoi travy i sorgo-sudankovykh gibridov [Comprehensive assessment of new varieties of Sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural bulletin of Stavropol region], no. 3 (27), pp. 33-37.

4. Kapustin, S.I., Volodin, A.B., Kolodkin, A.V. (2020). Sudanskaya trava kak osnova kormovoi bazy na yuge Rossii [Sudanese grass as the basis of the forage base in the south of Russia]. *Byulleten' Stavropol'skogo NIISKH*, no. 7, pp. 40-46.

5. Morozova, O. (1999). *Domashnyaya ptitsa: kury, gusi, utki, indeiki, tsesarki, perepela i golubi* [Poultry: chickens, geese, ducks, turkeys, guinea fowls, quails and pigeons], Moscow, AST Publ., 410 p.

6. Griguletskii, V.G., Ivakin, R.A., Ivakina, Yu.V. (2020). Organicheskoe rastovoe veshchestvo [Organic growth substance]. *Patent RF № 2713902. Opublikovano 10.02.2020 g. Byulleten' № 4* [Patent RF No. 2713902. Published on February 10, 2020, Bulletin No. 4].

7. Griguletskii, V.G., Arinicheva, I.V., Zhilina, M.V. (2018). Otsenka vliyaniya razlichnykh doz mikroudobrenii na razvitiye kornevoi sistemy risa [Evaluation of the influence of various doses of microfertilizers on the development of the rice root system]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 6 (75), pp. 72-77.

8. Griguletskii, V.G. (2018). Ehffektivnost' primeneniya energizirovannykh udobrenii (GVG) na posevakh yarovogo yachmenya Vakula v Krasnodarskom krae [Efficiency of application of energized fertilizers (GVG) on crops of spring barley Vakula in the Krasnodar Territory]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 61, no. 5 (365), pp. 35-38.

9. Griguletskii, V.G. (2018). Ehffektivnost' primeneniya novykh kompleksnykh udobrenii (GVG) pri posevakh ozimoi pshenitsy Brigada na malogumusnykh slaboshchelochnykh pochvakh severo-vostoka Krasnodarskogo kraia [The effectiveness of the use of new complex fertilizers (GVG) in winter wheat crops Brigada on low-humus slightly alkaline soils of the north-east of the Krasnodar Territory]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 61, no. 6 (366), pp. 63-67.

10. Griguletskii, V.G., Zelenskii, A.G., Zelenskii, G.L. (2020). Ehffektivnost' primeneniya novogo kompleksnogo organicheskogo rastovogo veshchestva (GVG) pri posevakh risa na malogumusnykh pochvakh lessovidnykh glin

i tyazhelykh suglinkov Prikubanskoj vpadiny [Efficiency of application of a new complex organic growth substance (GVG) in rice crops on low-humus soils of loess-like clays and heavy loams of the Kuban depression]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 63, no. 2 (374), pp. 48-52.

11. Skamarokhova, A.S., Vlasov, A.B., Yurin, D.A. i dr. (2022). Ehffektivnost' primeneniya novogo rastovogo veshchestva (GVG) pri prorashchivani ozimoi pshenitsy, ovsa i masha [The effectiveness of the use of a new growth substance (GVG) in the germination of winter wheat, oats and mung beans]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 65, no. 4 (388), pp. 402-405.

12. Riger, A.N., Gorkovenko, L.G., Bedilo, N.A., Osetskii, S.I. (2016). Produktivnost' i pitatel'naya tsennost' novykh sortov lyutserny [Productivity and nutritional value of new varieties of alfalfa]. *Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva*, vol. 5, no. 1, pp. 110-114.

13. Bedilo, N.A. (2016). Produktivnost' kormovaya tsennost' i simbioticheskaya aktivnost' vidov bobovykh trav i ikh travosmesei na chernozeme vyshchelochennom Zapadnogo Predkavkaz'ya [Productivity, nutritional value and symbiotic activity of leguminous grass species and their grass mixtures on leached chernozem of the Western Ciscaucasia]. *Cand. agricultural sci. diss. Abstr. Krasnodar, Kuban State Agrarian University*.

14. Soppelsa, S. et al. (2018). Use of Biostimulants for Organic Apple Production: Effects on Tree Growth, Yield, and Fruit Quality at Harvest and During Storage. *Front Plant Sci.*, no. 20 (9), p. 1342. doi: 10.3389/fpls.2018.01342

15. Xu, J. et al. (2012). Effects of engineered Sinorhizobium meliloti on cytokinin synthesis and tolerance of alfalfa to extreme drought stress. *Appl Environ Microbiol.*, no. 78 (22), pp. 8056-8061. doi: 10.1128/AEM.01276-12

16. Zhao, Y. et al. (2022). Application timing optimization of lignite-derived humic substances for three agricultural plant species and soil fertility. *J Environ Qual.*, no. 51 (5), pp. 1035-1043. doi: 10.1002/jeq2.20393

17. Ma, D. et al. (2021). Identification and characterization of regulatory pathways involved in early flowering in the new leaves of alfalfa (*Medicago sativa* L.) by transcriptome analysis. *BMC Plant Biol.*, no. 21 (1), p. 8. doi: 10.1186/s12870-020-02775-9

18. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshih sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedenii* [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

19. VNIИ kormov named after V.R. Williams (1987). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, pp. 17-25.

20. Romanenko, A.A., Bespalova, L.A., Lavrenchuk, N.F., Kolesnikov, F.A., Kudryashov, I.N. i dr. (2019). *Sorta i gibridy: katalog* [Varieties and hybrids: catalog]. Krasnodar.

Информация об авторах:

Скамарохова Александра Сергеевна, научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6821-429X>, rskamarokhov@mail.ru

Власов Артем Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4828-8886>, vlasov.sir@yandex.ru

Юрин Денис Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель отдела технологии животноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1517-4858>, 4806144@mail.ru

Свистунов Андрей Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6180-7946>, skniig@yandex.ru

Григулецкий Владимир Георгиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, gv-g-tnc@mail.ru

Information about the authors:

Aleksandra S. Skamarokhova, researcher of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6821-429X>, rskamarokhov@mail.ru
Artem B. Vlasov, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4828-8886>, vlasov.sir@yandex.ru

Denis A. Yurin, candidate of agricultural sciences, head of the department of livestock technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1517-4858>, 4806144@mail.ru

Andrey A. Svistunov, candidate of agricultural sciences, head of the department of feeding and physiology of farm animals, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6180-7946>, skniig@yandex.ru

Vladimir G. Griguletsky, doctor of technical sciences, professor, head of the department of higher mathematics, gv-g-tnc@mail.ru





Научная статья

УДК 63316:632.952/937.14

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_628

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНГИЦИДОВ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

В.В. Букреев, А.К. Лысов, Д.О. Морозов, Н.И. НаумоваВсероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Снижение пестицидной нагрузки на агроценозы является важной задачей по экологизации сельскохозяйственного производства, повышения качества и безопасности продуктов питания. В представленной статье рассмотрены результаты исследований по использованию биопрепаратов против болезней ярового ячменя в интегрированной и биологизированной системах защиты в сравнении с химической системой защиты. Показано, что при осеннем внесении биопрепарата Стернифаг, СП биологическая эффективность всех трех схем защиты от болезней была выше, чем без его внесения. Кроме того, биопрепарат повышает супрессивность почвы за счет снижения фитопатогенной инфекции в ней и обогащает почву питательными веществами при разложении растительных остатков предшествующей культуры. Самый высокий показатель сохраненного урожая ярового ячменя в опытных вариантах был получен с использованием интегрированной системы защиты на фоне осеннего внесения Стернифаг, СП — на 8,4 ц/га (15,8%). Результаты многолетнего опыта доказывают биологическую и экономическую эффективность применения биологических фунгицидов в интегрированных системах защиты растений.

Ключевые слова: биопрепараты, интегрированная защита, фунгициды, болезни, яровой ячмень

Original article

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL FUNGICIDES IN VARIOUS SYSTEMS OF PROTECTION OF SPRING BARLEY

V.V. Bukreev, A.K. Lysov, D.O. Morozov, N.I. Naumova

All-Russian Institute of Plant Protection, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. Reducing the pesticide load on agroecosystems is an important task for greening agricultural production, improving the quality and safety of food products. This article discusses the results of research on the use of biological products against spring barley diseases in integrated and biologized protection systems in comparison with a chemical protection system. It was shown that with the autumn introduction of the biological product Sternifag, SP, the biological effectiveness of all three schemes of protection against diseases was higher than without its application. In addition, the biological product increases the suppressivity of the soil by reducing the phytopathogenic infection in it and enriches the soil with nutrients during the decomposition of plant residues of the previous crop. The highest rate of preserved spring barley yield in experimental versions was obtained using an integrated protection system against the background of the autumn application of Sternifag, SP — at 8.4 c/ha (15.8%) The results of many years of experience prove the biological and economic efficiency of the use of biological fungicides in integrated plant protection systems.

Keywords: biologics, integrated protection, fungicides, diseases, spring barley

Введение. Ячмень — культура номер два среди зерновых в России по объему урожая. Его посевные площади в настоящее время составляют 8,1 млн га. В 2022 г., по данным Росстата, в чистом весе его собрали 23,39 млн т — на 30% больше, чем по итогам 2021 г. [1]. Зерно ячменя широко используют для продовольственных, технических и кормовых целей, в том числе в пивоваренной промышленности, при производстве перловой и ячневой круп. Ячмень относится к ценнейшим концентрированным кормам для животных, так как содержит полноценный белок, богат крахмалом [2].

Получение высоких урожаев ячменя невозможно без решения задач по его защите от комплекса вредных организмов, которые приводят не только к потере урожая, но и к снижению качества получаемого сырья. При возделывании ячменя важно также поддержание плодородия почвы, так как в процессе роста в растения быстро поступают питательные вещества, особенно в начальный период роста и развития. Через три недели после появления всходов растения содержат почти половину поглощаемого фосфора и 2/3 калия, хотя органической массы к этому времени накапливается меньше 1/5.

Семенной материал ячменя может быть заражен видами головни, из которых наиболее

значимы пыльная головня и каменная головня ячменя. В связи с этим необходимо обязательно осуществлять протравливание семенного материала, что играет важную роль в формировании качественного урожая. Высокой вредоносностью на ячмене в период вегетации отличаются следующие болезни: сетчатая пятнистость ячменя и корневые гнили, а также виды ржавчины (стеблевая, карликовая, желтая), ринхоспориоз, септориоз, фузариоз колоса, бактериальные и вирусные болезни [3].

В связи с глобальным потеплением климата частота эпифитотий сетчатой пятнистости, мучнистой росы и карликовой ржавчины увеличилась в 2,5 раза. Вследствие восприимчивости большинства районированных сортов к головневым болезням растет вредоносность пыльной головни [4].

Начиная с фазы кущения, необходимо проводить оперативный фитосанитарный мониторинг состояния посевов для своевременной защиты флагового листа от сетчатой пятнистости и септориоза, так как их раннее и сильное поражение приводит к наибольшим потерям урожая [5].

Ежегодно от вредителей, болезней и сорняков теряется от 15 до 40% урожая [6].

С учетом вышеизложенного, защита растений является обязательной частью производ-

ства сельскохозяйственной продукции. С помощью проведения научно обоснованных мероприятий по защите растений предотвращаются или уменьшаются потери урожая от вредителей, болезней и сорной растительности, а также улучшается качество сельскохозяйственной продукции. Под защитой растений понимают совокупность научно обоснованных агротехнических мероприятий, на основе которых экономически и экологически оправданными методами предотвращают или уменьшают потери урожая и снижение качества продукции на поле и при хранении, вызванные вредителями, болезнями и сорной растительностью.

Культурным растениям в агроценозе не всегда хватает собственных механизмов защиты, конкурентоспособности и помощи природных энтомофагов для гарантированного нормального развития. Поэтому для получения высоких урожаев и качественной сельскохозяйственной продукции во всем мире широко используется применение пестицидов. Однако при чрезмерном и одностороннем использовании пестицидов, несоблюдении технологических регламентов их применения возникают риски появления резистентных популяций вредных организмов, накопления остаточных количеств препаратов в почве и растениеводческой продукции.



В 70-х годах прошлого столетия были разработаны основы Интегрированной защиты растений (IPM) — международной признанной модели деятельности в сельскохозяйственном производстве, основанной на управлении фитосанитарными рисками и формировании баланса между экономической производством и защитой окружающей среды [7].

Интегрированная защита растений предусматривает применение системы мероприятий биологического, биотехнологического, химического, физического, агротехнического и селекционного характера, направленные на достижение такого уровня поражения растений вредными организмами, при котором не возникает существенный экономический ущерб. При этом использование химических средств ограничивается до минимально необходимого уровня. Использование новых биологических препаратов становится необходимым условием современного сельскохозяйственного производства. Поиска новых технологий и современных средств защиты растений требует производство продуктов питания для населения, которые не должны быть опасными для человека [8, 9].

В интегрированной защите растений основной акцент делается на использование биологизированных технологий выращивания здоровых культур, сводящих к минимуму химическое воздействие на агроэкосистемы, за счет активного применения биологических способов защиты растений от комплекса вредных организмов.

За последнее десятилетие рядом исследователей во всем мире запатентованы различные консорциумы микроорганизмов для борьбы с болезнями растений. Отобранные штаммы были использованы для получения биопрепаратов, предназначенных для предпосевной обработки семян, весенней и осенней подготовки почвы, послевсходовых обработок растений с целью стимуляции их роста, развития, а также для борьбы с различными грибковыми и бактериальными заболеваниями и вредителями [10].

С учетом требований Федерального закона № 159-ФЗ от 11.06.2021 г. «О сельхозпродукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками» увеличение объемов применения биопрепаратов при защите основных сельскохозяйственных культур открытого грунта является весьма актуальной задачей.

В связи с этим на полевом стационаре ООО НИЦ «Агробиотехнология» в Белгородской области на протяжении нескольких лет в форме полевых мелкоделяльных опытов проводятся исследования различных интегрированных и биологизированных систем защиты растений (совмещение химических и биологических пестицидов) вплоть до полного замещения химических пестицидов на биологические.

Цель работы заключалась в определении и оценке биологической эффективности некоторых биологических препаратов при различных системах защиты ярового ячменя (химическая, интегрированная и биологизированная), а также в расчете их экономической эффективности.

Методика исследований. Опыты по оценке различных технологий защиты на посевах ярового ячменя сорта Гонор проводили в течение двух лет (2021 и 2022 гг.) в Белгородской области на опытных делянках полевого стационара ООО НИЦ «Агробиотехнология». Схема опытов представлена в таблице 1.

В двух вариантах, биологизированной и интегрированной системах, для обработок при-

меняли биологические препараты; для протравливания семян: Витаплан, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2604Д + 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2605Д), Трихоцин, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Trichoderma harzianum*, штамм ГЗО ВИЗР); для опрыскивания посевов от возбудителей болезней по вегетации использовали: Алирин-Б, Ж (титр не менее 10^9 КОЕ/мл *Bacillus subtilis*, штамм В-10 ВИЗР), Трихоцин, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Trichoderma harzianum*, штамм ГЗО ВИЗР), Витаплан, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2604Д + 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2605Д).

При протравливании семян в интегрированной системе защиты к биопрепаратам добавляли концентрированное микроудобрение Аквамикс, СТ (100 г/т) и биополимер Биополитим (0,3 л/т). Биополитим применяли также с биопрепаратами (0,3 л/га) при обработках по вегетирующим растениям (табл. 2).

При проведении опытных обработок применяли в вариантах (системах) химические пестициды; для протравливания семян пшеницы: фунгициды Вил ТрастТ, ВСК (60 г/л тебуконазол + 80 г/л тиabendазол), Табу, ВСК (500 г/л имидаклоприд), инсектицид Тиара, КС (тиаметаксам, 350 г/л); для опрыскивания: гербицид Балерина, СЭ (410 г/л 2,4-Д (2-этилгексильный эфир) + 7,4 г/л флорасулам), фунгициды Колосаль ПРО, КМЭ (300 г/л пропиконазол + 200 г/л тебуконазол), Кредо, СК (карбендазим 500 г/л).

Таблица 1. Схема опытов по защите ярового ячменя

Table 1. Scheme of experiments for the protection of spring barley

Вариант обработки	Номер делянки по повторности			
	1	2	3	4
Сорт ячменя Гонор				
Химическая система защиты + Стернифаг, СП	1.1	1.2	1.3	1.4
Химическая система защиты	2.1	2.2	2.3	2.4
Интегрированная система защиты + Стернифаг, СП	3.1	3.2	3.3	3.4
Интегрированная система защиты	4.1	4.2	4.3	4.4
Биологизированная система защиты + Стернифаг, СП	5.1	5.2	5.3	5.4
Биологизированная система защиты	6.1	6.2	6.3	6.4
Контроль + Стернифаг, СП	7.1	7.2	7.3	7.4
Контроль (без фонового внесения Стернифага, СП)	8.1	8.2	8.3	8.4

Таблица 2. Используемые средства в трех системах защиты ярового ячменя

Table 2. Means used in three spring barley protection systems

Препараты	Варианты (системы защиты ярового ячменя)							
	Биологизированная		Химическая		Интегрированная		Контроль	
Осеннее внесение в почву под дискование для подавления фитопатогенов и разложения растительных остатков в почве								
Стернифаг, СП	80,0 г/га	-	80,0 г/га	-	80,0 г/га	-	80,0 г/га	-
Протравливание семян от болезней и вредителей, норма расхода препарата: кг/т, л/т								
Виал ТрастТ, ВСК	-		0,5 л/т +		0,3 л/т +			
Тиара, КС	-		1,0 л/т		0,4 л/т +			
Витаплан, СП	20 г/т		-		20 г/т		Без	
Трихоцин, СП	20 г/т		-		-		обработок	
Биолипостим	0,3 л/т		-		0,3 л/т			
Аквамикс, СТ	100 г/т		-		100 г/т			
Обработка от сорняков в фазе кущения, норма расхода гербицида: л/га, кг/га								
Балерина, СЭ	0,5 л/га		0,5 л/га		0,5 л/га		0,5 л/га	
Обработка от болезней в фазах кущения и колошения, норма расхода фунгицида: л/га, кг/га								
Колосаль ПРО, КМЭ	-		0,5 л/га		-		-	
Витаплан, СП	40 г/га		-		40 г/га			
Трихоцин, СП	40 г/га		-		40 г/га +		Без	
Биолипостим	3 л/га		-		0,3 л/га		обработок	
Кредо, СК	-		0,6 л/га		-			



На делянках посадок при проведении опытных обработок соблюдались общеизвестные методики [12]. Оценку биологической эффективности трех систем защиты ярового ячменя проводили в соответствии с требованиями методических рекомендаций [13, 14, 15].

Для выполнения экономических расчетов были собраны необходимые исходные данные, установлена рыночная стоимость дизельного топлива, воды и средств защиты. Определены затраты ООО НИЦ «Агробиотехнология» на проведение работ по защите растений ячменя на опытном поле. Экономические расчеты выполнены с использованием новых утвержденных разработок ВИЗР [16] и работ иностранных авторов [17].

Результаты и обсуждение. Общий вид опытного поля на полевом стационаре ООО НИЦ «Агробиотехнология», где проводились испытания эффективности биопрепаратов, представлен на рисунке.

Проведенные опытные обработки еще раз подтвердили, что осеннее внесение Стернифага, СП под дискование, в системах защиты растений имеет большое значение для снижения фитопатогенной инфекции, накопленной в почве от предшествующей культуры, а также повышения плодородия почвы за счет разложения растительных остатков.

Обследование делянок различных вариантов защиты (с осенним внесением Стернифага, СП) выявило отличия в развитии корневой и вегетативной части растений в сравнении

с вариантами и контролем без внесения этого биопрепарата.

Корневая система растений со всех вариантов хорошо сформирована. В складывающихся погодных условиях (периодические дожди и температура 15-20°C) происходило активное нарастание корней и вегетативной массы растений.

В 2021-2022 гг. у растений ячменя сорта Горн с контрольных делянок без внесения Стернифага, СП корневая система была меньше, чем в вариантах опыта с внесением Стернифага, СП. Средняя длина корневой системы — 6,4 см, высота вегетативной части — 18,8 см.

Ячмень с варианта интегрированной защиты имеет длину корневой системы 9,1 см, высота растений — 29 см. Прирост корневой системы по сравнению с контрольной составил 42,2%, стеблей — 54,3%.

На биологизированном варианте защиты растения имеют длину корневой системы 8,1 см, высота растений — 28,2 см. Прирост корневой системы по сравнению с контрольной составил 26,6%, стеблей — 50%.

Растения с варианта химической защиты имеют среднюю длину корневой системы 8,3 см, высота растений — 28,7 см. Прирост корневой системы по сравнению с контрольной составил 29,7%, стеблей — 52,7%.

Протравливание посевного материала в интегрированной системе защиты осуществлялось с использованием биопрепаратов Витоплан, СП и Трихоцин, СП, а также химического фунгицида

Вил-ТрасТ при снижении его нормы расхода на 40% и обработкой инсектицидом Тиара, КС при снижении нормы расхода препарата на 50%, что позволило без уменьшения биологической эффективности снизить пестицидную нагрузку на агроценоз полевого севооборота.

Для эффективной защиты ячменя от болезней по вегетации необходимо, начиная с фазы кущения, проводить фитосанитарный мониторинг за состоянием посевов для своевременного проведения защитных мероприятий по защите флагового листа, так как его раннее и сильное поражение приводит к наибольшему потере урожая. В фазе кущения, на основе проведенного фитосанитарного мониторинга, была обнаружена болезнь корневые гнили, развитие которой превышало допустимый уровень ЭПВ на 5%. На основе данных фитосанитарного мониторинга были проведены фунгицидные обработки, согласно трем схемам защиты. Результаты биологической эффективности различных схем защиты против корневой гнили на яровом ячмене представлены в таблице 3.

Оценка биологической эффективности применяемых опытных схем защиты показала, что биологическая эффективность обработок от корневой гнили самая высокая при применении интегрированной защиты, которая составила 81,8% в сравнении с химической — 72,7%, при применении микробиологического препарата Стернифага, СП. При биологизированной системе защиты, с внесением Стернифага, СП, этот показатель составил 61,4%.

Без осеннего внесения Стернифага, СП биологическая эффективность всех трех схем защиты от корневой гнили была ниже. Это говорит о том, что осеннее внесение Стернифага, СП повышает супрессивность почвы за счет снижения фитопатогенной инфекции в ней и обогащает почву питательными веществами при разложении растительных остатков предшествующей культуры.

