



Международный
сельскохозяйственный журнал
Издаётся с 1957 года

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

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



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



«Международный сельскохозяйственный журнал» включен
в перечень ВАК рецензируемых
научных изданий, в которых должны
быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней
кандидата и доктора наук (ВАК-2020)



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

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



Публикации размещаются
в системе Российского индекса
научного цитирования (РИНЦ)



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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.А. Фомин

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

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

Учредитель и издатель: ООО «Электронная наука»

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

Свидетельство Московской регистрационной
Палаты № 002.043.018 от 04.05.2001 г.

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

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

Подписано в печать 04.10.2021 г. Тираж 10500
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR
A.A. Fomin

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

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

Founder and publisher: ООО «E-science»

Certificate of registration media
PI № FS77-49235 of 04.04.2012

Certificate of Moscow registration Chamber
№ 002.043.018 of 04.05.2001

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

Address for postal correspondence:
105064, Moscow, box 62

Signed in print 04.10.2021. Edition 10500
The price is negotiable

© International agricultural journal

**Награды
«Международного
сельскохозяйственного
журнала»:**

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



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



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



Земельные отношения и землеустройство

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

1. **ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, ректор Государственного университета по землеустройству, акад. РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, rector of State university of land use planning, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
2. **Вершинин В.В.**, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
3. **Гордеев А.В.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
4. **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
5. **Белобров В.П.**, д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.
Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow
6. **Бунин М.С.**, директор ЦНСХБ, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.
Bunin Mikhail, Director cnshb, Dr. Ekon. Sciences, Professor, honoured science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow
7. **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
8. **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
9. **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
10. **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
11. **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
12. **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
13. **Петриков А.В.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
14. **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
15. **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
16. **Сидоренко В.В.**, д-р экон. наук, проф. Кубанского государственного аграрного университета, заслуженный экономист Кубани. Россия, Краснодар.
Sidorenko Vladimir, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Krasnodar
17. **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
18. **Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.
Uzun Vasily, Dr. Ekon. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow
19. **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
20. **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
21. **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
22. **Закшевский В.Г.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.
Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh
23. **Чекмарев П.А.**, акад. РАН, д-р с.-х. наук, Полномочный представитель Чувашской Республики при Президенте Российской Федерации.
Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Plenipotentiary representative of the Chuvash Republic to the President of the Russian Federation
24. **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
25. **Саблук П.Т.**, директор Института аграрной экономики УАН, академик УАН, д-р экон. наук, проф. Украина, Киев.
Sabluk Petro, Director of the Institute of agricultural Economics UAN, UAN academician, Dr. Econ. Sciences, Professor. Ukraine, Kiev
26. **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
27. **Пармакли Д.М.**, проф., д-р экон. наук. Республика Молдова, Кишинев.
Permal Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau
28. **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
29. **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
30. **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
31. **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
32. **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
33. **Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.
Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS


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

- Яковенко Н.А., Воронов А.С.** Приоритетные направления формирования экспортного потенциала агропродовольственного комплекса России
Yakovenko N.A., Voronov A.S. Priority directions for forming the export potential of the agricultural food complex of Russia 4
- Смирнова М.А., Гвоздева О.В., Чукин И.В., Ганичева А.О.** Устойчивое развитие сельских территорий в системе территориального планирования и пространственного развития
Smirnova M.A., Gvozdeva O.V., Chuksin I.V., Ganicheva A.O. Sustainable development of rural areas in the system of territorial planning and development strategies 9
- Реймер В.В., Пастушенко С.Б., Пашина Л.Л., Тихонов Е.И.** Аграрный сектор экономики Амурской области: анализ развития
Reimer V.V., Pastushenko S.B., Pashina L.L., Tikhonov E.I. Agrarian sector of the economy of the Amur region: analysis of development 13


АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ
AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

- Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А.** Тенденции развития сельскохозяйственного производства в регионах-лидерах АПК России
Kharchenko E.V., Petrova S.N., Zyukin D.A. The trends of agricultural production development in the regions-leaders of Russia AIC 22
- Чуян О.Г., Караулова Л.Н., Митрохина О.А.** К вопросу управления плодородием почв и продуктивностью пашни в агроландшафтах Центрально-Черноземного региона
Chuyan O.G., Karaulova L.N., Mitrokhina O.A. On the issue of managing soil fertility and arable land productivity in agrolandscapes of Central Chernozem Region 27
- Шарапова Н.В., Шарапова В.М., Ю.В. Шарапов Ю.В.** Применение информационных технологий в сельском хозяйстве
Sharapova N.V., Sharapova V.M., Sharapov Yu.V. Application of information technologies in agriculture 32


ПРОБЛЕМЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
PROBLEMS OF FOOD SECURITY