В фазе колошения на посевах ярового ячменя также была обнаружена болезнь сетчатая пятнистость (*Drechslerateres*) при ЭПВ выше 15%. В биологизированной и интегрированной схемах защиты против сетчатой пятнистости применяли биофунгицид Витоплан, СП с нормой расхода препарата 40 г/га, а в системе химической защиты применялся фунгицид Кредо, СК с нормой расхода препарата 0,6 л/га при расходе рабочей жидкости 200 л/га. Полученные результаты биологической эффективности в различных схемах защиты представлены в таблице 4.

В сравнении с контролем в системе интегрированной защиты при осеннем внесении Стернифага, СП биологическая эффективность



Рисунок. Опытные посевы ярового ячменя, Белгородская область
Figure. Experimental crops of spring barley, Belgorod region

Таблица 3. Биологическая эффективность различных схем защиты против корневой гнили
Table 3. Biological efficacy of various root rot protection systems

Всего учтено (N), 120 растений		Распространенность болезни (P) $P = n/N \cdot 100 (\%)$	Сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл поражения $\Sigma (a \cdot b)$	Развитие болезни (R) $R = \Sigma (a \cdot b) / N$ $R = \Sigma (a \cdot b) \cdot 100 / N \cdot K (\%)$	Биологическая эффективность $\Sigma\% = (\text{Контроль} - \text{Опыт}) / \text{Контроль} \times 100 (\%)$
На фоне осеннего внесения Стернифага, СП	Химическая защита	3,3	6	0,05 (1,2%)	72,7
	Интегрированная защита	2,5	4	0,03 (0,8%)	81,8
	Биологизированная защита	4,2	8	0,07 (1,7%)	61,4
	Контроль	10,0	17	0,14 (3,5%)	20,4
Без внесения Стернифага, СП	Химическая защита	6,7	11	0,09 (2,3%)	47,7
	Интегрированная защита	5,8	10	0,08 (2,1%)	52,3
	Биологизированная защита	7,5	13	0,11 (2,7%)	38,6
	Контроль	11,7	21	0,17 (4,4%)	-



защиты была выше (66,7%) против сетчатой пятнистости ячменя, чем при химической (61,8%) и биологизированной защите (59,2%).

Аналогичная картина наблюдается и в варианте без внесения Стернифага СП, однако во всех трех вариантах защиты наблюдается, по сравнению с вариантами с осенним внесением Стернифага, СП, снижение биологической эффективности на 15,8% при химической защите, на 16,2% при интегрированной защите и на 16,7% при биологизированной защите.

В опыте также проводился учет урожайности по всем вариантам (по четыре пробы по 0,25 м²), для этого выбирались все растения, обмолачивались и взвешивались (табл. 5).

Полученные данные по учету биологической урожайности показывают эффективность применяемых всех трех систем защиты растений по сохранению урожая ярового ячменя.

Исходя из данных, приведенных в таблице 5 по учету биологической урожайности, видно, что урожайность ячменя существенно отличается в системах защиты растений при применении Стернифага, СП. Во всех вариантах опыта и даже в контроле с применением Стернифага, СП прибавка урожая составляла от 2,2 до 5,8 ц/га.

Относительно контроля наибольшую прибавку к урожаю — на 8,4 ц/га (15,8%) дал вариант с интегрированной системой защиты на фоне осеннего внесения Стернифага, СП. В варианте с интегрированной системой защиты без осеннего внесения биологического фунгицида прибавка урожая семян на 4,8 ц/га (9,4%) больше, чем на контрольной делянке.

Для расчета денежной выручки от реализации дополнительно полученного урожая семян ярового ячменя нами принималась средняя цена по региону за данный период — 16000 руб. за 1 т зерна. Результаты представлены в таблице 6.

Наибольшая выручка также была получена при интегрированной системе защиты культуры с внесением Стернифага, СП — 13440 руб./га. Для проведения необходимых расчетов нужно было учитывать, что яровой ячмень сорта Гонор высевали с нормой 230 кг/га.

В ООО НИЦ «Агроботехнология» специалистами учтены все затраты (стоимость препаратов, проведение работ по их внесению, дискование), которые были необходимы на проведение опытных обработок по защите ярового ячменя, общая сумма затрат по вариантам приведена в таблице 7.

Доход от систем защиты ярового ячменя определен как разница между выручкой от реализации семян и затратами на проведение всех опытных защитных мероприятий. Доход при проведении интегрированной защиты ячменя также был наибольшим — 9410,42 руб./га. Естественно, поэтому рентабельность защитных мероприятий в интегрированной системе с Стернифагом, СП составила 233%.

Для химической и биологизированной систем с применением Стернифага, СП рентабельность составила от 46 до 71,58% и была выше, чем без этого биопрепарата.

Наиболее наглядно положительное действие Стернифага, СП на растения ячменя проявилось в контроле. За счет незначительных затрат в контроле, которые состояли из стоимости биопрепарата (640 руб./га) и дискования для его заделки в почву (490 руб./га), и прибавки урожайности в 2,2 ц/га, рентабельность получилась высокой и составила 211% (табл. 7).

Таблица 4. Биологическая эффективность трех систем защиты против сетчатой пятнистости
Table 4. Biological efficacy of three net-spot protection systems

Варианты опыта (системы защиты)		Распространение болезни Р (%)	Развитие болезни R (%)	Биологическая эффективность Э = (Контроль-Опыт/Контроль) x 100 (%)
При внесении Стернифага, СП	Химическая защита	16,7	5,8	61,8
	Интегрированная защита	15,8	5,2	66,7
	Биологизированная защита	17,5	6,2	59,2
	Контроль	37,5	13,7	10,0
Без внесения Стернифага, СП	Химическая защита	20,0	7,3	52,0
	Интегрированная защита	18,3	6,7	55,9
	Биологизированная защита	20,8	7,7	49,3
	Контроль	41,7	15,2	-

Таблица 5. Урожайность ярового ячменя в опытных обработках
Table 5. Yield of spring barley in experimental treatments

Вариант обработки	Средняя урожайность, ц/га	Средняя масса 1000 семян, г
Химическая система защиты + внесение Стернифага, СП	59,0	48,0
Химическая система защиты без внесения Стернифага, СП	55,0	46,5
Интегрированная система защиты + внесение Стернифага, СП	61,5	48,5
Интегрированная система защиты без внесения Стернифага, СП	55,7	46,5
Биологизированная система защиты + внесение Стернифага, СП	56,7	47,5
Биологизированная система защиты без внесения Стернифага, СП	53,8	46,0
Контроль + внесение Стернифага, СП	53,1	47,5
Контроль без осеннего внесения Стернифага, СП	50,9	45,5

Таблица 6. Прибавка урожая и выручка от ее реализации
Table 6. Yield increase and proceeds from its sale

Вариант обработки	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка урожая относительно контроля, ц/га	Выручка от реализации прибавки урожая, руб./га.
Химическая система защиты + Стернифаг, СП	59,0	5,9	9440
Химическая система защиты без Стернифага, СП	55,0	4,1	6560
Интегрированная система защиты + Стернифаг, СП	61,5	8,4	13440
Интегрированная система защиты без Стернифага, СП	55,7	4,8	7680
Биологизированная система защиты + Стернифаг, СП	56,7	3,6	5040
Биологизированная система защиты без Стернифага, СП	53,8	2,9	4060
Контроль + Стернифаг, СП	53,1	2,2	3520
Контроль без Стернифага, СП	50,9	-	-

Таблица 7. Экономическая эффективность защиты ярового ячменя
Table 7. Economic efficiency of spring barley protection

Вариант обработки	Выручка от реализации прибавки урожая, руб./га	Затраты на проведение защиты растений, руб./га	Доход от защиты растений, руб./га	Рентабельность, %
Химическая система защиты + Стернифаг, СП	9440	5501,8	3938,2	71,58
Химическая система защиты без Стернифага, СП	6560	4861,8	1698,2	34,9
Интегрированная система защиты + Стернифаг, СП	13440	4029,58	9410,42	233
Интегрированная система защиты без Стернифага, СП	7680	3389,58	4290,42	126
Биологизированная система защиты + Стернифаг, СП	5040	3450,89	1589,11	46
Биологизированная система защиты без Стернифага, СП	4060	2810,8	1249,2	44
Контроль + Стернифаг, СП	3520	1130	2390	211
Контроль без Стернифага, СП	-	-	-	-





Таким образом, по результатам двухгодичных проведенных опытов можно рекомендовать применение интегрированной защиты, как системы, зарекомендовавшей себя лучшими показателями по сохранению урожая. Кроме того, финансовые затраты при интегрированной системе из-за невысоких цен на биопрепараты значительно сократились.

Данная системы защиты растений будет способствовать снижению пестицидной нагрузки на агроэкосистемы и улучшению качества производимой продукции. Результаты многолетнего опыта доказывают биологическую и экономическую эффективность применения биологических фунгицидов в интегрированных системах защиты растений.

Результаты опыта показали также обособленность и эффективность применения биологического препарата Стернифаг, СП во всех системах защиты растений.

Выводы. Самый высокий показатель сохраненного урожая ярового ячменя опытных вариантов был получен на варианте с интегрированной системой защиты на фоне осеннего внесения Стернифага, СП — на 8,4 ц/га (15,8%) относительно контроля с осенним внесением Стернифага, СП. Во всех вариантах с внесением Стернифага, СП сохраненный урожай культуры был выше, чем без внесения этого биопрепарата. Даже в контроле с его внесением получена прибавка семян — 2,2 ц/га, что бесспорно указывает на положительное стимулирующее и защитное действие от болезней Стернифага, СП на культуру ячменя. Применение других биологических препаратов, кроме их защитного действия культуры от болезней, позволяет сократить количество применяемых пестицидов и уменьшить затраты на их приобретение в интегрированной системе защиты на 2112,22 руб./га по сравнению с химической системой (с внесением Стернифага, СП).

Таким образом, по результатам проведенных опытов на полевом стационаре можно рекомендовать применение интегрированной защиты, как зарекомендовавшей себя лучшими показателями урожайности и рентабельности. Данная система защиты растений будет способствовать снижению пестицидной нагрузки на агроэкосистемы и улучшению качества готовой продукции.

Список источников

1. Ячмень в фаворе. Как выращивать и реализовывать ароматную культуру. URL: <https://pole.pf/journal/publication>

Информация об авторах:

Букреев Виктор Владимирович, соискатель, агроном 2-й категории Обособленного подразделения Белгородская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР, polebelqorod@bioprotection.ru

Лысов Анатолий Константинович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5920-3342>, lysov4949@yandex.ru

Морозов Денис Олегович, соискатель, заведующий Обособленным подразделением Белгородская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР, dmorozov@vizr.spb.ru

Наумова Надежда Ивановна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-168X>, nadya.naumova.58@inbox.ru

Information about the authors:

Viktor V. Bukreev, applicant, agronomist of the 2nd category of a Separate Subdivision of the Belgorod Research Laboratory of VIZR, polebelqorod@bioprotection.ru

Anatoly K. Lysov, candidate of technical sciences, leading researcher of the laboratory of integrated plant protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5920-3342>, lysov4949@yandex.ru

Denis O. Morozov, applicant, head of a Separate Subdivision of the Belgorod Research Laboratory of VIZR, dmorozov@vizr.spb.ru

Nadezhda I. Naumova, candidate of biological sciences, researcher of the laboratory of integrated plant protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-168X>, nadya.naumova.58@inbox.ru

2. Михельман В.А. Методы оптимизации технологии селекционного процесса ярового ячменя. СПб.: Лань, 2020. 72 с.

3. Пригге Г., Герхард М., Хабермайер И. Грибные болезни зерновых культур. Совместное издание сельскохозяйственного издательства Ландвиртшафтсферлаг Мюнстер-Хилтруп и БАСФ АГ. Лимбургерхоф, 2004. 195 с.

4. Кузнецова Т.Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням в условиях Северного Кавказа: дис. ... д-ра с.-х. наук. Краснодар, 2006. 380 с.

5. Шпаар Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование). М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. 656 с.

6. Шпаар, Д., Бурт У., Ветцел Т. и др. Защита растений в устойчивых системах землепользования. Торжок: ООО «Вариант», 2003. Кн. № 2. 44 с.

7. Коледа К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации. Гродно: ГТАУ, 2010. 340 с.

8. Gagkaeva, T.Yu., Gavrilova, O., Orina, A., Lebedin, Yu., Shanin, I., Petukhov, P., Eremin, S. (2019). *Toxins*, vol. 11, no. 5, p. 252.

9. Brili, F., Bacctli, Loreto, F. (2019). *Frontiers in plant science*, vol. 10, January, pp. 1-8.

10. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем должна быть основана на использовании комплекса полифункциональных биопрепаратов на основе штаммов микробов-антагонистов // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 421-438.

11. Лысов А.К., Новикова И.И., Морозов Д.О. Применение Стернифага на зерновых культурах // Защита и карантин растений. 2015. № 7. С. 23-24.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1968. 335 с.

13. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов. СПб., 2009. 321 с.

14. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. СПб., 2013. 280 с.

15. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб., 2009. 378 с.

16. Гончаров Н.Р. Методические подходы к экономической оценке эффективности мероприятий по защите растений в условиях отдельного эксперимента // Вестник защиты растений. 2017. Т. 93. № 3. С. 44-54.

17. Lopez, J.A., Rojas, K., Swart, J. (2016). *Crop protection*, vol. 89, pp. 35-42.

References

1. Yachmen' v favore. Kak vyrashchivat' i realizovyvat' aromatnyuyu kul'turu [Barley in favor. How to grow and sell fragrant culture]. Available at: <https://field.rf/journal/publication>

2. Mikhel'man, V.A. (2020). *Metody optimizatsii tekhnologii selektsionnogo protsessy yarovogo yachmenya* [Methods for optimizing the technology of the breeding process of spring barley]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 72 p.

3. Prigge, G., Gerhard, M., Khabermaier, I. (2004). *Gribynye bolezni zernovykh kul'tur* [Fungal diseases of grain crops]. Limburgerhof, 195 p.

4. Kuznetsova, T.E. (2006). *Seleksiya yachmenya na ustoi-chivost' k' boleznykh sistemakh zemlepol'zovaniya* [Barley breeding for disease resistance in the conditions of the North Caucasus]. Dr. agricultural sci. diss. Krasnodar, 380 p.

5. Shpaar, D. (2008). *Zernovye kul'tury* (Vyrashchivanie, uborka, dorabotka i ispol'zovanie) [Cereal crops (Growing, harvesting, processing and use)]. Moscow, ID LLC "DLV AGRO-DELO", 656 p.

6. Shpaar, D., Burt, U., Vetsel, T. i dr. (2003). *Zashchita rastenii v ustoi-chykh sistemakh zemlepol'zovaniya* [Plant protection in sustainable land use systems]. Torzhok, LLC "Variant", book no. 2, 44 p.

7. Koleda, K.V. (2010). *Sovremennyye tekhnologii vozdel'yvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: rekomendatsii* [Modern technologies of cultivation of agricultural crops: recommendations]. Grodno, GSAU, 340 p.

8. Gagkaeva, T.Yu., Gavrilova, O., Orina, A., Lebedin, Yu., Shanin, I., Petukhov, P., Eremin, S. (2019). *Toxins*, vol. 11, no. 5, p. 252.

9. Brili, F., Bacctli, Loreto, F. (2019). *Frontiers in plant science*, vol. 10, January, pp. 1-8.

10. Pavlyushin, V.A., Novikova, I.I., Boikova, I.V. (2020). Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem dolzhna byt' osnovana na ispol'zovanii kompleksa polifunktsional'nykh biopreparatov na osnove shtammov mikrobov-antagonistov [Phytosanitary optimization of agroecosystems should be based on the use of a complex of polyfunctional biological products based on microbial strains-antagonists]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 55, no. 3, pp. 421-438.

11. Lysov, A.K., Novikova, I.I., Morozov, D.O. (2015). Primenenie Sternifaga na zernovykh kul'turakh [Application of Sternifag on grain crops]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 7, pp. 23-24.

12. Dospikhov, B.A. (1968). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, 335 p.

13. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu registratsionnykh ispytaniy insektitsidov, akaritsidov, mollyuskotsidov i rodentsidov (2009). [Guidelines for conducting registration tests of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides]. Saint-Petersburg, 321 p.

14. Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam gerbitsidov v sel'skom khozyaistve (2013). [Guidelines for registration trials of herbicides in agriculture]. Saint-Petersburg, 280 p.

15. Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaistve (2009). [Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture]. Saint-Petersburg, 378 p.

16. Goncharov, N.R. (2017). Metodicheskie podkhody k ekonomicheskoi otsenke ehffektivnosti meropriyatiy po zashchite rastenii v usloviyakh otde'nogo ehksperimenta [Methodological approaches to the economic evaluation of the effectiveness of plant protection measures in a separate experiment]. *Vestnik zashchity rastenii* [Plant protection news], vol. 93, no. 3, pp. 44-54.

17. Lopez, J.A., Rojas, K., Swart, J. (2016). *Crop protection*, vol. 89, pp. 35-42.



Научная статья
УДК 635.21.571
doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_633

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ И ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТАБОЛОМНОГО АНАЛИЗА

Н.С. Яковлева¹, И.В. Слепцов^{1,2}, Ю.Г. Амбросова^{1,3}, П.П. Охлопкова¹

¹Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия

²Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

³Арктический государственный агротехнологический университет, Октенский филиал, Якутск, Россия

Аннотация. В данной работе представлены результаты изучения 9 сортов картофеля в условиях Центральной Якутии. Природно-климатические условия земледельческих районов Якутии являются экстремальными и отличаются следующими особенностями: невысокое плодородие мерзлотных почв, имеющих обычно щелочную реакцию (рН — 7,8), короткий вегетационный период (65–70 дней), небольшое количество осадков за летний период (106–120 мм), летом резкие перепады температур от дня к ночи, поздние весны (июнь) и ранние осени (август) заморозки, суховеи в июне–июле, длительный период (8–9 месяцев) хранения сельскохозяйственной продукции. В результате комплексной оценки в вегетационный период 2022 года выявлены перспективные сорта, сочетающие высокую урожайность, устойчивые к неблагоприятным факторам внешней среды и вредным организмам зоны. Наиболее урожайными были сорта Тулунский ранний, Вармас (12,3 т/га), Терра (12,5 т/га), Якутянка (13,0 т/га). По результатам метаболомного анализа клубней картофеля с использованием метода главных компонентов, установлено, что сорта Розара, Эликс ред и Тулеевский с низкой урожайностью отчетливо выделяются среди других сортов. Показано, что в клубнях картофеля с низкой урожайностью повышается содержание аминокислот, таких как 5-оксипролин, глутамин, аланин, аспарагин, орнитин, пролин, лейцин, серин, ГАМК, валин и тирозин. Результаты исследований могут быть применены в производстве картофеля для увеличения сортимента, возделываемого в условиях Центральной Якутии картофеля и более широкого внедрения столовых сортов, что позволит полнее удовлетворять потребность населения в качественном картофеле.

Ключевые слова: картофель, урожайность, селекция, сорт, агротехника, метаболомный анализ, вегетационный период

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания ЯНИИСХ ЯНЦ СО РАН «Комплексные междисциплинарные исследования по сохранению и пополнению коллекции генетических ресурсов растений в криолитозоне» (FWRS-2021-0048).

Original article

STUDYING POTATO VARIETIES AND IDENTIFYING PROMISING FOR GROWING IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA USING METABOLOMAL ANALYSIS

N.S. Yakovleva¹, I.V. Sleptsov^{1,2}, Yu.G. Ambrosova^{1,3}, P.P. Okhlopko¹

¹M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture — Division of Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Yakutsk, Russia

²Institute for Biological Problems of Permafrost SB RAS, Yakutsk, Russia

³Arctic State Agrotechnological University, Oktem Branch, Yakutsk, Russia

Abstract. The results of evaluation of potato 9 varieties in the conditions of Central Yakutia are presented. The natural and climatic conditions of the agricultural regions of Yakutia are extreme and are distinguished by the following features: low fertility of permafrost soils, which usually have an alkaline reaction (pH — 7.8), a short growing season (65–70 days), a small amount of precipitation during the summer period (106–120 mm), in summer sharp temperature changes from day to night, late spring (June) and early autumn (August) frosts, dry winds in June–July, a long period (8–9 months) of storage of agricultural products. As a result of a comprehensive assessment in the growing season of 2022, promising varieties were identified that combine high productivity, resistance to adverse environmental factors and pests of the zone. The most productive varieties were Tulunsky early, Varmas (12.3 t/ha), Terra (12.5 t/ha), Yakutyanka (13.0 t/ha). According to the results of the metabolomic analysis of potato tubers, it was found that the varieties Rozara, Elix red and Tuleevsky with low yields are clearly separated by the method of principal components from other varieties. It has been shown that the content of amino acids, such as 5-oxoproline, glutamine, alanine, asparagine, ornithine, proline, leucine, serine, GABA, valine and tyrosine, increases in potato tubers with low yields. The results of the research can be applied in the production of potatoes to increase the assortment of potatoes cultivated in the conditions of Central Yakutia and the wider introduction of table varieties, which will better satisfy the population's need for high-quality potatoes.

Keywords: potato, productivity, selection, variety, agricultural technology, metabolomic analysis, growing season

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the state task of the YANIISH YSC SB RAS «Comprehensive interdisciplinary research on the conservation and replenishment of the collection of plant genetic resources in the permafrost zone» (FWRS-2021-0048).

Введение. Картофель занимает одно из лидирующих мест среди продукции растениеводства Якутии, используемой для питания населения. Около 8–9 тыс. Га пахотных земель региона используется для выращивания картофеля. Урожайность картофеля в Центральной Якутии достигает 80–100 ц/га. Для полного обеспечения населения республики картофелем местного

производства необходимо не менее 150 тыс. т клубней ежегодно.

Природно-климатические условия земледельческих районов Якутии являются экстремальными и отличаются следующими особенностями: невысокое плодородие мерзлотных почв, имеющих обычно щелочную реакцию, короткий вегетационный период (65–70 дней), неболь-

шое количество осадков за летний период (106–120 мм), летом резкие перепады температур от дня к ночи, поздние весны (июнь) и ранние осени (август) заморозки, суховеи в июне–июле, длительный период (8–9 месяцев) хранения сельскохозяйственной продукции [11]. В производстве картофеля, особенно в зоне неустойчивого земледелия, необходимы сорта



адаптивного типа, устойчивые к экстремальным условиям среды и имеющие стабильную урожайность [3]. Большая часть сортов картофеля инорайонной селекции недостаточно адаптирована к условиям региона, что приводит к потерям урожайности и ее широкой вариабельности по годам. Внедрение новых сортов, способных противостоять воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, позволит полнее удовлетворять потребность населения в качественном картофеле [7, 17].

Сорта картофеля нового поколения должны обладать широкой нормой реакции на меняющиеся условия среды, высокой пластичностью и стабильностью количественных и качественных признаков, стрессоустойчивостью. Возделывание таких сортов может обеспечить реальную экономию ограниченных ресурсов и элементов питания в различных природно-климатических условиях. Интенсификация картофелеводства неразрывна с созданием и широким использованием в производстве высокопродуктивных сортов, с хорошими качественными показателями, способных более эффективно отзываться на агромероприятия [13]. Благодаря новым сортам обеспечивается постоянный прогресс растениеводства по таким важнейшим параметрам как уровень, стабильность и качество урожая, устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды и вредным организмам (вредители, болезни и сорняки), потребительские свойства продукции, технологичность и снижение затрат при возделывании [1].

Целью данного исследования является оценка коллекции сортов картофеля по хозяйственно-ценным признакам и метаболомному профилированию в условиях Центральной Якутии для выявления из них наиболее перспективных.

Место проведения работ. Исследования проводили в 2023 г. в учебном хозяйстве ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ «Карпатское», которое расположена на левом берегу реки Лена, с густотой речной сети 0,3–0,5 км. В данном районе в основном преобладают мерзлотно-пойменные, нейтральные и карбонатные (пойменные дерновые включая дерново-глебовые) в комплексе с пойменными засаленными почвами. Почва участка мерзлотно-пойменная дерновая. Глубина пахотного слоя 22–24 см. По механическому составу среднесуглинистая, старопахотная, относится к категории хорошо окультуренных. Реакция почвенной среды щелочная (рН — 7,8), содержание гумуса в пахотном слое 2,4–3,0%.

В почве обнаружены аммиачный азот (следы) и нитратный — в пределах 1,0–4,0 мг/100 г почвы, содержание валового фосфора составляет 0,12–0,16%, обеспеченность калием (валового) — 1,8–2,1%, обменного — 26,2–33,2 мг/100 г почвы) достаточно высока.

Метеорологические условия. В целом зима 2021/2022 г. была малоснежной. В первой декаде октября после обильных осадков установился снежный покров высотой 2,6 см, но в связи с затяжной осенью с положительными максимальными температурами до +4,1...+7,6 °С и малым количеством осадков в третьей декаде месяца, снежный покров зафиксирован лишь на высоте 0,5 см. В декабре-январе высота снежного покрова составила лишь 10,4...17,3 см при абсолютной минимальной температуре воздуха -52,3...-50,6 °С. Максимальная высота зафиксирована в первой декаде марта 24,6 см. Средняя температура воздуха в мае составила +6,4 °С, выше, чем среднегодовое — 5,7 °С. Сумма осадков составила 18,8 мм, на уровне нормы — 19,0 мм.

Таблица 1. Метеорологические данные за вегетационный период 2022 года (по данным Покровской МС)
Table 1. Meteorological data for the growing season 2022 (according to Pokrovskaya MS)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С				Осадки, мм	
		Средне-многол.	среднее	мах	мин	Средне-многол.	мм
Май	1 дек	2,3	3,3	15,1	-8,7	4	2,4
	2 дек	6,1	5,5	17,1	-6,7	6	3,3
	3 дек	9,4	10,5	20,2	-2,1	9	18,8
	За месяц	5,7	6,4	20,2	-8,7	19	18,8
Июнь	1 дек	12,8	18,4	29,6	6,9	10	15
	2 дек	14,8	16,3	31,6	3,5	11	7,9
	3 дек	16,3	21,3	34	7	16	10,7
	За месяц	14,6	18,6	31,6	3,5	37	33,6
Июль	1 дек	18	22	34,2	6,5	18	15,7
	2 дек	18,2	22,1	34,6	14	15	51,3
	3 дек	17,9	22	34	9,6	13	21,4
	За месяц	18	22	34,6	6,5	46	88,4
Август	1. дек	17,1	19,0	27,3	4,5	17	8,5
	2 дек	14,4	15,3	24,7	4,8	14	21,3
	3 дек	13	10,7	23,3	-1,6	13	9,5
	За месяц	15,3	15,0	27,3	-1,6	44	39,3

Установленная теплая погода с осадками в конце мая благоприятно повлияла на всходы зерновых культур.

Первые всходы отмечены 3 июня. В первой декаде июня установилась теплая погода с обильными осадками. Температура воздуха составила +18,4 °С, при среднегодовом +12,8 °С. Количество осадков составило — 15,0 мм, при норме 10,0 мм. Со второй декады июня началась засуха, сумма осадков составило 18,6 мм, что ниже нормы на 8,4 мм. Температура воздуха достигала +34,0 °С, при среднегодовом +14,6 °С. В июле среднемесячная температура воздуха была 22,0 °С, максимальная температура достигала +34,6 °С. Осадков выпало в 1,9 раз больше нормы — 88,4 мм. Большая часть осадков выпала во второй декаде июля. С начала до середины августа установилась теплая погода, в третьей декаде температура была ниже нормы на 2,3 °С. Обильные дожди выше нормы отмечены во второй декаде — 21,3 мм при норме — 14 мм (табл. 1).

Методика исследований. В период вегетации проводили учеты и наблюдения согласно методике исследования по культуре картофеля, ВНИИКС, 1967 г. [8].

В пробной копке в период максимального развития растений учитывали общий вес клубней и ботвы, структуру клубней, высоту и их кустистость. Учет урожая проводили методом сплошной копки, в клубнях определяли содержание крахмала, сухого вещества, аскорбиновой кислоты и нитратов [9,10].

За период вегетации в опыте было проведено 3 полива — 250–300 м³/га. Уход за посадками состоял в культивации по всходам и глубоком окучивании.

Агротехника на опытном участке — общепринятая по республике. Учеты и наблюдения проводили согласно методике исследований по культуре картофеля [10]. Полученные данные подвергли математической обработке с использованием методики полевого опыта Б.А. Доспехова [2], программ SNEDECOR, Microsoft Excel.

Для определения сухих веществ клубни картофеля подвергали лиофильному высушиванию на сублиматоре CX Техника Lab 3 (Россия).

Для метаболомного анализа 10 мг лиофилизированных клубней картошки экстрагировали в 1 мл метанола. Полученный экстракт вы-

паривали при 40° С на ротаторном испарителе, сухой остаток растворяли в 50 мкл пиридина. Для получения летучих триметилсилил-производных (ТМС) проводили дериватизацию с использованием 50 мкл N,O-бис-(триметилсилил) трифторацетамида (BSTFA) в течение 15 мин при 100° С. Анализ проводили методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) на хроматографе «Маэстро» (Россия) с квадрупольным масс-спектрометром Agilent 5975C (США), колонка HP-5MS, 30 м × 0,25 мм. Для хроматографии использовали линейный градиент температуры от 70°С до 320°С со скоростью 4°С/мин при потоке газа (гелий) 1 мл/мин. Сбор данных осуществляли с помощью программного обеспечения Agilent ChemStation. Количественную интерпретацию хроматограмм проводили методом внутренней стандартизации по углеводороду C₃₃ [12]. Обработка и интерпретация масс-спектрометрической информации проводилась с использованием стандартной библиотеки NIST 2011.

Содержание сухих веществ и метаболомный анализ выполняли в четырех биологических и аналитических повторностях. Полученные результаты представлены в виде средней арифметической величины и ее стандартного отклонения (M±SD). Сравнение средних значений выборок проводили методом ANOVA. Расчет проводился с помощью пакета AnalystSoft, StatPlus — программа статистического анализа, Vol.2007.

Фенологические показатели роста и развития растений. Посадку сортов картофеля в коллекционном питомнике проводили 03 июня 2022 г. Полные входы картофеля появлялись на 21–25 день. Ранние всходы наблюдались у стандартного сорта Тулунский ранний и Якутянка. Фаза бутонизации наблюдалась с 25 июня по 9 июля. Первое цветение было отмечено у сортов Розара, Аляска, Тулеевский, Тулунский ранний, Якутянка. Сорта убирали по зеленой ботве, пожелтение листьев в нижнем ярусе, отмечено у сорта Тулунский ранний (табл. 2).

Большую роль в формировании высоких урожаев картофеля имеет количество основных стеблей, высота растений и ассимиляционная поверхность листьев. Рост и развитие растений находится в прямой зависимости от сортовых особенностей и условий выращивания. Эти показатели определяли перед бутонизацией,



а высоту основных стеблей — в период максимального развития листовой поверхности — в фазе цветения. Изучаемые сорта картофеля отличались по высоте растения и по количеству основных стеблей на одном кусте.

Высота растений у разных сортов картофеля варьировала в зависимости от их биологических особенностей и условий выращивания. Максимальная высота растений отмечена у сортов Розара, Северное сияние и Эликс — 55,0-59,0 см.

В среднем за 2022 г. по количеству стеблей в одном кусте выделялись сорта Розара (4,3 шт./раст.), Эликс (4,2 шт./раст.). Наибольшее количество основных стеблей сформировал сорт Розара, минимальное количество стеблей сформировали сорта Аляска (3,0 шт./раст.). Коэффициент вариации в среднем 16,1%.

Формирование урожая и потребность растений картофеля в элементах питания тесно связаны, как и у других сельскохозяйственных растений, с особенностями роста и развития листовой поверхности, которая не остается неизменной в течение всей вегетации. Листья играют основную роль в создании органического вещества, из которого впоследствии, в том числе и образуются клубни.

В Центральной Якутии площадь ассимиляционной поверхности у картофеля обычно далеко не достигает размеров, характерных для средней полосы европейской части России. В зависимости от погодных условий, питания и типа почв площадь листовой поверхности на посевах картофеля изменялась в пределах 12-27 тыс. м²/га.

Изучаемые сорта картофеля формировали достаточно высокую площадь листьев. В год исследований листовая поверхность у растений картофеля варьировала в пределах от 0,42 до 0,68 м²/куст. Наибольшую ассимиляционную поверхность в год наблюдения сформировали сорта Северное сияние, Розара, Эликс 0,64-0,68 м²/куст., а наименьшую — сорта Аляска и Тулеевский — 0,42 м²/куст. Ассимиляционная поверхность у стандартных сортов Тулунский — 0,57 м²/куст, сорта Вармас — 0,55 м²/куст.

Количество сформировавшихся клубней у сортов картофеля варьирует от 3,7-3,8 (сорта Аляска, Тулеевский) до 7,4-8,5 шт./куст. (сорта Вармас, Розара, Эликс, Якутянка, Тулунский ранний,) (табл. 2). Наиболее урожайными оказались сорта Тулунский ранний, Терра, Вармас, Якутянка (12,5-13,0 т/га). Сорт Эликс оказался не устойчивым к условиям засухи, урожайность клубней которого была существенно ниже, по сравнению со стандартными сортами (на 5,7-6,6 т). Высокую товарность обеспечивали сорта Вармас (81,6%), Тулунский ранний (85,0%), Якутянка (87,0%) и Терра (88,6%) (табл. 3).

Оценка сортов картофеля на поражаемость болезнями показала, что сорта были устойчивы к вирусным болезням, кроме сорта Эликс, у которого при глазомерной оценке обнаружена мозаичная мозаика (3 балла).

При дегустационной оценке клубней картофеля были установлены хороший вкус клубней, развариваемость и нежная консистенция мякоти у сортов Северное сияние и Терра (табл. 4).

Биохимический состав клубней картофеля. Исследовано содержание сухих веществ в некоторых сортах клубня картофеля, выращенных на территории Центральной Якутии (рис. 1). Показано, что минимальные значения сухих веществ в клубнях картофеля были зафиксированы у сортов Северное сияние, Эликс ред и Якутянка, что может свидетельствовать об большем накоплении воды в тканях.

Таблица 2. Продолжительность межфазных периодов сортов картофеля, 2022 г.
Table 2. Duration of interphase periods of potato varieties, 2022

№	Сорта	Посадка-полные всходы-	Полные всходы — начало бутозации	Начало бутонизации-полное цветение	Полное цветение-завядание ботвы (уборка)
1	Вармас	14	38	2	38
2	Тулунский ранний	12	36	2	34
3	Якутянка	12	36	2	37
4	Розара	14	38	3	37
5	Аляска	14	38	3	37
6	Северное сияние	14	-	-	-
7	Терра	14	41	-	-
8	Тулеевский	14	38	4	37
9	Эликс	14	41	5	41

Таблица 3. Урожайность и товарность клубней картофеля, 2022 г.
Table 3. Yield and marketability of potato tubers, 2022

№	Сорт	Количество клубней, шт./куст	Товарность, %	Урожайность, т/га
1	Вармас — st	7,4	81,6	12,3
2	Тулунский ранний — st	8,5	85,0	12,8
3	Якутянка — st	8,4	87,0	13,0
4	Розара	7,8	66,5	7,9
5	Аляска	3,7	77,6	9,5
6	Северное сияние	6,3	51,3	9,0
7	Терра	4,8	88,6	12,5
8	Тулеевский	3,8	76,9	8,9
9	Эликс	8,3	46,2	6,2
	НСП ₀₅	-	-	1,2

Таблица 4. Оценка сортов картофеля по потребительским качествам, 2022 г.
Table 4. Evaluation of potato varieties by consumer qualities, 2022

№	Сорт	Консистенция мякоти	Развариваемость, балл	Вкус клубней, балл
1	Вармас — st	Грубая	1	3
2	Тулунский ранний — st	Нежная	3	4
3	Якутянка — st	Нежная	3	4
4	Розара	Водянистая	1	3
5	Аляска	Грубая	2	2
6	Северное сияние	Нежная	3	4
7	Терра	Нежная	3	4
8	Тулеевский	Грубая	1	4
9	Эликс	Грубая	3	3

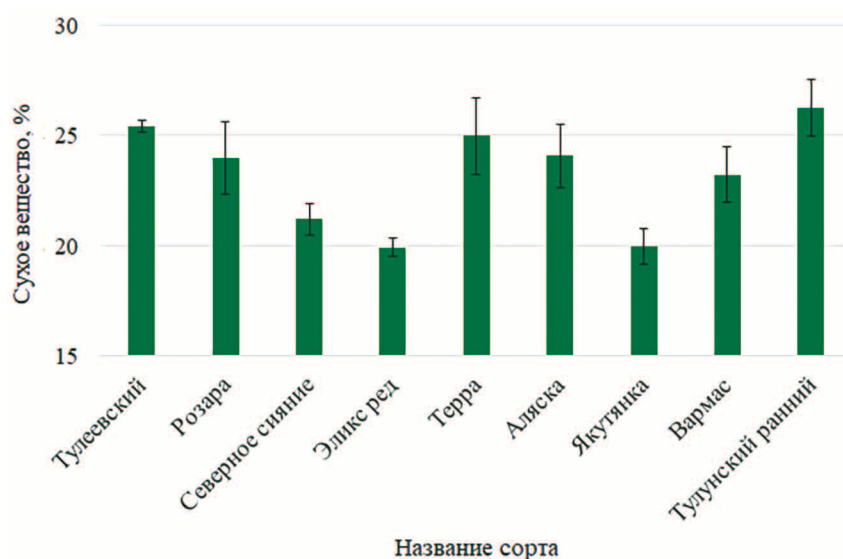


Рисунок 1. Содержание сухих веществ в клубнях некоторых сортов картофеля, выращенных на территории Якутии
Figure 1. Dry matter content in tubers of some potato varieties grown in Yakutia



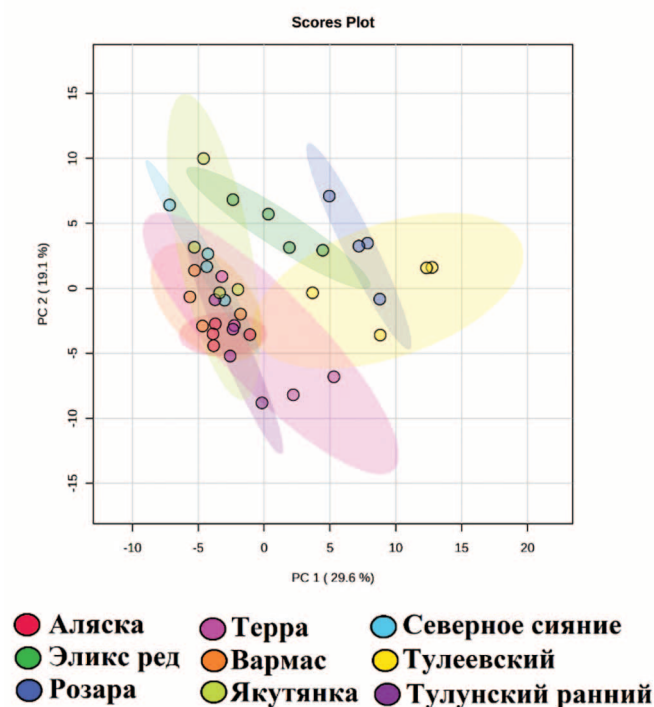


Рисунок 2. Распределение метаболомов в клубнях некоторых сортов картофеля, выращенных на территории Центральной Якутии
Figure 2. Distribution of metabolomes in tubers of some potato varieties grown in Central Yakutia

Максимальные значения были зафиксированы для сортов Тулеевский, Розара, Терра, Аляска, Вармас, Тулеевский ранний, где содержание сухих веществ варьировалось от 23 до 26% в пересчете на исходную массу.

В работах, проводившихся в Тамбовской области установлено, что в сортах картофеля Розалинда, Крепыш и Ред Леди содержание сухих веществ в клубнях колебалось от 17 до 19% [14]. Другими исследователями показано, что в сортах картофеля Валентина, Люкс, Алена, Жуковский ранний выращенных в Тюменская области содержание сухого вещества варьировалась от 18 до 23% [5].

Таким образом, показано, что исследованные сорта картофеля, выращенные в учебном хозяйстве «Карпатское», содержат больше сухих веществ в клубнях по сравнению с сортами, культивируемыми в Тюменской и Тамбовской областях, что может быть связано с засушливым климатом на территории Якутии.

Известно, что в настоящее время при изучении картофеля значительная часть исследований уделяется метаболическим процессам для выяснения механизмов, ответственных за продуктивность, накопление веществ, которые определяют вкусовые и питательные качества, сохранение качества клубней при хранении, устойчивость растений к патогенам [18].

Проведен метаболомный анализ клубней картофеля сортов Тулеевский, Розара, Терра, Аляска, Вармас, Тулунский ранний, Северное сияние, Эликс ред и Якутянка выращенных на территории Центральной Якутии. Для статистического анализа полученных метаболомных данных была создана матрица, в которой отражены метаболомные профили исследованных сортов клубней картофеля (рис. 2). Построенный профиль включал 36 наблюдений по 98 метаболитам.

Полученный массив данных был обработан методом главных компонент (PCA). По результатам анализа установлено, что точки, являющиеся отражением метаболома клубней картофеля, разделились на 2 основные группы, в 1 группу входили сорта картофеля: Розара, Эликс ред и Тулеевский. В 2 группу: Терра, Аляска, Вармас, Тулеевский ранний, Северное сияние и Якутянка. Следует отметить, что сорта картофеля, входящие в 1 группу, имеют минимальные значения урожайности, что может свидетельствовать об эффективности метаболомного профайлинга для предпосевной диагностики урожайности картофеля на территории Центральной Якутии. Известно, что различия метаболомов картофеля между группами селекционных и аборигенных сортов были незначительны и сопоставимы с различиями, которые выявляются при анализе растений, выращенных в разных экологических условиях [15]. Таким образом, для каждого региона характерны свои специфические метаболомные профили клубней, полученные в результате селекционных работ и адаптации к определенной климатической зоне, которые позволяют картофелю поддерживать высокую урожайность и ценные потребительские качества.

Основные метаболиты, оказавшие наибольший вклад в разделение метаболомов в клубнях некоторых сортов картофеля представлены на тепловой карте (рис. 3).

Показано, что у сортов Розара, Эликс ред и Тулеевский, имевших минимальные значения урожайности, отмечалось высокая концентрация 5-оксипролина, глутамин, аланина, аспарагина, орнитина, пролина, лейцина, серина, γ-аминомасляной кислоты (ГАМК) и сахарозы в клубнях. Следует отметить, что в клубнях картофеля сортов Розара и Тулеевский зафиксировано наибольшее содержание глицина, валина,

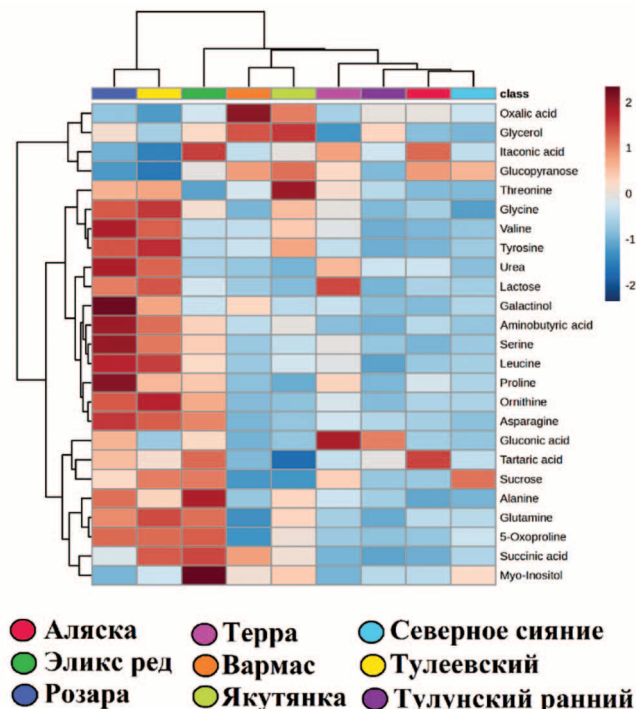


Рисунок 3. Тепловая карта метаболитов в клубнях некоторых сортов картофеля, выращенных на территории Якутии
Figure 3. Heat map of metabolites in tubers of some potato varieties grown in Yakutia

тирозина, мочевины и галактинола. Таким образом, можно предположить, что высокое содержание свободных аминокислот в клубнях способствует низкой урожайности картофеля на территории Центральной Якутии. Авторами [16] показано, что при недостатке влаги в клубнях картофеля накапливались аминокислоты, которые являются осмопротекторами.

В другой работе также показано, что сорт картофеля с низкой устойчивостью к засухе накапливал большее количество ГАМК и пролина при дефиците влаги [19]. Таким образом высокое содержание аминокислот в клубнях картофеля сорта Розара, Эликс ред и Тулеевский может свидетельствовать о их низкой устойчивости к засушливому климату, который характерен для территории Якутии.