- Латышева З.И., Скрипкина Е.В., Лисицына Ю.В., Севрюкова О.И., Зюкин Д.А.** Регулирование импорта как фактор обеспечения продовольственной безопасности
Latysheva Z.I., Skripkina E.V., Lisitsyna Yu.V., Sevryukova O.I., Zyukin D.A. Import regulation as a factor of ensuring food security 36
- Святова О.В., Жиликов Д.И., Плахутина Ю.В., Петрушина О.В., Лисицына Ю.В.** Экспорт как этап дальнейшей реализации политики импортозамещения
Svyatova O.V., Zhilyakov D.I., Plakhutina Yu.V., Petrushina O.V., Lisitsyna Yu.V. Export as the next stage of the import substitution policy 41


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

- Петрова Л.В.** Оценка коллекционных сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) по хозяйственно ценным признакам методом кластерного анализа в условиях Центральной Якутии
Petrova L.V. Evaluation of collection varietal samples of sown oats (*Avena sativa* L.) by economically valuable characteristics by the method of cluster analysis in the conditions of Central Yakutia 46
- Пуртова Л.Н., Емельянов А.Н.** Влияние различных приемов агротехнической обработки на показатели плодородия агрогенных почв Приморья
Purtova L.N., Emelyanov A.N. Influence of various methods of agrotechnical processing on fertility indicators of agrogenic soils of Primorye 51

- Бакулова И.В., Кабунина И.В.** Особенности технологии семеноводства конопли посевной среднерусского экотипа и оценка ее эффективности
Bakulova I.V., Kabunina I.V. Features of the technology of seed production of hemp seed of the Central Russian ecotype and evaluation of its effectiveness 54

- Морозов А.Н., Дубовик Д.В., Дубовик Е.В., Ильин Б.С.** Влагодобеспеченность и засоренность посевов зерновых культур в зависимости от приемов основной обработки почвы
Morozov A.N., Dubovik D.V., Dubovik E.V., Ilyin B.S. Moisture availability and weed infestation of grain crops depending on the practices of primary tillage 59

- Плужникова И.И., Кришин Н.В., Бакулова И.В.** Влияние протравителя и минеральных удобрений на развитие и урожайность растений конопли посевной
Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V. The influence of the seed dressing and mineral fertilizers on the development and yield of hemp sowing 63

- Демина И.Ф.** Новый сорт яровой мягкой пшеницы Ирвита
Demina I.F. New variety of spring soft wheat Irvita 70

- Николаева Н.А., Тарабукина Н.П., Степанова А.М., Борисова П.П., Алексеева Н.М., Парникова С.И.** Применение кормовых добавок в кормлении телок симментальской породы
Nikolaeva N.A., Tarabukina N.P., Stepanova A.M., Borisova P.P., Alekseeva N.M., Parnikova S.I. The use of feed additives in the feeding of heifers of the simmental breed 73

- Мамонтов В.Г.** Влияние особенностей сельскохозяйственного использования на элементный состав фракций гуминовых кислот чернозема обыкновенного
Mamontov V.G. The influence of specific agricultural use on elemental composition of humic acids fractions in typical chernozem 78

- Лазарев В.И., Ильин Б.С., Башкатов А.Я., Минченко Ж.Н., Гаврилова Т.В.** Влияние природных и антропогенных факторов на продуктивность различных видов полевых севооборотов и плодородие чернозема типичного
Lazarev V.I., Ilyin B.S., Bashkatov A.Ya., Minchenko Zh.N., Gavrilova T.V. The influence of natural and anthropogenic factors on the productivity of various types of field crop rotations and the fertility of typical chernozem 83

- Градсков С.М., Щуклина О.А., Упельник В.П., Ворончихина И.Н.** Вторичные гексаплоидные тритикале (*Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) с геном короткостебельности ржи (*Secale cereale* L.) Ddw1
Gradskov S.M., Shchuklina O.A., Upelnik V.P., Voronchikhina I.N. Secondary hexaploid triticale (*Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) with gene of short-stalked rye (*Secale cereale* L.) Ddw1 89

- Елисеева Л.И., Степанов К.М.** Биологическая ценность субпродуктов якутского скота
Eliseeva L.I., Stepanov K.M. Biological value of Yakut cattle by-products 93

- Магомедов Н.Р., Сулейманов Д.Ю., Абдуллаев Ж.Н., Абдуллаев А.А.** Урожайность озимой твердой пшеницы сорта Крупинка при различном уровне минерального питания и систем обработки почвы
Magomedov N.R., Suleymanov D.Yu., Abdullaev J.N., Abdullaev A.A. Yield of winter hard wheat grits at different levels of mineral nutrition and soil treatment systems 98