Выводы. По итогам исследований, проведенных вегетационный период 2022 года в почвенно-климатических условиях Центральной Якутии, для получения условий продукции рекомендуется использовать такие сорта картофеля, как Якутянка, Вармас, Тулунский ранний и Терра, которые формируют высокие урожаи клубней с хорошими потребительскими качествами при длительном недостатке влаги и высоких температурах воздуха в период начала цветения — образования клубней.

Установлено, что исследованные сорта картофеля, выращенные на территории Центральной Якутии, имеют высокое содержание сухих веществ по сравнению с выращенными в Тамбовской и Тюменской области. Методом главных компонент показано отчетливое разделение метаболомов клубней сортов картофеля с низкой урожайностью на территории Центральной Якутии (Розара, Эликс ред и Тулеевский) от сортов с высокой урожайностью (Терра, Аляска, Вармас, Тулеевский ранний, Северное сияние, и Якутянка). Установлено, что в клубнях



картофеля с низкой урожайностью повышается содержание аминокислот, таких как 5-оксипролин, глутамин, аланин, аспарагин, орнитин, пролин, лейцин, серин, ГАМК, валин и тирозин. Таким образом, данное исследование показало эффективность метаболомного профайлинга для предпосевной диагностики сортов картофеля на территории Центральной Якутии.

Список источников

1. Бакунов А.Л., Дмитриева Н.Н. Экологическая пластичность перспективных сортов и гибридов картофеля в условиях Самарской области. Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: материалы научно-практической конференции и координационного совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства». М., 2008. Т. 1. С. 198-202
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 351 с.
3. Жученко А.А. Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве сельскохозяйственных культур. Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений. М., 1995. С. 3-19.
4. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчетов и анализ: метод. Рекомендации/ ВАСХНИЛ Сибирское отделение. Новосибирск, 1984. 24 с.
5. Казак А.А., Логинов Ю.П., Гаизатулин А.С. Экологическая оценка сортов картофеля при выращивании по разным предшественникам в северной лесостепи Тюменской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (166). С. 85-93.
6. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. Гродно, 2011. С. 45-67.
7. Лукина Ф.А., Охлопкова П.П. Оценка новых сортов картофеля при выращивании в Якутии // Наука и образование. 2005. №(38). С. 112-114.
8. Методика исследования по культуре картофеля. М.: НИИХ, 1967. 262 с.
9. Методические положения по проведению оценки сортов картофеля на испытательных (тестовых) участках. ВНИИХ, М.2013.
10. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. СПб., 2010. 26 с.
11. Охлопкова П.П. Картофель Якутии. Якутск: Изд-во СО РАН, 2004. 184 с.
12. Петрова Н.В., Сазанова К.В., Медведева Н.А., Шаварда А.Л. Особенности метаболомного профиля на разных стадиях онтогенеза *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) при выращивании в климатической камере // Химия растительного сырья. 2018. № 3. С. 139-147. (DOI: 10.14258/jcrpm.2018033798)
13. Серегина Н.И. Сорт, качество, технология — факторы высокой урожайности картофеля // Картофель и овощи. 2012. № 6. С. 7-8.
14. Утешев В.Ю., Новикова Д.А., Конюхова А.А. Агро-технологическая оценка сортов картофеля отечественной

и зарубежной селекции // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2. С. 248.

15. Dobson G., Shepherd T., Verrall S.R., Conner S., McNicol J.W., Ramsay G., Shepherd L.V., Davies H.V., Stewart D. Phytochemical diversity in tubers of potato cultivars and landraces using a GC-MS metabolomics approach. J. Agric. Food Chem. 2008;56(21):1028010291. DOI 10.1021/jf801370b.
16. Drapal M., Vignolo E.R.F., Rosales R.O.G., Bonierbale M., Mihovilovich E., Fraser P.D. Identification of metabolites associated with water stress responses in *Solanum tuberosum* L. clones. Phytochemistry, 2017, 135: 24-33 (doi: 10.1016/j.phytochem.2016.12.003).
17. Okhlopova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. Selection evaluation of hybrids potato of preliminary testing under the conditions of Yakutia // Emerging Threats for Human Health Impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases: program and abstract book. Якутск: ДК Эрэл, 2018. С. 79.
18. Puzanskiy R.K., Gavrilenko T.A., Shishova M.F., Yemelyanov V.V. The perspectives of metabolomic studies of potato plants // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2017. V. 7. P. 744-756.
19. Vasquez-Robinet C., Mane S.P., Ulanov A.V., Watkinson J.I., Stromberg V.K., De Koeper D., Schafleitner R., Willmot D.B., Bonierbale M., Bohnert H.J., Grene R. Physiological and molecular adaptations to drought in Andean potato genotypes. J. Exp. Bot., 2008, 59(8): 2109-2123 (doi: 10.1093/jxb/ern073).

References

1. Bakunov A.L., Dmitrieva N.N. (2008). *Ehkologicheskaya plastichnost' perspektivnykh sortov i gibridov kartofelya v usloviyakh Samarskoi oblasti* [Ecological plasticity of promising potato varieties and hybrids in the Samara region] *Kartofelevodstvo: rezul'taty issledovaniy, innovatsii, prakticheskii opyt: materialy «Nauchnoe obespechenie i innovatsionnoe razvitiye kartofelevodstva»*, no. 1. pp. 198-202.
2. Dospikhov B.A. (1973). *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow, Kolos, 351 p.
3. Zhuchenko A.A. (1995). *Problemy adaptatsii v selektsii, sortoispytanii i semenovodstve sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Problems of adaptation in breeding, variety testing and seed production of agricultural crops]. Geneticheskie osnovy selektsii sel'skokhozyaystvennykh rastenii, pp. 3-19.
4. Zykin V.A. & Meshkov V.V. & Sapega V.A. (1984). *Parametry ehkologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rastenii, ikh raschetov i analiz: metod. rekomendatsii* [Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculations and analysis: method. recommendations], VASKHNIL, 24 p.
5. Kazak A.A. & Loginov YU. P. & Gaizatulina A.S. (2021). *Ehkologicheskaya otsenka sortov kartofelya pri vyrashchivaniy po raznym predshestvennikam v severnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti* [Ecological assessment of potato varieties grown according to different predecessors in the northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 1 (166), pp. 85-93.
6. Korzun O.S. & Bruilo, A.S. (2011). *Adaptivnye osobennosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh ras-*

tenii: posobie [Adaptive features of breeding and seed production of agricultural plants: manual], Grodno, pp. 45-67.

7. Lukina F.A. & Okhlopova P.P. (2005). *Otsenka novykh sortov kartofelya pri vyrashchivaniy v Yakutii* [Evaluation of new potato varieties when growing in Yakutia]. *Nauka i obrazovanie*, no. 2 (38), pp. 112-114.
8. *Metodika issledovaniya po kul'ture kartofelya* (1967). [Methods of research on potato culture], NIISKH, 262 p.
9. *Metodicheskie polozheniya po provedeniyu otsenki sortov kartofelya na ispytatel'nykh (testovykh) uchastkakh* [Methodological provisions for the evaluation of potato varieties on test (test) sites], 2013, VNIISKH, 28 p.
10. *Metodicheskie ukazaniya po podderzhaniiyu i izucheniyu mirovoi kolektsii kartofelya*. [Guidelines for maintaining and studying the world potato collection], 2010, 26 p.
11. Okhlopova P.P. (2004). *Kartofel' Yakutii* [Yakutia potatoes], Yakutsk, SO RAN, 184 p.
12. Petrova N.V. & Sazanova K.V. & Medvedeva N.A. & Shavarda A.L. (2018). *Osobennosti metabolomnogo profilya na raznykh stadiyakh ontogeneza Prunella vulgaris (Lamiaceae) pri vyrashchivaniy v klimaticheskoi kamere* [Features of the metabolomic profile at different stages of ontogenesis of *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) when grown in a climatic chamber]. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, no. 3, pp. 139-147. (DOI: 10.14258/jcrpm.2018033798)
13. Seregina N.I. (2012). *Sort, kachestvo, tekhnologiya — faktory vysokoi urozhainosti kartofelya* [Variety, quality, technology — factors of high potato yield], *Kartofel' i ovoshchi*, no. 6, pp. 7-8.
14. Uteshev V. YU. & Novikova D.A. & Konyukhova A.A. (2019). *Agrotekhnologicheskaya otsenka sortov kartofelya otchestvennoi i zarubezhnoi selektsii* [Agrotechnological evaluation of potato varieties of domestic and foreign selection]. *Nauka i Obrazovanie*, no. 2, p. 248.
15. Dobson G., Shepherd T., Verrall S.R., Conner S., McNico, J.W., Ramsay G., Shepherd L.V., Davies H.V. & Stewart D. (2008). Phytochemical diversity in tubers of potato cultivars and landraces using a GC-MS metabolomics approach. J. Agric. Food Chem, p. 21.
16. Drapal M., Vignolo E.R.F., Rosales R.O.G., Bonierbale M., Mihovilovich E., Fraser P.D. (2017). Identification of metabolites associated with water stress responses in *Solanum tuberosum* L. clones. *Phytochemistry*, vol. 135, pp. 24-33.
17. Okhlopova P.P., Yakovleva N.S. & Efremova S.P. (2018). Selection evaluation of hybrids potato of preliminary testing under the conditions of Yakutia. *Emerging Threats for Human Health Impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases: program and abstract book*. Yakutsk: DK Ehrehl, p. 79.
18. Puzanskiy R.K., Gavrilenko T.A., Shishova M.F. & Yemelyanov V.V. (2017). The perspectives of metabolomic studies of potato plants. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, vol. 7, pp. 744-756.
19. Vasquez-Robinet C., Mane S.P., Ulanov A.V., Watkinson J.I., Stromberg V.K., De Koeper D., Schafleitner R., Willmot D.B., Bonierbale M., Bohnert H.J. & Grene R. (2008). Physiological and molecular adaptations to drought in Andean potato genotypes. J. Exp. Bot., 59(8): 2109-2123 (doi: 10.1093/jxb/ern073).

Информация об авторах:

Яковлева Нарьяа Семеновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории картофелеводства и агроэкологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7875-9728>, naria820513@mai.ru

Слепцов Игорь Витальевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5980-579X>, WOS Research ID J-7736-2018, Scopus Author ID 57200540770, ID РИНЦ 763903, neroxasg@mail.ru

Амбросова Юлия Германовна, магистрант, Арктический государственный агротехнологический университет, Октский филиал, juliaemeyanova090@gmail.com

Охлопкова Полина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией картофелеводства и агроэкологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>, okhlopova.49@mail.ru

Information about the authors:

Naria S. Yakovleva, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the laboratory of potato growing and agroecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7875-9728>, naria820513@mai.ru

Igor V. Sleptsov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Institute of Biological Problems of the Cryolithozone SB RAS, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5980-579X>, WOS Research ID J-7736-2018, Scopus Author ID 57200540770, RSCI ID 763903, neroxasg@mail.ru

Yulia G. Ambrosova, master's student, Arctic State Agrotechnological University, Osktensky branch, juliaemeyanova090@gmail.com

Polina P. Okhlopova, doctor of agricultural sciences, head of potato growing laboratory, ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>, okhlopova.49@mail.ru





Научная статья

УДК 633.11:631.52+631.87

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_638

ПРИМЕНЕНИЕ РОСТОСТИМУЛЯТОРОВ В ПЕРВИЧНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

С.И. Кривошеев, В.А. Шумаков

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по применению ростостимулирующих препаратов для предпосевной обработки семян в первичном семеноводстве мягкой яровой пшеницы сорта Дарья. В качестве ростостимуляторов в лабораторных и полевых опытах изучены препараты: Корневин и его двухкомпонентные сочетания с Гуми-20 Кузнецова, с суспензией хлореллы и с янтарной кислотой, а также комбинация янтарной кислоты с суспензией хлореллы. В лабораторных опытах существенное увеличение всхожести на 2,0-2,5% получено от применения двухкомпонентных стимуляторов роста Корневина + суспензия хлореллы, Корневин + янтарная кислота и янтарная кислота + суспензия хлореллы. Высота растений и длина корней, а также их воздушно-сухая масса, в этих вариантах, была максимальной. В полевых опытах наиболее высокая урожайность зерна яровой пшеницы получена у растений из целого колоса и из семян в варианте Корневин + янтарная кислота, где превышение над контролем составило 0,61 и 0,53 т/га (25,1 и 12,3%) соответственно. Незначительно отстали по урожайности двухкомпонентные комбинации: янтарная кислота + суспензия хлореллы и Корневин + суспензия хлореллы. Максимальный выход семенной фракции 2,25-3,25 мм получен в варианте янтарная кислота + суспензия хлореллы. Влияние стимуляторов роста, изучаемых в опыте, проявилось на семенном материале в последствии в вариантах Корневин + янтарная кислота и янтарная кислота + суспензия хлореллы. Проростки на этих вариантах отличались большей высотой и длиной корневой системы и имели повышенную воздушно-сухую массу. На основании результатов исследований для замачивания целых колосьев и семян яровой пшеницы сорта Дарья рекомендуется использовать водный раствор двухкомпонентных ростостимуляторов Корневин (1 г/л воды) + янтарная кислота (1 г/л воды) и янтарная кислота (1 г/л воды) + суспензия хлореллы (разбавленная водой 1:4).

Ключевые слова: ростостимуляторы, Корневин, суспензия из микроводорослей хлореллы, янтарная кислота, первичное семеноводство яровой пшеницы, двухкомпонентные ростостимуляторы

Original article

THE USE OF GROWTH STIMULATORS IN PRIMARY SEED PRODUCTION OF SPRING WHEAT

S.I. Krivosheev, V.A. Shumakov

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Abstract. The article presents the results of research on the use of growth-stimulating preparations for pre-sowing seed treatment in primary seed production of soft spring wheat of the Darya variety. As growth stimulators in laboratory and field experiments the following preparations were studied: Kornevin, and its two-component combinations with Kuznetsov's Gumi-20, with chlorella suspension and with succinic acid, as well as a combination of succinic acid with chlorella suspension. In the laboratory experiments a significant increase in germination by 2.0-2.5% was obtained from the use of two-component growth stimulators Kornevin + chlorella suspension, Kornevin + succinic acid and succinic acid + chlorella suspension. The height of the plants and the length of the roots, as well as their air-dry mass, in these variants was maximum. In the field experiments the highest yield of spring wheat grain was obtained from plants grown from a whole ear and from seeds in the Kornevin + succinic acid variant, where the excess over the control was 0.61 and 0.53 t/ha, respectively (25.1 and 12.3%). Two-component combinations of succinic acid + chlorella suspension and Kornevin + chlorella suspension lagged slightly behind in yield. The maximum yield of the seed fraction of 2.25-3.25 mm was obtained in the variant of succinic acid + chlorella suspension. The effect of growth stimulators studied in the experiment was displayed on the seed material in the aftereffect in the variants of Kornevin + succinic acid and succinic acid + chlorella suspension. The seedlings in these variants differed in greater height and length of the root system and had an increased air-dry mass. Based on the research results, it is recommended to use an aqueous solution of two-component growth stimulators Kornevin (1 g/l of water) + succinic acid (1 g/l of water) and succinic acid (1 g/l of water) + chlorella suspension (diluted with water 1:4) for soaking whole ears and seeds of spring wheat of Daria variety.

Keywords: growth stimulators, Kornevin, suspension of chlorella microalgae, succinic acid, primary seed production of spring wheat, two-component growth stimulators

Введение. Рост является одним из важных факторов продукционного процесса растений. Под ним принято понимать необратимое увеличение размеров и массы клеток органов или всего организма, связанное с новообразованием их структур [1].

Корневая система яровой пшеницы представлена зародышевыми и узловыми корнями, степень развития которых у разных сортов является фактором, предопределяющим морфогенез наземных органов, содержания пигментов фотосинтеза [2, 3]. Для яровой пшеницы зародышевые корни, состоящие из главного, нижней и верхней пары придаточных корней, имеют исключительно высокое значение при засухе, когда развитие узловых корней может не наблюдаться [4].

Растения с низкой активностью ростовых процессов, как правило, имеют невысокую конкурентную способность, медленно развиваются и формируют пониженную продуктивность [5, 6]. В отличие от них растения яровой пше-

ницы с активно развивающимися корешками и ростками на ранних этапах органогенеза будут иметь преимущество, что даст возможность избежать негативного воздействия почвенной засухи, а ростки обеспечат высокую конкурентную способность по отношению к сорнякам за счет быстрого формирования фотосинтетического аппарата [7].

О качестве проростков и в определенной мере о продуктивности растений судят по мощности развития зародышевой корневой системы [8, 9]. На этапе роста проростков стимуляторы развития семян оказывают наиболее сильное влияние [10]. Янтарная кислота повышает энергию прорастания, всхожесть семян и увеличивает длину проростков у мягкой яровой пшеницы [11, 12]. Однако основным недостатком препаратов является низкая эффективность стимуляции, связанная с их однокомпонентностью. С другой стороны, при создании комплексного препарата наличие компонентов в определенных концентрациях способ-

ствует кратному увеличению стимулирующей способности на конкретной почве [13].

В предыдущей работе на основании проведенных лабораторных исследований на озимой пшенице нами рекомендовано для получения высокой всхожести и хорошо развитых проростков из целых колосьев ростостимулятор Корневин (1 г/л воды) + суспензия хлореллы (разведение водой 1:4) [14].

В данной статье представлены результаты дальнейших исследований по изучению применения ростостимуляторов для предпосевной обработки семян в первичных питомниках мягкой яровой пшеницы с целью увеличения эффективности работы с семенным материалом.

Объекты и методы проведенных исследований. Полевые и лабораторные опыты проводились в лаборатории селекции и семеноводства ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2022-2023 гг.

Схема опыта представлена в таблице 1. В опытах данные комбинации ростостимулято-



ров использовали для обработки семян и замачивания целых колосьев мягкой яровой пшеницы сорта Дарья

Согласно схеме опыта, семена яровой пшеницы обрабатывали растворами стимуляторов из пульверизатора в полиэтиленовых пакетах, а целые колосья замачивали в водном растворе препаратов в течение 16-20 часов. Обработанные семена высевали по 100 шт., а колосья по 5 шт. в контейнеры, заполненные черноземной почвой. Повторность лабораторного опыта четырехкратная.

Во время проращивания почву в контейнерах периодически увлажняли, температуру воздуха окружающей среды поддерживали на уровне +18-20°C. Через 7 дней после посева пророщенные колосья и проростки семян извлекали из почвы. Корневую систему аккуратно отмывали водой из пульверизатора над ситом. Пророщенные колосья разбирали на отдельные проростки и проводили измерение длины ростков и корневой системы, учитывали число корней и воздушно-сухую массу стеблей и корней, определяли всхожесть.

Для проверки результатов лабораторных опытов был заложен полевой опыт по схеме таблицы 1. Размер опытной делянки 10,8 м² (1,8 м х 6 м), учетной делянки — 2 м² (2,2 м х 0,9 м), повторность четырехкратная. Семена яровой пшеницы высевали касетной сеялкой СКС-6-10 — 200 шт./м² с междурядьями 45 см, а колосья высаживали колосовой сеялкой по

6 колосьев/м² с междурядьями 45 см. Агротехника в опыте общепринятая для выращивания яровой пшеницы в Курской области. Дополнительно проводили междурядную обработку пропашным культиватором, оборудованным бритвами и игольчатыми боронами.

Уборку в питомнике испытания потомств первого года проводили, срезая растения вручную серпом, связывая их в снопы. В лабораторных условиях растения анализировали по элементам структуры урожая, определяли массу 1000 зерен, фракционный состав зерна и коэффициент размножения.

В опытах использовали следующие препараты:

- Корневин — регулятор роста и образования корней на основе фитогормонов ауксинов. Мы применяли Корневин, СП (5 г/кг 4 (Индол-3-ил) масляной кислоты). Масса пакета 10 г, производство ООО «Агросинтез» (Россия).
- Удобрение ГУМИ-20 Кузнецова. В его составе: гуматы натрия (действующее вещество) в пересчете на сухое вещество не менее 60%, фосфор — 0,5-2,0%, калий — 0,1-1,0% и микроэлементы природного происхождения. Это водорастворимый концентрат объемом 500 мл, изготовленный «НВП» БашИнком (Россия).
- Биостимулятор суспензии хлореллы. Изготовлен ООО «Биокомплекс» (РФ), используется всеми сельскохозяйственными культурами. В его составе: культуральная водная среда, микроводоросли *Chlorella Vulgaris*.

— Янтарная кислота, ВРП, содержание действующего вещества 50 г/кг. Производитель: ОРТОН (Россия).

Обсуждение результатов исследования.

Лабораторные опыты показали, что всхожесть зерна у яровой пшеницы сорта Дарья через 7 дней после посева целым колосом и семенами составила 97,1-100,0%, что говорит о высоких посевных качествах семян.

Существенное увеличение всхожести на 2,0-2,5% получено от применения двухкомпонентных стимуляторов роста Корневина + суспензия хлореллы, Корневин + янтарная кислота и янтарная кислота + суспензия хлореллы (табл. 2).

Степень развития проростков показывает интенсивность роста вегетативной массы у растений яровой пшеницы и влияние на нее ростостимуляторов. Высокая степень развития проростков наблюдалась от применения двухкомпонентных стимуляторов роста в 4, 5 и 6 вариантах, которая у проростков из целого колоса составила 83,0-91,0%, у проростков из семян — 71,0-79,0%. Проростки со слабой степенью развития по всем вариантам опыта составили незначительный процент, и ее величина была на уровне контроля. Так, у проростков из целого зерна их было 2,6-5,0%, а у проростков из семян — 2,0-3,5%.

Таким образом, ростостимуляторы увеличили число семян проростков со средней и высокой степенью развития.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Design of experiment

Вариант	Время замачивания, час	Доза препарата, г, мл/л воды
Контроль	16-20	0 (вода)
Корневин	16-20	1
Корневин + Гуми-20	16-20	1+2
Корневин + суспензия хлореллы	16-20	1+1:4 (разбавление водой)
Корневин + янтарная кислота	16	1+1
Янтарная кислота + суспензия хлореллы	16	1+1:4 (разбавление водой)

Таблица 2. Влияние ростостимуляторов на всхожесть и степень развития проростков у мягкой яровой пшеницы сорта Дарья (2022-2023 гг.)
Table 2. The effect of growth stimulators on germination and degree of development of seedlings in soft spring wheat of Darya variety (2022-2023)

Варианты	Всхожесть, %	Степень развития проростков, см		
		слабая	средняя	высокая
Проростки из целого колоса				
1. Контроль	97,1	5,0	26,1	66,1
2. Корневин	99,0	4,5	15,5	79,0
3. Корневин + Гуми-20	98,8	5,0	19,0	74,8
4. Корневин + суспензия хлореллы	99,5	3,5	5,0	91,0
5. Корневин + янтарная кислота	99,3	3,3	13,0	83,0
6. Янтарная кислота + суспензия хлореллы	99,6	2,6	13,0	84,0
НСР ₀₅	2,0	-	-	-
Проростки из семян				
1. Контроль	97,5	3,5	45,0	49,0
2. Корневин	99,0	3,0	35,0	61,0
3. Корневин + Гуми-20	98,5	3,5	30,0	65,0
4. Корневин + суспензия хлореллы	99,5	2,5	26,0	71,0
5. Корневин + янтарная кислота	99,5	2,0	21,5	76,0
6. Янтарная кислота + суспензия хлореллы	100,0	2,5	18,5	79,0
НСР ₀₅	1,9	-	-	-

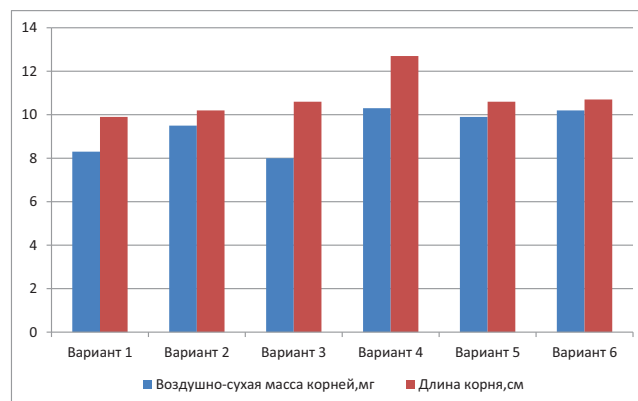


Рисунок 1. Влияние ростостимуляторов на морфофизиологические параметры корней яровой пшеницы сорта Дарья при посеве целым колосом (2022-2023 гг.)
Figure 1. The effect of growth stimulators on the morphophysiological parameters of the roots of spring wheat of Darya variety when sown with a whole ear (2022-2023)

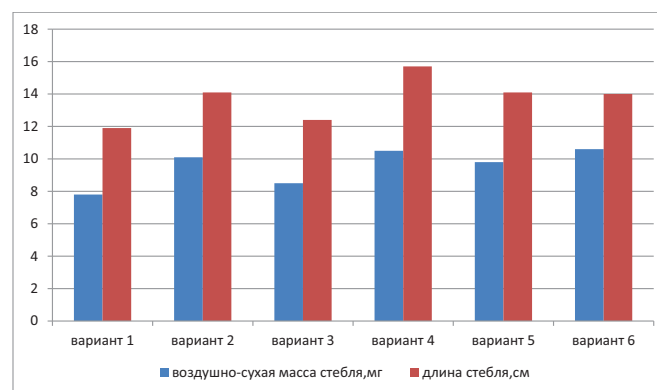


Рисунок 2. Влияние ростостимуляторов на морфофизиологические параметры стеблей яровой пшеницы сорта Дарья при посеве целым колосом (2022-2023 гг.)
Figure 2. The effect of growth stimulators on the morphophysiological parameters of the stems of spring wheat of the Darya variety when sown with a whole ear (2022-2023)





Таблица 3. Влияние ростостимуляторов на морфологические параметры проростков при проращивании семян мягкой пшеницы сорта Дарья (2022-2023 гг.)

Table 3. The effect of growth stimulators on the morphological parameters of seedlings during germination of soft wheat seeds of the Darya variety (2022-2023)

Варианты	Длина проростков, см		Воздушно-сухая масса, мг/растение	
	стебля	корня	стебля	корня
Контроль	9,6	9,9	7,5	8,2
Корневин	11,8	10,6	8,7	8,8
Корневин + Гуми-20	10,6	10,8	8,4	8,0
Корневин + суспензия хлореллы	11,5	10,7	9,0	8,9
Корневин + янтарная кислота	13,6	11,0	9,4	9,7
Янтарная кислота + суспензия хлореллы	13,3	12,0	9,9	9,4
НСР ₀₅	0,8	0,6	0,5	0,5

Таблица 4. Влияние ростостимуляторов на урожайность и фракционный состав зерна яровой пшеницы сорта Дарья (2022 г.)

Table 4. The effect of growth stimulators on the yield and fractional composition of spring wheat grain of Darya variety (2022)

Варианты	Урожайность, т/га	В том числе по фракциям, т/га		
		менее 2,25 мм	2,25-3,25 мм	более 3,25 мм
Контроль	*3,22/4,31**	0,19 /0,15	2,99/4,10	0,04/0,06
Корневин	3,73/4,79	0,30 /0,26	3,38 /4,49	0,05 /0,04
Корневин + Гуми-20	3,59/4,49	0,31/0,18	3,23/4,27	0,05/0,04
Корневин + суспензия хлореллы	3,83/4,84	0,24/0,27	3,55 /4,52	0,04/0,05
Корневин + янтарная кислота	4,03 /4,74	0,34/0,22	3,64/4,47	0,05 /0,05
Янтарная кислота + суспензия хлореллы	3,94 /4,85	0,18/0,22	3,72 /4,59	0,04/0,04
НСР ₀₅	0,31 /0,29	0,03 /0,03	0,30/0,27	-

*Числитель — урожайность зерна у растений из целого колоса;

**Знаменатель — урожайность зерна у растений из семян.

Таблица 5. Влияние предпосевной обработки семян ростостимуляторами на структуру урожая и коэффициент размножения яровой пшеницы сорта Дарья (2022 г.)

Table 5. The effect of pre-sowing seed treatment with growth stimulators on the yield formula and reproduction coefficient of spring wheat of Darya variety (2022)

Варианты	Количество продуктивных стеблей, шт./м²	Масса, г		Число зерен в 1 колосе, шт.	Коэффициент размножения
		зерна с 1 колоса	1000 зерен		
Растения из целого колоса					
Контроль	266	1,14	35,3	32,3	34,1
Корневин	324	1,07	35,3	30,0	38,6
Корневин + Гуми-20	340	0,96	35,0	27,4	36,9
Корневин + суспензия хлореллы	329	1,09	36,1	30,2	40,4
Корневин + янтарная кислота	311	1,19	36,5	32,6	41,6
Янтарная кислота + суспензия хлореллы	320	1,18	35,0	33,8	42,4
НСР ₀₅	29	0,08	1.1	1,4	2,6
Растения из семян					
Контроль	344	1,21	37,1	32,6	52,3
Корневин	392	1,16	36,2	32,0	57,0
Корневин + Гуми-20	346	1,25	37,5	33,3	54,2
Корневин + суспензия хлореллы	410	1,13	36,5	30,7	57,5
Корневин + янтарная кислота	385	1,17	37,1	31,5	56,9
Янтарная кислота + суспензия хлореллы	401	1,16	36,6	31,7	58,2
НСР ₀₅	31	0,09	1,0	2,1	3,5

Таблица 6. Влияние предпосевной обработки семян ростостимуляторами в последствии на посевные качества семян и развитие проростков у мягкой пшеницы сорта Дарья (2023 г.)

Table 6. The effect of pre-sowing seed treatment with growth stimulators in the aftereffect on the sowing qualities of seeds and the development of seedlings in soft wheat of Darya variety (2023)

Варианты	Энергия прорас-тания, %	Всхо-жесть, %	Длина проростков, см		Воздушно-сухая масса, мг/растение	
			стебля	корня	стебля	корня
Растения из целого колоса						
Контроль	96	98	11,4	12,2	9,8	7,9
Корневин	95	98	12,0	12,6	10,3	8,1
Корневин + Гуми-20	96	96	12,5	12,8	10,7	8,3
Корневин + суспензия хлореллы	96	99	12,4	12,7	11,0	8,1
Корневин + янтарная кислота	97	100	13,7	13,1	10,5	9,1
Янтарная кислота + суспензия хлореллы	97	100	12,8	13,4	10,6	9,5
НСР ₀₅	2,0	2,1	1,2	0,8	0,6	0,5
Растения из семян						
Контроль	98	99	11,6	11,9	9,8	7,9
Корневин	96	100	11,5	12,1	10,3	8,1
Корневин + Гуми-20	96	98	12,2	12,3	10,7	8,3
Корневин + суспензия хлореллы	96	98	11,9	12,0	11,0	8,1
Корневин + янтарная кислота	98	99	12,2	12,5	10,6	9,1
Янтарная кислота + суспензия хлореллы	97	100	12,8	12,6	10,7	9,4
НСР ₀₅	2,2	1,9	0,9	0,7	0,7	0,6

В лабораторном опыте проведены наблюдения за влиянием ростостимулирующих препаратов на морфологические параметры проростков, полученных из целого колоса. Значительно увеличилась воздушно-сухая масса корней через 7 дней после посева целым колосом в вариантах с замачиванием в препаратах Корневин, Корневин + янтарная кислота, янтарная кислота + суспензия хлореллы и Корневин + суспензия хлореллы, где прибавки составили 14,5-24,1% (рис. 1.).

Максимальное увеличение длины корней до 12,7 см зафиксировано при замачивании колосов в растворе препаратов Корневин + суспензия хлореллы. В этом же варианте отмечена и наибольшая длина стебля у проростка пшеницы — 15,7 см (рис. 2).

Наиболее высокая воздушно-сухая масса стебля наблюдалась у двухкомпонентных ростостимуляторов: Корневин + суспензия хлореллы и янтарная кислота + суспензия хлореллы — 10,5 и 10,6 мг/растение соответственно, что больше чем у контрольных растений на 34,6 и 35,9%.

При предпосевной обработке семян яровой пшеницы ростостимуляторами наибольшая длина проростков отмечена в вариантах Корневин + янтарная кислота и янтарная кислота + суспензия хлореллы. Длина стебля в этих вариантах составила, соответственно, 13,6 и 13,3 см, а длина корня — 11,0 и 12,0 см (табл. 3).

В варианте янтарная кислота + суспензия хлореллы получено максимальное нарастание воздушно-сухой массы, где превышение над контрольными проростками по стеблю составило 2,4 мг/растение или 32,0%, а по корню — 1,2 мг/растение или 14,6%.

Для проверки результатов лабораторных исследований были заложены полевые опыты с теми же вариантами. Данные опытов по урожайности и фракционному составу приведены в таблице 4. Наиболее высокая урожайность зерна получена у растений из целого колоса и из семян в вариантах Корневин + янтарная кислота, где превышение над контролем составило 0,61 и 0,53 т/га (25,1 и 12,3%) соответственно. Незначительно отстали по урожайности комбинации препаратов янтарная кислота + суспензия хлореллы и Корневин + суспензия хлореллы.

Урожайность растений из целых колосов была на 0,71-1,09 т/га (на 17,6-33,9%) ниже, чем у растений из семян. Этот факт объясняется тем, что у растений из колоса была недостаточная густота посева.



Семенная фракция размером 2,25-3,25 мм преобладала в составе урожая, и максимальный процент семенной фракции получен в варианте янтарная кислота + суспензия хлореллы, где у растений из целого колоса он составил 3,72 т/га (94,4%), а из семян — 4,59 т/га (94,6%). Мелкая фракция размером менее 2,25 мм у растений из целого колоса составила 0,34 т/га (8,4%) в варианте Корневин + янтарная кислота, в то время как на контроле этот показатель был равен 0,19 т/га (5,9%).

Таким образом, двухкомпонентные стимуляторы роста Корневин + суспензия хлореллы, Корневин + янтарная кислота и янтарная кислота + суспензия хлореллы, используемые для предпосевной обработки семян, существенно увеличили урожайность яровой пшеницы сорта Дарья и семенную фракцию размером 2,25-3,25 мм, как у растений из целого колоса, так и у растений из семян.

Элементы структуры урожая и коэффициенты размножения представлены в таблице 5. Элементы структуры урожая оказали разное влияние на его формирование. В основном урожайность зерна яровой пшеницы зависела от количества продуктивных стеблей на 1 м². Так, у растений из целого колоса количество продуктивных стеблей, у всех изучаемых ростостимуляторов, превосходило контрольные растения на 16,9-27,8%. У растений из семян двухкомпонентные стимуляторы роста янтарная кислота + суспензия хлореллы и Корневин + суспензия хлореллы имели существенную прибавку над контролем по числу продуктивных стеблей — на 16,6 и 19,2% соответственно.

Существенных различий по массе зерна с 1 колоса от действия изучаемых ростостимуляторов не наблюдалась. Однако на вариантах янтарная кислота + суспензия хлореллы и Корневин + янтарная кислота у растений из целого колоса отмечалась положительная тенденция к росту массы зерна с 1 колоса. Комбинация Корневин + янтарная кислота имела существенное преимущество по массе 1000 зерен у растений из целого колоса. На остальных вариантах опыта этот показатель варьировал в пределах ошибки опыта. Число зерен в колосе по вариантам опыта было на одном уровне.

Таким образом, существенное влияние на урожайность яровой пшеницы из элементов структуры урожая получено от количества продуктивных стеблей на 1 м² и от числа зерен в колосе у растений из целых колосов в варианте янтарная кислота + суспензия хлореллы.

Высокий коэффициент размножения у растений из целого колоса получен в вариантах Корневин + янтарная кислота и янтарная кислота + суспензия хлореллы, где превышение над контрольными растениями составило 22,0 и 24,3% соответственно. Этот показатель у растений из семян в варианте янтарная кислота + суспензия хлореллы был выше контроля на 11,3%. Достоверное увеличение коэффициента размножения наблюдалось в комбинации Корневин + суспензия хлореллы, Корневин + янтарная кислота.

Последствие влияния ростостимуляторов на посевные качества семян и развитие проростков представлено в таблице 6. Энергия прорастания и всхожесть семян составили 95-98 и 96-100% соответственно. Однако существенных различий между вариантами не наблюдалось.

Максимальная высота проростков и длина корня у растений из целых колосов получена в вариантах Корневин + янтарная кислота и янтарная кислота + суспензия хлореллы — 13,7 и 13,1 см, 12,8 и 13,4 см соответственно. В этих же вариантах отмечено и достоверное увеличение воздушно-сухой массы проростков при размножении целым колосом и семенами.

Выводы. На основании проведенных лабораторных и полевых опытов рекомендовано: чтобы получить семена с высокими посевными и урожайными свойствами у растений из целых колосов и семян, их необходимо замачивать в водном растворе двухкомпонентных ростостимуляторов Корневин (1 г/л воды) + янтарная кислота (1 г/л воды) и янтарная кислота (1 г/л воды) + суспензия хлореллы (разбавление в воде 1:4). Такие сочетания ростостимуляторов существенно увеличивают эффективность размножения семян яровой пшеницы сорта Дарья в питомнике испытаний потомств первого года, как в год посева, так и в последствии.

Список источников

1. Якушина Н.И., Бахтенко Е.Ю. Физиология растений. М: Владос, 2004. 464 с.
2. Красовская И.В. Закономерности строения корневой системы хлебных злаков // Ботанический журнал. 1950. Т. 35. № 4. С. 374-384.
3. Boffey, S.A., Sellden, G., Leech, R.M. (1980). Influence of Cell: Age on Chlorophyll Formation in Light-grown and Etiolated Wheat Seedlings. *Plant Physiology*, vol. 64, no. 4, pp. 680-684.
4. Добрынин Г.М. Рост и формирование хлебных и кормовых злаков. Л.: Колос, 1969. 276 с.
5. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. М.: Немчиновка, 2009. 260 с.
6. Физиологические основы селекции растений / под ред. Г.В. Удовенко, В.С. Шевелухи. Санкт-Петербург: ВИР, 1995. Т. II. 4.1. С. 7-14.
7. Икусов Р.А., Амелин А.В., Заикин В.В., Чекалин Е.И., Мазалов В.И. Полиморфизм показателей начального роста у современных сортов яровой пшеницы // Вестник аграрной науки. 2020. № 6 (87). С. 5-13.
8. Shi, Yan. (2000). Ganhan digu nendye yanju. *Agr. Res. Arid Areas*, no. 2, pp. 61-64.
9. Марченко Л.В. Динамика развития зародышевой корневой системы сортов яровой мягкой пшеницы разного экологического происхождения // Вестник КРАСГАУ. 2007. № 2. С. 94-99.
10. Обручева Н.В., Антипова О.В. Физиология инициации прорастания семян // Физиология растений. 1997. Т. 44. № 2. С. 287-302.
11. Шмалько Н.А. Биохимические процессы при прорастании зерна амаранта // Вестник Кубанского государственного технологического университета. 1997. № 2. С. 42-56.
12. Цыганова Н.А. Эффективность применения органических кислот в качестве стимуляторов роста при возделывании яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2022. 18 с.
13. Федотов Г.Н., Федотова М.Ф., Шоба С.А., Горепкин И.В. Сорбционно-стимулирующий препарат для

предпосевной обработки семян яровой мягкой пшеницы на основе янтарной кислоты. Патент на изобретение. RU 2729 111 C1, 2020 г.

14. Кривошеев С.И., Шумаков В.А. Использование ростостимулирующих биопрепаратов для предпосевной обработки семян в первичном семеноводстве озимой пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Т. 65. № 6 (390). С. 665-668.

References

1. Yakushina, N.I., Bakhtenko, E.Yu. (2004). *Fiziologiya rastenii* [Plant physiology]. Moscow, Vydos Publ., 404 p.
2. Krasovskaya, I.V. (1950). Zakonomernosti stroeniya kornevoi sistemy khlebnnykh zlakov [Regularities of the structure of the root system of cereals]. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal], vol. 35, no. 4, pp. 374-384.
3. Boffey, S.A., Sellden, G., Leech, R.M. (1980). Influence of Cell: Age on Chlorophyll Formation in Light-grown and Etiolated Wheat Seedlings. *Plant Physiology*, vol. 64, no. 4, pp. 680-684.
4. Dobrynin, G.M. (1969). *Rost i formirovanie khlebnnykh i kormovykh zlakov* [Growth and formation of grain and fodder cereals]. Leningrad, Kolos Publ., 276 p.
5. Debelyi, G.A. (2009). Zernobobovye kul'tury v Nечерноземной зоне RF [Leguminous crops in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation]. Moscow, Nemchinovka, 260 p.
6. Udoenko, G.V., Shevelukha, V.S. (ed.) (1995). *Fiziologicheskie osnovy seleksii rastenii* [Physiological principles of plant breeding]. Saint-Petersburg, VIR, vol. II. 4.1, pp. 7-14.
7. Ikusov, R.A., Amelin, A.V., Zaikin, V.V., Chekalin, E.I., Mazalov, V.I. (2020). Polimorfizm pokazatelei nachalnogo rosta u sovremennykh sortov yarovoi pshenitsy [Polymorphism of initial growth indicators in modern varieties of spring wheat]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 6 (87), pp. 5-13.
8. Shi, Yan. (2000). Ganhan digu nendye yanju. *Agr. Res. Arid Areas*, no. 2, pp. 61-64.
9. Marchenko, L.V. (2007). Dinamika razvitiya zarodyshevoi kornevoi sistemy sortov yarovoi myagkoi pshenitsy raznogo ekhologicheskogo proiskhozhdeniya [Dynamics of development of the germinal root system of spring soft wheat varieties of different ecological origin]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 2, pp. 94-99.
10. Obrycheva, N.V., Antipova, O.V. (1997). Fiziologiya initsiatsii prorastaniya semyan [Physiology of seed germination initiation]. *Fiziologiya rastenii* [Plant Physiology], vol. 44, no. 2, pp. 287-302.
11. Shmal'ko, N.A. (1997). Biokhimicheskie protsessy pri prorashchivani zerna amaranta [Biochemical processes during germination of amaranth grain]. *Vestnik Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kuban State Technological University], no. 2, pp. 42-56.
12. Tsyganova, N.A. (2022). *Ehffektivnost' primeneniya organicheskikh kislot v kachestve stimulyatorov rosta pri vozdeleyvani yarovoi myagkoi pshenitsy v lesostepnoi zone Zapadnoi Sibiri* [The effectiveness of the use of organic acids as growth stimulators in the cultivation of spring soft wheat in the forest-steppe zone of Western Siberia]. Cand. biological sci. diss. Abstr. Moscow, 18 p.
13. Fedotov, G.N., Fedotova, M.F., Shoba, S.A., Gorepekin, I.V. (2020). *Sorbtsionno-stimuliruyushchii preparat dlya predpossevoi obrabotki semyan yarovoi myagkoi pshenitsy na osnove yantarnoi kisloty* [Sorption-stimulating preparation for pre-sowing treatment of spring soft wheat seeds based on succinic acid]. A patent for an invention. RU 2729111 C1.
14. Krivosheev, S.I., Shumakov, V.A. (2022). Ispol'zovanie rostostimuliruyushchikh biopreparatov dlya predpossevoi obrabotki semyan v pervichnom semenovodstve ozimoi pshenitsy [The use of growth-stimulating biological preparations for pre-sowing seed treatment in primary seed production of winter wheat]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 65, no. 6 (390), pp. 665-668.

Информация об авторах:

Кривошеев Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1226-5693>, sergejkrivosheev67@gmail.com

Шумаков Василий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5318-8527>, shumakov.knii@yandex.ru

Information about the authors:

Sergey I. Krivosheev, candidate of agricultural sciences, associate professor, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1226-5693>, sergejkrivosheev67@gmail.com

Vasily A. Shumakov, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5318-8527>, shumakov.knii@yandex.ru

✉ shumakov.knii@yandex.ru





Научная статья

УДК 631.1; 338.43; 001.38

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_642

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО ЛАНДШАФТА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АПК В УСЛОВИЯХ СТРУКТУРНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Е.А. Дерунова, М.Я. Васильченко, А.С. Воронов, М.Я. Ржевская

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

Аннотация. В современных геополитических условиях укрепление продовольственной безопасности на основе наращивания темпов производства отечественной наукоемкой продукции является неотъемлемым условием обеспечения технологического суверенитета и перехода к новому технологическому укладу. Целью исследования является исследование процесса формирования научного ландшафта инновационного развития АПК в условиях структурной трансформации, в рамках разработки дифференцированного подхода к оценке эффективности управления приоритетными направлениями исследований и разработок. На основе анализа мировых научно-исследовательских фронтов по международным и российским базам научного цитирования WoS, Scopus, РИНЦ, патентного поиска ФИПС, Orbis, Google Trends выявлены тенденции и закономерности протекания инновационных процессов, определены драйверы, вызовы и окна возможностей научно-технологического развития аграрного сектора экономики. Исследование публикаций в международной базе цитирования Web of Science с 2016 по 2021 гг. позволило выявить, что в растениеводстве преобладают научные труды в области сельскохозяйственной техники (24%) и точного земледелия (21%). Направления инновационной активности визуализированы библиометрическими картами публикаций российских ученых в иностранных журналах и библиометрическими картами патентов российских авторов с использованием наукометрического инструмента VOSviewer. Сформирована библиометрическая карта по предметной области «инновационный процесс научно-технологического развития аграрного сектора» на базе публикаций российских ученых в иностранных журналах, выделены преобладающие кластеры — биотехнология и переработка сырья, животноводство, растениеводство, экономико-организационное сопровождение и образование. Представленные наукометрические различия между данными направлениями обосновывают необходимость разработки дифференцированного подхода к оценке научной деятельности для повышения эффективности управления приоритетными направлениями исследований и разработок. Практическая реализация результатов исследования направлена на поиск оптимальных путей распределения ресурсов и выработки мер государственной поддержки для ускоренной структурной трансформации.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, отечественная наука, научный ландшафт инновационного развития АПК, библиометрическая карта, патентный анализ, дифференцированный подход, текст-майнинг

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01784 «Механизм поддержки и стимулирования спроса при внедрении отечественных инновационных продуктов и технологии в аграрный сектор экономики».