- Орлов П.М., Аканова Н.И.** Периоды полувыведения и миграционная способность ¹³⁷Cs из почв, загрязненных Чернобыльскими выпадениями на территории Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей
Orlov P.M., Akanova N.I. Half-life and migration capacity of ¹³⁷Cs from soils contaminated with Chernobyl fallout in the Bryansk, Kaluga, Tula and Oryol regions 101

- Митрофанов Ю.И.** Совершенствование севооборотов на осушаемых землях
Mitrofanov Yu.I. Improvement of crop rotations on drained lands 106

- Визирская М.М., Аканова Н.И., Федотова Л.С.** Эффективность приемов повышения продуктивности картофеля
Vizirskaya M.M., Akanova N.I., Fedotova L.S. The efficiency of the methods of increasing potato productivity 111



ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Н.А. Яковенко, А.С. Воронов

ФГБУН Институт аграрных проблем Российской академии наук,
г. Саратов, Россия

В статье исследуются тенденции и перспективы развития экспорта агропродовольственной продукции России в условиях усиления факторов неопределенности. Актуальность исследования определяется необходимостью адаптации российского агропродовольственного комплекса к динамичным изменениям конъюнктуры мирового продовольственного рынка. Дана оценка качественных и количественных характеристик экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Выявлена положительная динамика роста экспорта агропродовольственной продукции за исследуемый период. С 2014 по 2020 гг. российский экспорт в стоимостном выражении вырос на 62,5%. Показана неравномерность роста экспорта сырьевых и несырьевых товаров. За исследуемый период рост экспорта товаров нижнего передела составил 64,7%, товаров верхнего передела — 3,4%, а экспорт товаров среднего передела увеличился в 3 раза. Это повлияло на усиление несбалансированности структуры российского экспорта. В 2020 г. доля экспорта продукции нижнего передела составила 72,9%, среднего передела — 9,8%, верхнего передела — 17,2%. Структурная сбалансированность становится определяющей в системе приоритетов развития экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия и роста конкурентоспособности агропродовольственного комплекса в условиях растущей открытости экономики. Анализ структуры экспорта показал диспропорции экспортных позиций внутри переделов, когда основной объем экспорта приходится на 3-6 товарных групп. Осуществлен краткосрочный прогноз экспорта агропродовольственной продукции по переделам. Предложены направления трансформации структуры экспорта продукции агропродовольственного комплекса с учетом тенденций развития мирового продовольственного рынка. Обоснована необходимость поиска баланса между удовлетворением внутреннего спроса населения на продукты питания и растущего спроса мирового продовольственного рынка, увеличения доли экспорта продукции глубокой переработки, преодоления переноса глобальных инфляционных тенденций и других рисков на российские продовольственные рынки.

Ключевые слова: экспортный потенциал, агропродовольственный комплекс, структура, переделы, конкурентоспособность, прогноз, стратегия.

Введение

Развитие внешней торговли сельскохозяйственными продуктами и продовольствием является важным условием обеспечения глобальной продовольственной безопасности, устойчивости продовольственных систем. Ускорение инновационного развития, изменения спроса и предпочтений, необходимость сбалансированного взаимодействия с природой, процессы глобализации и проникновения национальных экономик, обострение конкуренции оказывают огромное влияние на динамичные изменения продовольственных систем, их устойчивость в экономическом, социальном и экологическом аспектах. Процессы глобализации в производственных и рыночных системах опережали формирование эффективных транснациональных институтов и механизмов, что усилило риски неопределенности на мировых продовольственных рынках.

Принятие национального проекта по развитию экспорта агропродовольственной продукции России предполагает смягчение влияния внешних угроз, а также решение системных проблем функционирования агропродовольственного комплекса страны. Реализация проекта стала возможна благодаря устойчивому росту сельскохозяйственной продукции и продовольствия, формированию экспортного

потенциала по ряду важнейших продуктов питания. Однако в последние годы наблюдается дисбаланс в развитии аграрного сектора и постсельскохозяйственных отраслей агропродовольственного комплекса, экспорта сырья и продукции с высокой добавленной стоимостью. Стратегия развития агропродовольственного комплекса России, по мнению ведущих отечественных ученых и специалистов, во многом связана с преодолением негативных факторов внешнеэкономической деятельности, снятием барьеров, препятствующих углублению международной кооперации и развитию экспорта, расширением возможностей для экспортной экспансии на глобальные продовольственные рынки на основе диверсификации производства [1-5].