Original article

FORMATION OF A SCIENTIFIC LANDSCAPE FOR INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL INDUSTRY IN CONDITIONS OF STRUCTURAL TRANSFORMATION

E.A. Derunova, M.Ya. Vasilchenko, A.S. Voronov, M.Ya. Rzhetskaya

Institute of Agrarian Problems — Subdivision of the Federal Research Center
«Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Saratov, Russia

Abstract. In modern geopolitical conditions, strengthening food security based on increasing the rate of production of domestic high-tech products is an essential condition for ensuring the technological sovereignty of the transition to a new technological structure. The purpose of the study is to form the scientific landscape of innovative development of the agro-industrial complex, as well as to develop a differentiated approach to the assessment of scientific activity to improve the efficiency of management of priority areas of research and development. Based on an analysis of global research fronts using international and Russian scientific citation databases WoS, Scopus, RISC of patent search FIPS, Orbis, Google Trends, trends and patterns of innovation processes are identified, drivers, challenges and windows of opportunity for scientific and technological development of the agricultural sector of the economy are identified. Study of publications in the international citation database Web of Science from 2016 to 2021 made it possible to reveal that scientific works in the field of agricultural technology (24%) and precision agriculture (21%) predominate in crop production. Directions of innovation activity are visualized by bibliometric maps of publications of Russian scientists in foreign journals and bibliometric maps of patents of Russian authors using the scientometric tool VOSviewer. A bibliometric map has been generated for the subject area “innovative process of scientific and technological development of the agricultural sector” based on the publications of Russian scientists in foreign journals, the predominant clusters have been identified — biotechnology and processing of raw materials, livestock farming, crop production, economic and organizational support and education. The presented scientometric differences between these areas justify the need to develop a differentiated approach to the assessment of scientific activity to improve the efficiency of management of priority areas of research and development.

Keywords: agro-industrial complex, domestic science, scientific landscape of innovative development of the agro-industrial complex, bibliometric map, patent analysis, differentiated approach, text mining

Acknowledgments: the reported study was funded by the Russian Science Foundation, project № 23-28-01784 “A mechanism for supporting and stimulating demand in the implementation of domestic innovative products and technologies in the agricultural sector of the economy”.

Введение. Необходимость укрепления продовольственной безопасности и обеспечения технологического суверенитета страны является ключевой задачей в современных геополитических условиях. Преодоление импортной

зависимости от западных технологий, технических средств, семян сельскохозяйственных культур, племенной продукции, препаратов для изготовления пестицидов требует разработки мер по стимулированию спроса на отече-

ственные инновации, создания механизмов адресной поддержки конкретных направлений. Все это требует критического построения научно-технологического ландшафта АПК с целью поиска оптимальных путей распределения



ресурсов и выработки мер поддержки для ускоренного импортозамещения средств производства в стране.

Наука является ведущим драйвером структурных изменений в обществе. В соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации инновации и передовые производственные технологии играют большую роль в обеспечении национальной безопасности и технологического суверенитета России [1, 2].

В Стратегии прописаны приоритетные направления развития, которые направлены на получение научно-технических результатов, создания основ инновационного развития как внутри страны, так и на внешних рынках [3]. В стране сформировано 15 крупных научно-образовательных центров мирового уровня, которые реализуют более 180 проектов. В данной деятельности задействовано 285 организаций, из них более половины — ВУЗы, остальная часть — научные организации [4].

Научные исследования в агропромышленном комплексе нацелены на создание высокоурожайных сортов растений, получение племенного материала высокопродуктивных пород животных, разработку передовых технологий и наукоемкой продукции, машин и оборудования, освоение которых в сельскохозяйственное производство будет способствовать обеспечению продовольственной безопасности и конкурентоспособности аграрного сектора экономики страны [5].

Эффективность и результативность научных исследований и разработок определяется размерами государственной поддержки и степенью их значимости, выявляемой с помощью наукометрических метрик [6]. К наиболее важным из них относятся исследовательская активность, цитируемость и производные на этих показателях индексы: индекс цитируемости, индекс Хирша (h-индекс), нормированные индексы цитируемости и индекс максимальной цитируемости (f-индекс) [7]. Однако в последние годы в процессе реализации национального проекта «Наука» и в связи с планируемым существенным увеличением финансирования в 2024 г., ориентировочно в 2 раза до 2 трлн руб., возникает потребность оптимального распределения средств на приоритетные и перспективные научные исследования. Интенсивное развитие технологий в аграрном секторе экономики требует переосмысления научных исследований, определения реперных точек, контроля и оценки эффективности научной деятельности, на которых стоит сосредоточить ресурсы и меры государственной поддержки [8].

Аграрный сектор экономики в условиях санкционной политики является приоритетным направлением в связи с необходимостью обеспечения продовольственной безопасности и независимости страны. В соответствии с национальным проектом «Наука» поставлена задача увеличения востребованных селекционных достижений в области сельского хозяйства до конца 2024 г. [9]. Согласно Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы одним из целевых показателей программы является увеличение числа публикаций по результатам исследований и разработок в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных «Сеть науки» (Web of Science) с 12 до 25% соответственно с 2018 по 2025 гг. [10].

Системы наукометрического анализа способны обрабатывать массивы данных, классифицировать и систематизировать публикации

различных научно-исследовательских тематик, вычислять различные библиометрические показатели. К числу таких баз относятся Web of Science, Scopus, Российский индекс научного цитирования, Google Schola, Orbit, The Lens, Dimensions [11]. При этом наукометрические системы дифференцируются по составу выполняемых функций, количеству отраслей знаний, объемам информации [12].

Целью исследования является формирование научного ландшафта инновационного развития АПК в условиях структурной трансформации, а также разработка дифференцированного подхода к оценке научной деятельности для повышения эффективности управления приоритетными направлениями исследований и разработок.

Материалы и методы исследования. Методологической основой исследования явились нормативно-правовые документы, государственные законодательные акты, постановления, исследования отечественных и зарубежных ученых-экономистов по представленной тематике. В процессе исследования применялись монографический, абстрактно-логический, аналитический, экономико-статистический методы исследования. В качестве информационной базы исследования была использована информация из наукометрических систем Web of Science, The Lens, Dimensions, а также Форсайт-центра ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Ход исследования. В современных условиях агропромышленная политика нацелена на рост объемов производства и увеличение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции. Зарубежные исследователи определяют значимость научного ландшафта для выявления основных тенденций развития различных областей знаний, так называемого картирования науки [13].

В мировой практике построение патентных и научных ландшафтов осуществляется преимущественно с использованием таких информационно-аналитических систем, как Google Patents, PatSearch, ExactusPatent, Scopus, Web of Science. Вместе с тем в зарубежных наукометрических базах представлено мало российских публикаций по различным областям сельскохозяйственных наук, вследствие чего вышеуказанные источники не в полной мере могут быть использованы для построения научных ландшафтов по данному направлению. Российскими учеными предложено использовать Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) в качестве альтернативы международным наукометрическим базам, что позволит получить необходимую информацию о состоянии и тенденциях развития российской науки [14]. В системе РИНЦ разработаны и используются различные модификации основного наукометрического показателя — индекса Херфиндала (h-индекс без самоцитирований, h-индекс по ядру РИНЦ, h-индекс для журналов). Для обработки информации в области сельскохозяйственных наук рекомендуется использовать автоматический анализ текстов с применением кластеризации и тематического моделирования.

В работе [15] представлена новая методика построения научных ландшафтов, включающая алгоритм нахождения текстов научных публикаций из проверенных источников, выделения направлений исследований на основе тематического моделирования. Применительно к агропромышленному комплексу научный ландшафт определяется как совокупность тенденций, выводов, драйверов, окон возможностей, критических технологий, сценариев и дорожных карт

инновационного развития. Отмечено, что построение научного ландшафта инновационного развития АПК основано на сборе информации об используемых технологиях и трендах развития на базе инноваций, поиске материалов мониторинга рынка наукоемкой продукции по данным библиометрического и патентного анализа.

Исследователи Форсайт-центра ИСИЭЗ НИУ ВШЭ выделили наиболее востребованные направления сельскохозяйственных наук на основе методов интеллектуального анализа больших данных. К ним относятся: биология почв, ресурсосберегающие технологии, рациональное землепользование, применение биологических средств борьбы с вредителями растений, развитие органического сельского хозяйства. Больше внимание уделяется вопросам безопасности продуктов питания и утилизации отходов, а также применению космических технологий в агропромышленном комплексе [16]. Как и в мировой практике, в России достаточно актуальны исследования экологических проблем, в частности, использования CCUS-технологий для уменьшения выбросов парниковых газов.

Учеными ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» изучен научно-технологический ландшафт отрасли растениеводства России с использованием библиометрического и патентного анализа, а также анализа рынка технологий [17].

Результаты и обсуждение. Исследование публикаций в международной базе цитирования Web of Science с 2016 по 2021 гг. позволило выявить следующее распределение направлений исследований (рис. 1).

Также был проведен анализ публикационной активности в разрезе различных стран (табл.). Данные таблицы показывают, что в Японии преобладающими направлениями исследований являются молекулярная биология, строительство теплиц, управление органическими отходами, биотопливо. Также перспективными направлениями научно-технологического развития Японии являются выращивание растений в защищенном грунте, агроэкология. Американские ученые также сосредоточены на молекулярной биологии, компьютерном моделировании, биоинженерии. Также среди перспективных направлений можно выделить цифровизацию процесса выращивания и адаптацию аграрного сектора к изменениям климатических условий. Перспективные направления научно-технологического развития Бразилии — цифровизация и роботизация сельскохозяйственного производства, точное земледелие, 3D-моделирование. В Испании преобладает тематика защиты растений и 3D-моделирования. Органическое производство, биотехнология и сельскохозяйственное машиностроение преобладают в Турции и Италии. В Германии преобладают исследования в области точного земледелия, защиты растений и строительства теплиц. Российские исследователи уделяют внимание проблемам точного земледелия, изменения климата и технологиям селекции.

Большой потенциал имеют такие направления исследований, как биоинформатика (Швеция), биоинженерия (США), минимальная обработка почвы (Бразилия), геномика (Венгрия).

Для составления карты изучаемой предметной области использован ряд открытых ресурсов для поиска научных публикаций. Примененные сервисы не используют жесткие процедуры отбора научных изданий и индексируют более широкий круг публикаций в отличие от Web of Science и Scopus. Несмотря на то, что





в метаданных статей и патентов, обрабатываемых Dimensions и Lens, наполнение полей, содержащих аннотацию и ключевые слова, достаточно для проведения исследования.

Онлайн-ресурс Dimensions позволил провести представительный поиск по полным текстам депонированных научных статей [18]. Для сужения поискового запроса использовался классификатор ANZSRC 2020 Fields of Research (FoR), ограничивающий области исследований на уровне публикаций [19].

Отобраны статьи российских ученых по сельскому хозяйству, землеустройству и управлению земельными ресурсами, агробиотехнологии, животноводству, растениеводству, аквакультуре, ветеринарии и фуд-сайнс. В качестве ограничений были заданы следующие параметры поиска: «30 Agricultural, Veterinary and Food Sciences», «innovative products and technologies», «Russian Federation», временной период с 2001 по 2022 гг. Произведена тестовая выгрузка, состоящая из 3823 записей в формате CSV.

Открытая база данных Lens содержит сведения о публикациях и патентах [20]. Для ограничения параметров поиска сформирован следующий поисковый запрос: «Agricultural», Filters: Published Date=(2000-01-01 — 2023-06-01) Jurisdictions=(Russia). Произведена выгрузка 18821 патента в формате RIS. Для проведения кластеризации и графического построения библиометрической карты предметной области использован наукометрический инструмент VOSviewer [21]. Удалены опечатки, упоминания единиц измерения и предлоги. Для построения кластеров применен метод «co-occurrence», позволяющий производить кластеризацию ключевых слов по степени их встречаемости вместе. Программа формирует из проанализированных ключевых слов тематические кластеры.

Полученные кластеры отмечены цветовым выделением, а размер пузырька отдельного ключевого слова зависит от силы связи со всем массивом. Количество и толщина линий показывает наличие связи между двумя отдельно

взятыми словами [22, 23, 24]. Результаты кластеризации представлены на рисунке 2. Использование таких ключевых слов как «innovative products and technologies» позволило визуализировать направления инновационной активности в организационно-экономической, воспроизводственно-функциональной и продуктово-сырьевой сферах агропродовольственного комплекса.

Анализ показывает наличие нескольких, обладающих четкой структурой, кластеров: красный — экономико-организационное сопровождение и образование, зеленый — биотехнология и переработка сырья, желтый — животноводство, синий — растениеводство.

Инновационная активность в кластере «биотехнология и переработка» привязана к подготовке, хранению и глубокой переработке сельскохозяйственного сырья. Наибольшее количество упоминаний касается получения белка, аминокислот, нутриентов, вопросов консервации и хранения готовых продуктов.

Направления научных исследований

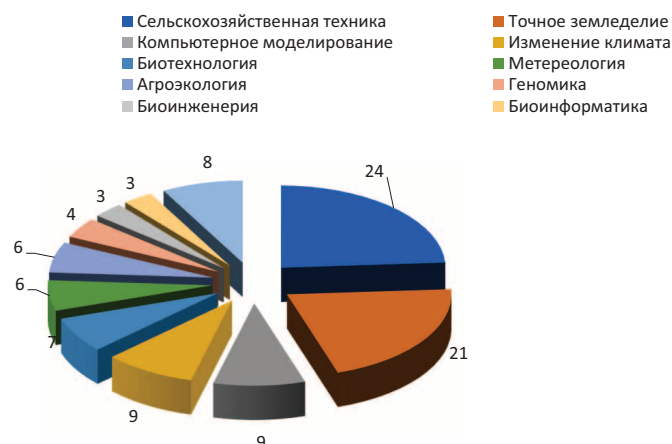


Рисунок 1. Направления научных исследований по теме растениеводства в 2021 г. в базе данных публикаций Web of Science
Figure 1. Directions of scientific research on crop production in 2021 in the Web of Science publication database

Таблица. Различия публикационной активности по странам мира
Table. Differences in publication activity by country

Направления исследований	Япония	США	Бразилия	Италия	Германия	Турция	Россия
Молекулярная биология	+	+					
Строительство теплиц	+				+		
Гидропоника	+						
Управление органическими отходами	+						
Биотопливо	+						
Изменение климата		+					+
Компьютерное моделирование		+					
Биоинженерия		+					
Сельскохозяйственное машиностроение			+	+			
Точное земледелие			+		+		+
Роботизация			+				
3D-моделирование			+				
Органическое производство				+		+	
Защита растений					+		
Биотехнологии						+	
Технологии селекции							+

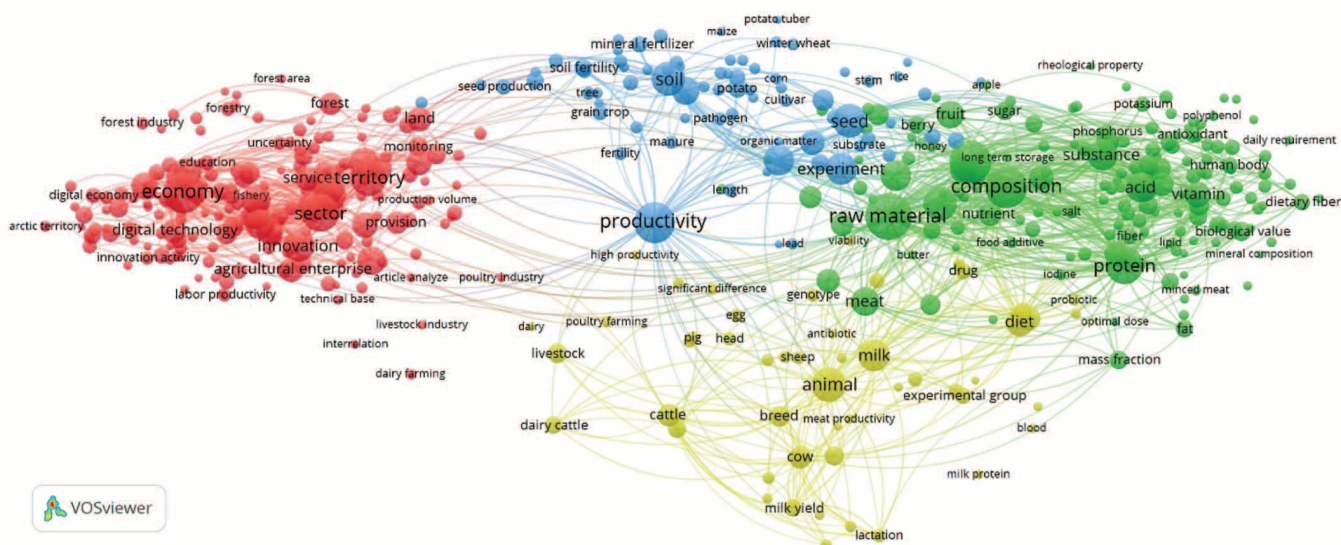


Рисунок 2. Библиометрическая карта по предметной области «инновационный процесс научно-технологического развития аграрного сектора» (публикации российских ученых в иностранных журналах)
Figure 2. Bibliometric map for the subject area “innovative process of scientific and technological development of the agricultural sector” (publications of Russian scientists in foreign journals)

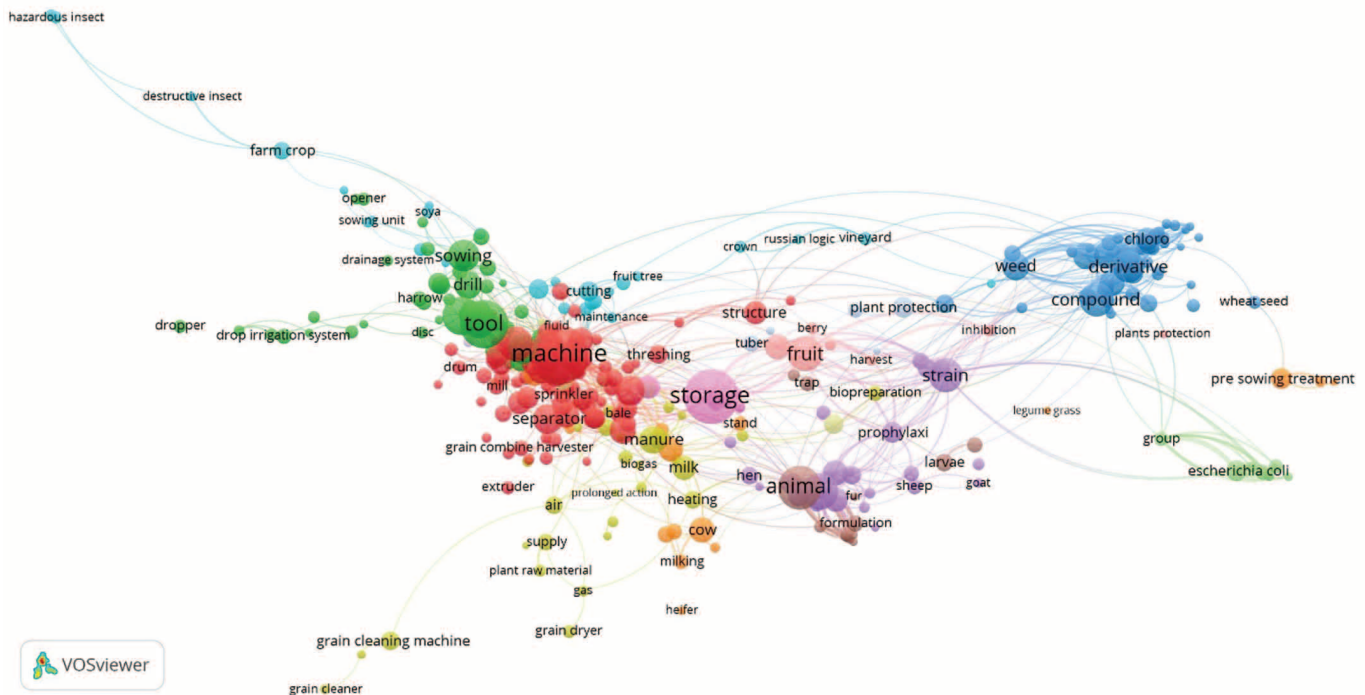


Рисунок 3. Библиометрическая карта «инновационный процесс научно-технологического развития аграрного сектора» (патенты российских авторов)
Figure 3. Bibliometric map «innovative process of scientific and technological development of the agricultural sector» (patents of Russian authors)

В кластере «животноводство» большое внимание уделено вопросам кормления, селекции и поддержанию генетической чистоты пород. Значимыми в кластере «растениеводство» являются: получение семенного материала, сохранение плодородия почв, эффективность использования минеральных и органических удобрений, использование новых технологий возделывания культур.

Характерной чертой «экономико-организационного» кластера является большое число внутренних связей и низкое число внешних. Связи с практическим контуром проходят через ключевое слово «эффективность». Среди основных направлений можно выделить цифровые технологии, мониторинг и инновационные сервисные услуги.

Результаты кластеризации патентной активности отечественных изобретателей представлены на рисунке 3. Основными направлениями инновационной активности являются: сельскохозяйственное машиностроение; усовершенствование специализированного оборудования для культивации и уборки растений; организация хранения сырья и промежуточных продуктов переработки, химической и физической защиты растений, производство биогаза.

Выводы. Анализ мирового опыта исследования процессов внедрения инноваций и передовых технологий в аграрное производство позволил систематизировать мировые научно-исследовательские фронты и выделить реперные точки, позволяющие обеспечить прорыв. На основе библиометрического анализа выявлены тенденции и закономерности формирования перспективных мировых исследований в области инновационного развития сельского хозяйства, проведено сравнение направлений исследований России и зарубежных стран.

Исследование публикаций в международной базе цитирования Web of Science с 2016 по 2021 гг. позволило выявить, что в растениеводстве преобладают научные труды в области сельскохозяйственной техники (24%) и точного

земледелия (21%). Сформирована библиометрическая карта по предметной области «инновационный процесс научно-технологического развития аграрного сектора» на базе публикации российских ученых в иностранных журналах, выделены преобладающие кластеры — биотехнология и переработка сырья, животноводство, растениеводство, экономико-организационное сопровождение и образование. Представленные наукометрические различия между данными направлениями обосновывают необходимость разработки дифференцированного подхода к оценке научной деятельности для повышения эффективности управления приоритетными направлениями исследований и разработок.

В перспективе возможно построение научных ландшафтов и для других тематик, разработки алгоритмов идентификации наиболее перспективных направлений, формирование тематических рейтингов институтов и ученых в сфере АПК, применение возможностей текстмайнинга, что позволит проводить комплексный анализ отдельных областей и формировать сложные научные ландшафты инновационного развития АПК в целях повышения эффективности отечественной науки.

Список источников

1. Указ Президента России от 01.12.2016 № 642 (ред. от 15.03.2021) «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Kremlin.ru. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 12.01.2023).
2. Дерунова Е.А., Устинова Н.В., Дерунов В.А., Семенов А.С. Моделирование диверсификации рынка как основы устойчивого экономического роста // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2016. № 6. С. 91–109. doi: 10.15838/esc/2016.6.48.5
3. Благинин В.А., Акулова П.Е., Зырянова В.А., Кухарь В.С. Наукометрический анализ сельскохозяйственного научного направления // Аграрный вестник Урала. 2019. № 9 (188). С. 54–74. doi: 10.32417/article_5daf42950757d4.25922006
4. Медведев Ю. Вице-премьер Дмитрий Чернышенко: Главная задача научной сферы — получение

конкретных результатов для независимости и конкурентоспособности нашей страны. Режим доступа: <https://rg.ru/2023/02/15/vice-premier-dmitrij-chernyshenko-glavnaia-zadachanauchnoj-sfery-poluchenie-konkretnyh-rezultatov-dlia-nezavisimosti-ikonkurentosposobnostinashej-strany.html?ysclid=lef901q5bl919972130> (дата обращения: 22.02.2023).

5. Shabanov, V.L., Vasilchenko, M.Ya., Derunova, E.A., Potapov, A.P. (2021). Formation of an Export-Oriented Agricultural Economy and Regional Open Innovations. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex*, no. 7 (1), p. 32. Available at: <https://www.mdpi.com/2199-8531/7/1/32>

6. Мишулов Н.П., Федоров А.Д., Кондратьева О.В. и др. Методы выявления перспективных направлений научных исследований: аналитический обзор. М.: Росинформгортех, 2022. 80 с.

7. Основные наукометрические показатели. Режим доступа: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1679488473&tid=ru&lang=ru&name=nauk_pokasateli.pdf&text=%D0...ocagallery%2Flibrary%2Fnauk_pokasateli.pdf%26lr%3D21638%26mime%3Dpdf%26l10n%3Dru%26sign%3D790373a209feabd4729550664585aa4a%26keyno%3D0 (дата обращения: 22.02.2023).

8. Алиев Д.Ф. Современная наукометрия: вызовы и возможности. Режим доступа: https://rgsu.net/press-centre/news/news_7299.html?ysclid=19y73pu2hz144147011 (дата обращения: 12.01.2023).

9. Паспорт национального проекта «Наука»: утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 3 сентября 2018 г. № 16). Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319304 (дата обращения: 25.04.2023).

10. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: Постановление Правительства РФ от 25.08.2017 № 996 (ред. от 21.12.2018). Режим доступа: <https://base.garant.ru/71755402> https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319304 (дата обращения: 25.04.2023).

11. Наукометрические системы (Scopus, РИНЦ и др.). Режим доступа: <https://lib.n.mslu.by/naukometriceskiesistemy-scopus-rinc-i-dr> (дата обращения: 18.04.2023).

12. Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Спинько О.В. Научные подходы взаимодействия науки и производства // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти А.А. Ежевского. Молодежный, 2022. С. 331–336.



13. Эпаминондас К., Ставрос М. Китай-2025: научный и инновационный ландшафт. Форсайт. 2016. № 10 (3). С. 7-16.
14. Альперин Б.Л., Ведыгин А.А., Зибарева И.В. SciAct-информационно-аналитическая система Института катализа СО РАН для мониторинга и стимулирования научной деятельности // Труды ГПНТБ СО РАН. 2015. № 9. С. 95-102.
15. Девяткин Д., Нечаева Е., Суворов Р., Тихомиров И. Формирование научного ландшафта в области сельскохозяйственных наук // Форсайт. 2018. Т. 12. № 1. С. 69-78. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-nauchnogo-landshafta-v-oblastiselskohozyaystvennyh-nauk/viewer> (дата обращения: 10.03.2023).
16. Трифонова Е.Н., Дерунова Е.А. Классификация регионов по влиянию инновационных процессов на поставку продукции пищевой промышленности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 1. С. 56-62.
17. Прогнозирование и мониторинг научно-технического развития АПК: растениеводство, включая семеноводство и органическое земледелие. Режим доступа: <https://arhiv.ru/rasteniyevodstvo/> (дата обращения: 12.06.2023).
18. Dimensions. Digital Science. Режим доступа: <https://app.dimensions.ai/> (дата обращения: 24.07.2023).
19. Fields of Research. (ANZSRC 2020) Режим доступа: <https://app.dimensions.ai/browse/categories/publication/> (дата обращения: 15.08.2023).
20. Lens (Search, Analyze and Manage Patent and Scholarly Data). Режим доступа: <https://www.lens.org> (дата обращения: 17.08.2023).
21. VOSviewer — Visualizing scientific landscapes. Режим доступа: <https://www.vosviewer.com/> (дата обращения: 16.07.2023).
22. Van Eck, N.J. et al. (2020). A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 61 (12), pp. 2405-2416.
23. Van Eck, N.J., Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, vol. 84 (2), pp. 523-538.
24. Van Eck, N.J., Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. In *Measuring scholarly impact: Methods and practice*. Cham: Springer International Publishing, pp. 285-320.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossii ot 01.12.2016 № 642 (red. ot 15.03.2021) «O Strategii nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the President of Russia dated December 1, 2016 No. 642 (as amended on March 15, 2021) "On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation"]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (accessed: 12.01.2023).
2. Derunova, E.A., Ustinova, N.V., Derunov, V.A., Semenov, A.S. (2016). Modelirovanie diversifikatsii rynka kak osnovy ustoychivogo ehkonomicheskogo rosta [Modeling market diversification as the basis for sustainable economic growth]. *Ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], no. 6, pp. 91-109. doi: 10.15838/esc/2016.6.48.5
3. Blaginina, V.A., Akulova, P.E., Zyryanova, V.A., Kukhar', V.S. (2019). Naukometricheskii analiz sel'skokhozyaystvennogo nauchnogo napravleniya [Scientometric analysis of agricultural

scientific direction]. *Agrarny vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], no. 9 (188), pp. 54-74. doi: 10.32417/article_5daf42950757d4.25922006

4. Medvedev, Yu. Vite-premier Dmitrii Chernyshenko: Glavnaya zadacha nauchnoi sfery — poluchenie konkretnykh rezul'tatov dlya nezavisimosti i konkurentosposobnosti nashei strany [Deputy Prime Minister Dmitry Chernyshenko: The main task of the scientific sphere is to obtain concrete results for the independence and competitiveness of our country]. Available at: <https://rg.ru/2023/02/15/vice-premier-dmitrij-chernyshenko-glavnaia-zadachanauchnoj-sfery-poluchenie-konkretnykh-rezultatov-dlya-nezavisimosti-i-konkurentosposobnosti-nashei-strany.html?ysclid=lef901q5bl919972130> (accessed: 22.02.2023).
5. Shabanov, V.L., Vasilchenko, M.Ya., Derunova, E.A., Popov, A.P. (2021). Formation of an Export-Oriented Agricultural Economy and Regional Open Innovations. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex*, no. 7 (1), p. 32. Available at: <https://www.mdpi.com/2199-8531/7/1/32>
6. Mishurov, N.P., Fedorov, A.D., Kondrat'eva, O.V. i dr. (2022). Metody vyvazheniya perspektivnykh napravlenii nauchnykh issledovani: analiticheskii obzor [Methods for identifying promising areas of scientific research: analytical review]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 80 p.
7. Osnovnye naukometricheskie pokazateli [Basic scientometric indicators]. Available at: https://docs.yandex.ru/docs/view?m=1679488473&tid=ru&lang=ru&nm_e=nauk_pokasateli.pdf&text=%D0...ocagallery%2Flibrary%2Fnauk_pokasateli.pdf%26lr%3D21638%26mime%3Dpdf%26l10n%3Dru%26sign%3D790373a209feabd472950664585aa4a%26keyno%3D0 (accessed: 22.02.2023).
8. Aliev, D.F. Sovremennaya naukometriya: vyzovy i vozmozhnosti [Modern scientometrics: challenges and opportunities]. Available at: https://rgsu.net/press-centre/news/news_7299.html?ysclid=9y73pu2h2144147011 (accessed: 12.01.2023).
9. Pasport natsional'nogo proekta «Nauka»: utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente Rossiiskoi Federatsii po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nyy proektam (protokol ot 3 sentyabrya 2018 g. № 16) [Passport of the national project "Science": approved. Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects (minutes of September 3, 2018 No. 16)]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319304 (accessed: 25.04.2023).
10. Ob utverzhdenii Federal'noi nauchno-tehnicheskoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaistva na 2017-2025 gody: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25.08.2017 № 996 (red. ot 21.12.2018) [On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025: Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 No. 996 (as amended on December 21, 2018)]. Available at: <https://base.garant.ru/71755402> https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319304 (accessed: 25.04.2023).
11. Naukometricheskie sistemy (Scopus, RINTS i dr.) [Scientometric systems (Scopus, RSCI, etc.)]. Available at: <https://lib.mslu.by/naukometricheskie-sistemy-scopus-rinc-i-dr> (accessed: 18.04.2023).
12. Fedorov, A.D., Kondrat'eva, O.V., Slin'ko, O.V. (2022). Nauchnye podkhody vzaimodeistviya nauki i proizvodstva [Scientific approaches to the interaction of science and pro-

duction]. *Problemy i perspektivy ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi pamyati A.A. Ezhevskogo* [Problems and prospects for sustainable development of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedication in memory of A.A. Ezhevsky]. Molodezhny, pp. 331-336.

13. Ehpaminondas, K., Stavros, M. (2016). Kitai-2025: nauchnyi i innovatsionnyi landshaft [China-2025: scientific and innovative landscape]. *Forsait*, no. 10 (3), pp. 7-16.
14. Al'perin, B.L., Vedyagin, A.A., Zibareva, I.V. (2015). SciAct-informatsionno-analiticheskaya sistema Instituta kataliza SO RAN dlya monitoringa i stimulirovaniya nauchnoi deyatel'nosti [SciAct-information and analytical system of the Institute of Catalysis SB RAS for monitoring and stimulating scientific activity]. *Trudy GPNTB SO RAN* [Proceedings of the State Public Scientific and Technical Library SB RAS], no. 9, pp. 95-102.
15. Devyatkin, D., Nechaeva, E., Suvorov, R., Tikhomirov, I. (2018). Formirovanie nauchnogo landshafta v oblasti sel'skokhozyaystvennykh nauk [Formation of the scientific landscape in the field of agricultural sciences]. *Forsait*, no. 12 (1), pp. 69-78. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-nauchnogo-landshafta-v-oblastiselskohozyaystvennyh-nauk/viewer> (accessed: 10.03.2023).
16. Trifonova, E.N., Derunova, E.A. (2020). Klassifikatsiya regionov po vliyaniyu innovatsionnykh protsessov na postavku produktov pishchevoi promyshlennosti [Classification of regions according to the influence of innovative processes on the supply of food industry products]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 1, pp. 56-62.
17. Prognozirovanie i monitoring nauchno-tehnicheskogo razvitiya APK: rasteniyevodstvo, vkluchaya semenovodstvo i organicheskoe zemledelie [Forecasting and monitoring of scientific and technical development of the agro-industrial complex: crop production, including seed production and organic farming]. Available at: <https://arhiv.ru/rasteniyevodstvo/> (accessed: 12.06.2023).
18. Dimensions. Digital Science. Available at: <https://app.dimensions.ai/> (accessed: 24.07.2023).
19. Fields of Research. (ANZSRC 2020). Available at: <https://app.dimensions.ai/browse/categories/publication/> (accessed: 15.08.2023).
20. Lens (Search, Analyze and Manage Patent and Scholarly Data). Available at: <https://www.lens.org> (accessed: 17.08.2023).
21. VOSviewer — Visualizing scientific landscapes. Available at: <https://www.vosviewer.com/> (accessed: 16.07.2023).
22. Van Eck, N.J. et al. (2020). A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 61 (12), pp. 2405-2416.
23. Van Eck, N.J., Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, vol. 84 (2), pp. 523-538.
24. Van Eck, N.J., Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. In *Measuring scholarly impact: Methods and practice*. Cham: Springer International Publishing, pp. 285-320.

Информация об авторах:

Дерунова Елена Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории инновационного развития производственного потенциала агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-0123>, Scopus ID: 55916305900, Researcher ID: L-6088-2015, ea.derunova@yandex.ru

Васильченко Марианна Яковлевна, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории инновационного развития производственного потенциала агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0504-0533>, mari.vasilchenko@yandex.ru

Воронов Антон Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории макроэкономического анализа и стратегии развития агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3749-1451>, incendere@mail.ru

Ржевская Мария Ярославовна, лаборант-исследователь лаборатории макроэкономического анализа и стратегии развития агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1864-0260>, pochtasar@gmail.com

Information about the authors:

Elena A. Derunova, candidate of economic sciences, associate professor, leading researcher of the laboratory of innovative development of the production potential of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-0123>, Scopus ID: 55916305900, Researcher ID: L-6088-2015, ea.derunova@yandex.ru

Marianna Ya. Vasilchenko, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher of the laboratory of innovative development of the production potential of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0504-0533>, mari.vasilchenko@yandex.ru

Anton S. Voronov, junior researcher of the laboratory of macroeconomic analysis and development strategy of agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3749-1451>, incendere@mail.ru

Maria Ya. Rzhetskaya, research assistant of the laboratory of macroeconomic analysis and development strategy of agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1864-0260>, pochtasar@gmail.com



ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНОГО СТАНДАРТА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

П.Г. Швалов, К.В. Чепелева, З.Е. Шапорова

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы формирования индикаторов транспортной сферы сельских территорий в Красноярском крае. Отмечается продолжающаяся депопуляция сельских поселений и выделяются ключевые причины ее возникновения. В качестве причин их возникновения выделяется несоответствие существующих нормативов качества жизни в сельских поселениях, вследствие чего оно в значительной мере уступает показателям городских поселений. Вследствие чего делается вывод о необходимости коррекции данных стандартов, причем, на взгляд авторов, обеспечение должного качества жизни в сельских поселениях является возможным лишь при использовании принципов, лежащих в основе формирования городских агломераций. Рассматриваются существующие стандарты и нормативы, оценивается их соответствие современным требованиям системного подхода, соответствующим условиям возникновения агломерационного эффекта. На основании проделанного анализа, формируется система ключевых показателей эффективности транспортной сферы при формировании социального стандарта качества жизни в сельской местности.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, логистическая инфраструктура, региональная система, сельская местность, качество жизни, логистический сервис

Благодарности: проект «Разработка проекта регионального стандарта социального обеспечения и качества жизни сельского населения Красноярского края» был осуществлен при поддержке Красноярского краевого научного фонда.

Original article

IDENTIFICATION OF KEY INDICATORS OF THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORT SECTOR DURING THE FORMATION OF A SOCIAL STANDARD OF THE QUALITY OF LIFE IN RURAL AREAS

P.G. Shvalov, K.V. Chepeleva, Z.E. Shapороva

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. The article deals with the formation of indicators of the transport sector of rural areas in the Krasnoyarsk Territory. The continuing depopulation of rural settlements is noted and the key reasons for its occurrence are highlighted. Existing standards and regulations are considered, their compliance with modern requirements of a systematic approach, corresponding to the conditions for the occurrence of the agglomeration effect, is assessed. Among them, the inequality of standards in urban and rural settlements is highlighted, which lead to inferior quality of live in rural areas. Thus, the correction of current indicators is justified, which, according to the authors, should be based on the principles of urban agglomerations formation. Based on the completed analysis, a system of key performance indicators of the transport sector is being formed in the formation of a social standard for the quality of life in rural areas.

Keywords: transport infrastructure, logistics infrastructure, regional system, countryside, quality of life, logistics service

Acknowledgments: the project «Development of the Project of Regional Standard for Social Welfare and Quality of Life of the Rural Population of the Krasnoyarsk Territory» was carried out with the support of the Krasnoyarsk Regional Science Fund.

Введение. Вопрос повышения качества жизни в сельской местности является одной из ключевых проблем регионального развития Российской Федерации. Характерной проблемой является продолжающаяся депопуляция населения сельских территорий. К примеру, в Красноярском крае с 2019 по 2023 год численность жителей, проживающих в сельских поселениях сократилась на 9,95%. Более того, лишь в 1 из 44 сельских территорий региона наблюдался минимальный прирост населения (0,36% по Емельяновскому району) [1]; и то во многом связанный с агломерационным эффектом города Красноярска [20], влекущим за собой развитие малоэтажной застройки в прилегающих к краевому центру районах. Во всех остальных 43 сельских муниципальных образованиях, включая даже входящие в Красноярскую городскую агломерацию Березовский, Сухобузимский и Манский районы [2,3], в указанный период наблюдалось снижение численности населения в рамках 1,79 — 24,86% [1, 21].

На взгляд авторов, на сохранение населения на территориях в первую очередь оказывают влияние 3 ключевых фактора:

1. *Благоприятные экологические и природно-климатические условия жизни.* Данный фактор играет важную роль как в рекреационных целях, так и сохранения трудоспособности населения, а следовательно — экономически эффективного использования трудовых ресурсов. В Красноярском крае наиболее развитые в экономическом плане территории, имеют как неблагоприятные природно-климатические условия, так и экологические проблемы.

2. *Приемлемый уровень заработной платы.* По ряду объективных и субъективных причин уровень заработной платы на сельских территориях Красноярского края, как и по всей Российской Федерации, уступает показателям городских округов [16,17]. В 2022 году отставание составляло 10,29% [4], что влечет за собой отток населения в городские поселения, а также северные территории (Северо-Енисейский муниципальный район, Эвенкийский муниципальный

район, Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район, Туруханский муниципальный район, городской округ «Город Норильск»), где размер среднемесячной заработной платы превосходит показатели сельских территорий региона в 2,37 раза.

3. *Высокий уровень инфраструктурного развития.* Наличие объектов экономической инфраструктуры на территории является обязательным условием получения населением материальных ресурсов и платных услуг, необходимых в повседневной жизни. Достаточная обеспеченность объектами социальной и институциональной инфраструктуры позволяет иметь доступ к объектам образования, здравоохранения, общественной безопасности. Преимущественное размещение данных объектов в городских образованиях усложняет доступ сельских жителей, что сокращает показатель ВРП по данным районам. Отсутствие достаточного числа инфраструктурных объектов в северных территориях с наиболее высоким уровнем заработной платы на душу населения влечет за собой



отток денежных средств, что ещё в большей степени препятствует инфраструктурному развитию северных территорий. Ограниченная численность подобных объектов по центральным и южным районам Красноярского края, аналогично, приводит к оттоку денежных средств из сельских территорий в городские поселения. Проблемы с доступом к объектам социальной и институциональной инфраструктуры также побуждает жителей сельских территорий к миграции в городские поселения.

Можно сделать вывод, что ключевой причиной депопуляции населения сельских территорий Красноярского края является неравномерность уровня инфраструктурного развития между сельскими и городскими поселениями. Объективно, не представляется возможным наличие «городского» уровня инфраструктурного развития в местности с низкой плотностью населения. Следовательно, обеспечение доступности вышеуказанных объектов повышает значение уровня развития транспортно-логистической инфраструктуры региона.

Цель исследования — проанализировать существующие нормативные показатели транспортно-логистической сферы и оценить их актуальность в контексте повышения качества жизни населения.

Обозначенная цель определила следующие задачи исследования:

1. Определить нормативные показатели, соответствие которым находится в рамках проявления агломерационного эффекта в масштабе муниципальных образований.
2. Предложить отдельные направления совершенствования системы нормативных показателей транспортной сферы при формировании социального стандарта качества жизни в сельской местности.

Методы исследования. Эмпирической основой исследования послужили материалы Федеральной службы государственной статистики [1], нормативно-правовые акты муниципального, регионального, федерального уровня [5-12]. Кроме того в рамках проведенного анализа использованы материалы геоинформационных систем. Анализ проводился в соответствии с принципами системного подхода в логистике, а также принципами формирования агломерации.

Логистическая инфраструктура в региональных системах выступает в качестве интегратора объектов социальной, экономической и институциональной инфраструктуры [2]. Причем, обеспечение транспортных связей между сельскохозяйственными, промышленными, торговыми и сервисными организациями, в рамках региональных систем не является ее единственной задачей. Фактически, не меньшую роль играет и обеспечение доступа жителям региона к объектам торговли, сервиса, образования, здравоохранения и т.д. При обеспечении транспортной доступности в пределах 2 часов возможно проявление агломерационного эффекта, позволяющего объединить городские и сельские поселения в единую, динамичную социально-экономическую систему, интенсивность потоков (материальных, финансовых, экономических, сервисных, людских) в которой существенно возрастает, что приводит к ускорению оборачиваемости капитала, а следовательно — создает предпосылки для экономического роста во всех задействованных муниципальных образованиях. Улучшение доступности к объектам рекреационной сферы и сферы здравоохранения



Рисунок 1. Плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта в с. Сухобузимское
Figure 1. The density of the network of ground public passenger transport lines in the village Sukhobuzimskoye

Источник: создано авторами на базе информационной среды Яндекс. Карты

повышает качество воспроизводства трудовых ресурсов, что снижает необходимость в миграционном притоке кадров извне. Эффективный доступ к объектам институциональной инфраструктуры позволяет снизить риски осуществления жизнедеятельности населения.

Результаты и обсуждение. В рамках данной работы, оценим показатели развития общественного транспорта, транспортной доступности и инфраструктуры для транспортного обслуживания населения в качестве неотъемлемой части социального стандарта качества жизни в сельской местности [18,19]. Исходя из СП 42.13330.2016 нормативная доступность остановок общественного транспорта не должна превышать 0,8 км. (10 мин.), однако даже в масштабах Красноярской городской агломерации данный показатель, зачастую выполняется лишь в районных центрах. Аналогично, дела обстоят с обеспеченностью населенных пунктов автомобильными дорогами с твердым покрытием, несмотря на то что СП 34.13330.2012 включает в себя 100% обеспеченность по данному показателю [9].

Нормативы транспортной доступности зон массового кратковременного отдыха составляют 1,5 часа [6], что в целом соответствует условиям возникновения агломерационного эффекта, однако в сельской местности, зачастую оказывается достижимым, лишь при применении личного автотранспорта. при средней скорости движения пригородных автобусов в 39 км/ч [7] целый ряд населенных пунктов оказывается вне радиуса 60 км. Кроме того, как правило, график движения данных автобусов не согласовывается с обеспечением рекреационных потребностей. Одновременно, нормативы транспортной доступности лесопарковых зон составляют 20 минут [6], что ещё в большей степени противоречит фактически сложившейся ситуации. Наконец, подобный стандарт исключает возможность повседневного использования объектов рекреационной сферы жителями сельских территорий за пределами районных центров и/или сельсоветов.

Плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта, км/кв. км согласно нормативам составляет 1,5-2,5 км. на 1 кв. км. застроенной территории. В условиях региона данный норматив не выполняется даже в ряде районных центров. К примеру, протяженность линий общественного пассажирского транспорта в с. Сухобузимское (районный центр в пределах Красноярской агломерации)

составляет лишь 7,95 км. при площади застроенной территории в 9,7 км. (0,82 км. на 1 кв. км. застроенной территории), что уступает нормативному значению почти в 2 раза (рис. 1). В с. Атаманово (центре Атамановского сельсовета) протяженность линий общественного транспорта составляет 3,4 км. при 3,9 км. км. застроенной территории (0,87 км./ 1 кв.км.); к тому же, наличие единственной остановки общественного пассажирского транспорта на весь населенный пункт делает невозможным его использование для внутрисельских перевозок.

Затраты времени на передвижение для ежедневно приезжающих на работу в город-центр из других поселений по нормативам составляют 80 мин. для г. Красноярска, 70 мин. для г. Ачинска и 60 мин. для прочих городов Красноярского края [6]. При средней скорости движения пригородного транспорта в России данный норматив соответствует радиусу 30-40 км. в населенных пунктах с автобусным транспортом и до 60 км. при наличии пригородного железнодорожного сообщения. При наличии ускоренных маршрутов движения возможно расширение радиуса до 75-80 км. В целом, выполнение данного норматива является необходимым для реализации агломерационного эффекта.

Нормативы транспортной доступности образовательных учреждений составляет не более 30 минут. [6], что в отсутствие средних школ в небольших поселениях, влечет за собой необходимость движения школьных автобусов. Аналогичный показатель транспортной доступности существует и для медицинских учреждений. В то же время выявлено определенное противоречие: согласно Приказу от 27 февраля 2016 года N 132н норматив пешеходной / автомобильной доступности учреждений здравоохранения составляет 1 час. А согласно Приказу Министерства здравоохранения РФ от 20 июня 2013 г. N 388н норматив доставки до медицинских учреждений составляет 20 минут. На наш взгляд, данный показатель ввиду его критической значимости для населения не может ранжироваться в зависимости от численности населения или дальности расположения населенного пункта.

Норматив радиуса обслуживания населения отделениями связи согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1429 не должен превышать 10 км [12]. Данный показатель являются соответствующим условиям возникновения агломерационного эффекта.



Таблица 1. Нормативы транспортно-инфраструктурного обеспечения населения сельских территорий
Table 1. Standards for transport and infrastructure support for the population of rural areas

Подсистемы	Показатели	Нормы в расчете на численность СНП				
		до 100	от 100 до 500	от 500 до 1000	от 1000 до 3000	свыше 3000
Инфраструктура для транспортного обслуживания	обеспеченность населенного пункта общественным транспортом с районным центром / краевым центром (маятниковое движение)	не менее 2 раз в неделю	не менее 2 пар ежедневно	не менее 3 пар ежедневно	ежедневное тактовое движение (интервал 60-120 мин.)	ежедневное тактовое движение (интервал <60 мин.)
	обеспеченность поселения автодорогой с твердым покрытием	100%	100%	100%	100%	100%
	обеспеченность поселения автодорогой с асфальтовым покрытием	50%	50%	75%	75%	75%
	обеспеченность межселенскими автодорогами с твердым покрытием	100%	100%	100%	100%	100%
	доступность остановок общественного транспорта	0,8 км.	0,8 км.	0,8 км.	0,8 км.	0,8 км.
	Затраты времени на передвижение для ежедневно приезжающих на работу в краевой/районный центр из других поселений	60-90 мин.	60-90 мин.	60-90 мин.	60-90 мин.	60-90 мин.
	Нормативы транспортной доступности образовательных/медицинских учреждений	30 мин.	30 мин.	30 мин.	30 мин.	30 мин.
	норматив радиуса обслуживания населения отделениями связи	10 км.	10 км.	10 км.	10 км.	10 км.
	Нормативы транспортной доступности аптечных организаций	30 минут	30 минут	30 минут	30 минут	30 минут
	Нормативы транспортной доступности лесопарковых зон	20 минут	20 минут	20 минут	20 минут	20 минут
	Нормативы транспортной доступности зон массового кратковременного отдыха	90 мин.	90 мин.	90 мин.	90 мин.	90 мин.

Отметим, что показатели транспортного обслуживания населения вряд ли можно признать соответствующими реальным потребностям населения. Оговаривается лишь норматив наличия 1 автостанции (автокасса) для обслуживания пассажиров автобусных маршрутов на район. По стандартам определяют лишь количество единиц общественного транспорта: 1 автобус на 8 тыс. жителей для населенных пунктов с численностью населения от 10 до 30 тыс. жителей. Однако, качество и объем предоставляемых транспортных, как и любых других услуг оказывает непосредственное влияние на величину спроса в пассажироперевозках. Согласно проанализированным данным для достижения агломерационного эффекта необходимым является организация тактового движения между населенными пунктами и районными/региональными центрами. В таком случае спрос услуги общественного пригородного транспорта достигает величины от 120-140 поездок в год общественным транспортом в расчете на 1 жителя. Следовательно, для населенных пунктов с населением 1 тыс. чел. это соответствует минимум 6-8 парам стандартных пригородных автобусов ежедневно. При существующем нормативе обеспеченности районных автостанций по нормативу 1 автобус на 8000 жителей реализация подобной модели является трудновыполнимой. Следовательно, данный индикатор нуждается в усовершенствовании. Как минимум, для населенных пунктов с численностью населения более 2000 жителей обеспеченность автобусным/железнодорожным пригородным транспортом должна строиться исходя из необходимости обеспечения тактового движения общественного транспорта. Следует принимать во внимание преимущества железнодорожного транспорта в населенных пунктах, имеющих железнодорожное сообщение [13,14], включая более высокую надежность доставки пассажиров в сложных природно-климатических условиях. Исходя из потенциального спроса при повышении качества предоставляемых транспортных услуг, актуальным становится организация

минимально ежедневных 2-х пар общественного транспорта (для обеспечения утренней и вечерней маятниковой миграции) между сельскими поселениями с численностью населения более 300 человек и районным/краевым центром.

Для населенных пунктов с численностью населения 140-300 чел. необходимо обеспечить как минимум ежедневное транспортное сообщение с районным/краевым центром (либо не менее 2-х пар 4 дня в неделю). В населенных пунктах с малой численностью населения, организация 2-х пар общественного транспорта 2 раза в неделю должна обеспечивать все населенные пункты с численностью населения более 80 чел. (кроме изолированных поселений). В то же время, при формировании сети маршрутов общественного транспорта следует учесть по возможно — и охват более мелких населенных пунктов, так как повышение качества жизни не должно проходить мимо них (ликвидация неперспективных населенных пунктов 60-х -80-х гг. XX века неоднократно признавалась ошибочной, в том числе, на самом высоком уровне [15].

Таким образом, можно выделить следующие нормативы транспортно-инфраструктурного обеспечения населения сельских территорий при формировании социального стандарта качества жизни в сельской местности (табл. 1)

Выводы. Подводя итог, следует отметить, что необходимость обеспечения населения сельских районов транспортными услугами при грамотной организации не противоречит и показателям экономической эффективности. Следовательно, становится возможным привлечение частных предпринимателей к организации транспортного обслуживания населения. Тем не менее, инфраструктурное развитие по ряду объективных причин продолжит оставаться прерогативой органов государственной власти. Это создает условия для организации инфраструктурного развития для транспортного обслуживания на принципах государственно-частного партнерства.

Список источников

1. Оценка численности постоянного населения Красноярского края по городским округам и муниципальным районам на 1 января. URL: <http://krasstat.gks.ru/folder/32970#>. Федеральная служба государственной статистики.
2. Лукиных В.Ф., Швалов П.Г. Модель развития логистической инфраструктуры городской агломерации в Красноярском крае // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. 2015. Т. 8. № 5. С. 190-208.
3. Швалов П.Г., Тарасов С.А., Тарасов Ю.С., Лукиных В.Ф. Модель векторов развития логистической инфраструктуры красноярской городской агломерации // Управление экономическими системами. 2013. № 6 (54). С. 13.
4. Среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства) января. URL: <http://gks.ru/dbscripts/munst/munst04/DBlnet.cgi>. Федеральная служба государственной статистики.
5. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89.
6. Постановление от 23 декабря 2014 года N 631-п Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования Красноярского края.
7. Гудков В.А., Миротин Л.Б. Пассажирские автомобильные перевозки. М.: Горячая линия-Телеком. 2006. 448 с.
8. СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
9. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги.
10. Приказ от 27 февраля 2016 года N 132н «О Требованиях к размещению медицинских организаций государственной системы здравоохранения и муниципальной системы здравоохранения исходя из потребностей населения».
11. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 20 июня 2013 г. N 388н «Об утверждении Порядка оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи» (с изменениями и дополнениями).
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1429 «Об утверждении Правил территориального распределения отделений почтовой связи акционерного общества Почта России».
13. Швалов П.Г. Приоритетные направления развития внутрирегиональных дневных пассажирских перевозок железнодорожным транспортом в западной группе районов Красноярского края // Экономика и предпринимательство. 2021. № 3 (128). С. 1461-1466.





14. Швалов П.Г. Роль и ключевые направления развития железнодорожного транспорта при формировании региональной логистической инфраструктуры макрорегиона «Енисейская Сибирь» // Транспорт России: прошлое, настоящее и будущее (к 185-летию открытия первой отечественной железной дороги). Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 242-247.

15. Швалов П.Г., Шапорова З.Е. Общественный транспорт и транспортная инфраструктура как элемент социального стандарта качества жизни населения сельских территорий. Логистика — Евразийский мост: материалы XVIII Международной научно-практической конференции (27–30 апреля 2023 г., Красноярск). Часть 1. Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск, 2023. С. 310-312.

16. Колоскова Ю.И. Социально-экономическое развитие сельских территорий Красноярского края. Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. С. 393-397.

17. Паршуков Д.В. и др. Стратегические альтернативы повышения качества и уровня жизни населения сельских территорий (на материалах Красноярского края) // Инновации и инвестиции. 2021. № 11. С. 195-199.

18. Летагина Е.А. Аналитический обзор нормативных правовых актов Российской Федерации, регулирующих вопросы социально-экономического уровня и качества жизни сельского населения, стандартизации этих процессов // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 4(61). С. 213-219.

19. Сторожева А.Н. К вопросу о сводном стандарте как нормативно-правовом акте, регулирующем развитие сельских территорий (на примере Красноярского края). Научно-практические аспекты развития АПК: Материалы национальной научной конференции, Красноярск, 18 ноября 2022 года. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. С. 370-372.

20. Шапорова З.Е. Оценка состояния жилищной сферы сельских территорий Красноярской агломерации // Проблемы современной экономики. 2022. № 3(83). С. 240-244.

21. Швалов П.Г. Анализ развития логистической инфраструктуры АПК Дзержинского района Красноярского края. Проблемы современной аграрной науки: материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2022 года. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. С. 178-182.

References

1. *Ocenka chislennosti postoyannogo naseleniya Krasnoyarskogo kraja po gorodskim okrugam i municipal'ny'm rayonam na 1 yanvarya* [Estimation of the permanent population of the Krasnoyarsk Territory by urban districts and municipal districts as of January 1], <http://krasstat.gks.ru/folder/32970#> (accessed: 04.05.2023).
2. Lukinikh V.F., Shvalov P.G. (2015). *Model' razvitiya logisticheskoy infrastruktury gorodskoy aglomeratsii v Krasnoyarskom krae* [A model for the development of the logistics infrastructure of an urban agglomeration in the Krasnoyarsk Territory]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye nauki* [Journal of the Siberian Federal University. Series: Humanities], vol. 8, pp. 190-208.
3. Shvalov P.G., Tarasov S.A., Tarasov Yu.S., Lukinikh V.F. (2013). *Model' vektorov razvitiya logisticheskoy infrastruktury krasnoyarskoy gorodskoy aglomeratsii* [Model of development vectors of the logistics infrastructure of the Krasnoyarsk urban agglomeration]. *Upravlenie e'konomicheskimi sistemami*

e'lektronny'j nauchny'j zhurnal [Management of economic systems: electronic scientific journal], no. 6 (54), pp. 13.

4. *Srednemesyachnaya zarabotnaya plata rabotnikov organizatsii (bez sub'ektivnogo predprinimatel'stva) yanvarya* [Average monthly salary of employees of organizations (excluding small businesses) in January], <http://gks.ru/db-scripts/munst04/DBlnet.cgi> (accessed: 04.05.2023).

5. SP 42.13330.2016 *Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroyka gorodskix i sel'skix poselenij. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIIP 2.07.01-89*. [SR 42.13330.2016 Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements. Updated version of BCR 2.07.01-89.]

6. *Postanovlenie ot 23 dekabrya 2014 goda N 631-p OB utverzhdenii regional'ny'x normativnykh gradostroitel'nogo proektirovaniya Krasnoyarskogo kraja* [DECREE No. 631-p dated December 23, 2014 on approval of regional standards for urban planning design of the Krasnoyarsk region].

7. Gudkov V.A., Mirotn L.B. (2006). *Passazhirskie avtomobil'ny'e perevozki* [Passenger road transport]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom [Moscow: Hotline-Telecom]: 448 p.

8. Snip 2.07.01-89* *Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroyka gorodskix i sel'skix poselenij* [BCR 2.07.01-89 * Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements].

9. SP 34.13330.2012 *Avtomobil'ny'e dorogi* [SR 34.13330.2012 ROADS]

10. *Prikaz ot 27 fevralya 2016 goda N 132n «O Trebovaniyakh k razmeshcheniyu medicinskix organizatsij gosudarstvennoj sistemy' zdoravooxraneniya i municipal'noj sistemy' zdoravooxraneniya iskhodya iz potrebnostej naseleniya»* [ORDER of February 27, 2016 N 132n «On the Requirements for the placement of medical organizations of the state health care system and the municipal health care system based on the needs of the population»]

11. *Prikaz Ministerstva zdoravooxraneniya RF ot 20 iyunya 2013 g. N 388n «Ob utverzhdenii Poryadka okazaniya skoroy, v tom chisle skoroy specializirovannoy, medicinskoj pomoshchi (s izmeneniyami i dopolnleniyami)»* [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of June 20, 2013 N 388n «On approval of the Procedure for the provision of emergency, including emergency specialized, medical care (with amendments and additions)»]

12. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 15.09.2020 № 1429 «Ob utverzhdenii Pravil territorial'nogo raspredeleniya otdelenij pochtovoj svyazi akcionernogo obshchestva Pochta Rossii»* [Decree of the Government of the Russian Federation dated September 15, 2020 No. 1429 «On Approval of the Rules for the Territorial Distribution of Post Offices of the Russian Post Joint-Stock Company»].

13. Shvalov P.G. (2021). *Prioritetny'e napravleniya razvitiya vnutriregional'ny'x dnevny'x passazhirskix perevozok zheleznodorozhny'm transportom v zapadnoj grappe rayonov Krasnoyarskogo kraja* [Priority directions for the development of intra-regional daytime passenger transportation by rail in the western group of districts of the Krasnoyarsk Territory]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], no. 3 (128), pp. 1461-1466.

14. Shvalov P.G. (2022). *Rol' i klyuchevye napravleniya razvitiya zheleznodorozhnogo transporta pri formirovani regional'noj logisticheskoy infrastruktury makroregiona «Enisejskaya Sibir'»* [The role and key directions of development of railway transport in the formation of the regional logistics infrastructure of the Yenisei Siberia macroregion]. *Transport Rossii: proshloe, nastoyashchee i budushchee (k 185-letiyu otkrytiya pervoy otechestvennoy zheleznoy dorogi). sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Moskva [Transport of Russia: past, present and future (to the 185th anniversary of the opening of the first domestic railway). Collection of works of the International scientific-practical conference], Moscow, pp. 242-247.

15. Shvalov P.G., Shapорова Z.E. [2023]. *Obshchestvenny'j transport i transportnaya infrastruktura kak e'lement social'nogo standarta kachestva zhizni naseleniya sel'skix territorij* [Public transport and transport infrastructure as an element of the social standard for the quality of life of the population of rural areas]. *Logistika — Evrazijskij most: mat-ly XVIII Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (27–30 aprelya 2023 g., Krasnoyarsk). Chast' 1. Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t* [Logistics — Eurasian bridge: materials of the XVIII International. scientific-practical. conf. (April 27–30, 2023, Krasnoyarsk). Part 1. Krasnoyarsk. state agrarian un-t.], pp. 310-312.

16. Koloskova, Yu. I., Shapорова Z.E. (2020). *Social'no-e'konomicheskoe razvitiye sel'skix territorij Krasnoyarskogo kraja* [Socio-economic development of rural areas of the Krasnoyarsk Territory]. *Inzhenernoe obespechenie v realizatsii social'no-e'konomicheskix i e'kologicheskix programm APK: materialy' Vserossiyskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferentsii. — Kurgan: Kurganskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya im. T.S. Mal'tseva* [Engineering support in the implementation of socio-economic and environmental programs of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conferences. — Kurgan: T.S. Maltsev Kurgan State Agricultural Academy], pp. 393-397

17. Parshukov D. V., Koloskova, Yu. I., Shapорова Z.E. (2021). *Strategicheskie al'ternativy' povysheniya kachestva i urovnya zhizni naseleniya sel'skix territorij (na materialax Krasnoyarskogo kraja)* [Strategic alternatives for improving the quality and standard of living of the population of rural areas (on the materials of the Krasnoyarsk Territory)]. *Innovatsii i investitsii* [Innovations and investments], no. 11. pp. 195-199.

18. Letyagina, E. A., Shapорова Z.E. (2022). *Analiticheskij obzor normativny'x pravovy'x aktov Rossijskoj Federatsii, reguliruyushhiy voprosy' social'no-e'konomicheskogo urovnya i kachestva zhizni sel'skogo naseleniya, standartizatsii e'tix processov* [Analytical review of the normative legal acts of the Russian Federation regulating issues of the socio-economic level and quality of life of the rural population, standardization of these processes]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo* [Business. Education. Law], no. 4 (61), pp. 213-219.

19. Storozheva A.N., Dadayan E.V., Letyagina E.A. (2023). *K voprosu o svodnom standarte kak normativno-pravovom akte, reguliruyushhem razvitiye sel'skix territorij (na primere Krasnoyarskogo kraja)* [On the issue of a consolidated standard as a regulatory legal act regulating the development of rural areas (on the example of the Krasnoyarsk Territory)]. *Nauchno-prakticheskie aspekty' razvitiya APK: Materialy' nacional'noj nauchnoj konferentsii, Krasnoyarsk, 18 noyabrya 2022 goda. — Krasnoyarsk: Krasnoyarskij gosudarstvenny'j agrarny'j universitet* [Scientific and practical aspects of the development of the agro-industrial complex: Proceedings of the national scientific conference, Krasnoyarsk, November 18, 2022, Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University], pp. 370-372.

20. Shapорова Z.E., Chepeleva K.V., Korotkova S.A. (2022). *Ocenka sostoyaniya zhilishhnoy sfery sel'skix territorij Krasnoyarskoy aglomeratsii* [Assessment of the state of the housing sector in rural areas of the Krasnoyarsk agglomeration]. *Problemy' sovremennoj e'konomiki* [Issues of modern economics], no. 3(83), pp. 240-244.

21. Shvalov P.G., Chepeleva K.V. (2022). *Analiz razvitiya logisticheskoy infrastruktury' APK Dzerzhinskogo rajona Krasnoyarskogo kraja* [Analysis of the development of the logistics infrastructure of the agro-industrial complex of the Dzerzhinsky district of the Krasnoyarsk Territory]. *Problemy' sovremennoj agrarnoy nauki: materialy' mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii, Krasnoyarsk, 15 oktyabrya 2022 goda, Krasnoyarsk, Krasnoyarskij gosudarstvenny'j agrarny'j universitet* [Problems of modern agrarian science: materials of the international scientific conference, Krasnoyarsk, October 15, 2022, Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University], pp. 178-182.

Информация об авторах:

Швалов Павел Григорьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры логистики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4779-996X>, shvalov@yandex.ru

Чепелева Кристина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры логистики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7520-3334>, kristychepeleva@mail.ru

Шапорова Зинаида Егоровна, кандидат экономических наук, директор Института Экономики и управления АПК, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2137-0545>, fub@kgau.ru

Information about the authors:

Pavel G. Shvalov, candidate of economic sciences, associate professor of the department of logistics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4779-996X>, shvalov@yandex.ru

Kristina V. Chepeleva, candidate of economic sciences, associate professor of the department of logistics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7520-3334>, kristychepeleva@mail.ru

Zinaida E. Shapороva, candidate of economic sciences, head of Institute of Economics and Management in AIC, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-2137-0545>, fub@kgau.ru

✉ shvalov@yandex.ru