В условиях пандемии COVID-19 страны, обеспокоенные неопределенностью с поставками продовольствия, ограничили экспорт сельскохозяйственного сырья и продуктов питания. Снижение реальных доходов населения, увеличение численности безработных, рост цен на продовольствие, расслоение населения с точки зрения доходов и доступа к здоровым продуктам питания осложнили ситуацию на глобальных продовольственных рынках. Угроза снижения физической доступности продовольствия, связанная с нарушением функционирования

глобальных продуктовых цепочек, непредсказуемостью логистических систем в результате закрытия границ между странами и внутри стран, массовым закрытием предприятий общественного питания и гостиничного бизнеса, стимулировала введение протекционистских мер регулирования внутренних продовольственных рынков. Ограничения затрагивают не только поставки конечной продукции, но и промежуточной. Это может привести к снижению производства продуктов питания и серьезно отразиться на их доступности. «В новых условиях требует развития теоретическая оценка влияния мер внешнеэкономической политики на устойчивость конкурентных позиций агропродовольственного комплекса. Усиление связи экспортного сегмента с внутренним рынком страны необходимо для уменьшения влияния экзогенных факторов мировой конъюнктуры, недопущения влияния импортируемой инфляции на внутренние цены, учета в регулировании ценовой сбалансированности проявлений эффекта импортных закупок» [6].

Цель исследования

Цель исследования состоит в обосновании перспектив развития российского экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия на основе оценки тенденций



изменения его продуктовой структуры, исследовании факторов роста агропродовольственного экспорта глубокой переработки в условиях неопределенности.

Методика исследования

В процессе исследования применялись методы комплексного и системного анализа, сравнительного анализа, монографического исследования и др. Краткосрочный прогноз экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия разных переделов осуществлялся с использованием полиномиальной регрессии, которая применяется в экономико-математической статистике при моделировании трендовых составляющих временных рядов. Преимущества данной модели заключаются в простоте вычислительных алгоритмов, наглядности и интерпретируемости результатов. Однако полиномиальные модели, включая экстраполяцию по данным временных рядов, адекватно интерпретируют прошлое, но не учитывают асимптотические приближения критерия и ненаблюдаемые внешние возмущения в условиях неопределенности. Поэтому с учетом ускорения изменений факторов, определяющих конъюнктуру мирового продовольственного рынка, появления новых рисков и возможностей, что ведет к трансформации трендов, нами были рассчитаны краткосрочные прогнозы экспорта агропродовольственной продукции.

В качестве инструмента для оценки торгового потенциала товарных позиций использовался индекс выявленного сравнительного преимущества (RCA — revealed comparative advantage index), который рассчитывался по формуле:

$$RCA = \frac{(X_{ij} - M_{ij})}{(X_{ij} + M_{ij})},$$

где X — экспорт; M — импорт; i — исследуемая страна; j — товар [7].

Классификация товаров базируется на методике национального проекта «Международная кооперация и экспорт» с учетом разработок Российского экспортного центра на основе российского и зарубежного опыта подобных классификаций. Несырьевая продукция нижних переделов включает товары с невысокой степенью переработки. К ней относятся, например, первичная продукция растениеводства — зерно, маслосемена, технические культуры, овощи, фрукты и т.д. Несырьевая продукция средних переделов охватывает промежуточные продукты с многостадийной и достаточно глубокой переработкой сырья (мясо) или готовые продукты с невысокой долей добавленной стоимости (мука, крупы, растительные масла, сахар). Несырьевая продукция верхних переделов — это готовые товары с высокой добавленной стоимостью, представляющие собой результат глубокой переработки исходных материалов [8].

Информационной базой для оценки динамики и структуры экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия России послужили данные UN Comtrade Database по гармонизированной системе (HS2012) на основе таможенной статистики внешней торговли Российской Федерации [9]. Доступная база представлена данными по объему экспорта в тыс. долл. США [10]. Используемые данные представлены в текущих ценах и подвержены влиянию межрегиональной дифференциации.

Результаты исследования

Приоритетным направлением развития экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия является трансформация его структуры. Экспорт продукции глубокой переработки имеет высокий мультипликативный эффект, что позволяет увеличивать темпы совокупной добавленной стоимости, формировать конкурентные преимущества более высокого порядка, эффективно использовать природные, трудовые, инвестиционные и инновационные ресурсы.

В результате исследования дана оценка изменений динамики и структуры российского экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия по разным переделам. Анализ динамики экспорта позволил выделить два этапа: 2015–2016 гг. и 2017–2020 гг. На первом этапе отмечается снижение экспорта в стоимостном выражении по отношению к 2014 г. на 15,0 и 10,0% соответственно. Наибольшие темпы падения отмечаются по продуктам верхнего передела. В 2015 г. сокращение составило 22,3%, в 2016 г. — 10,7% по сравнению с 2014 г. Существенное снижение выявлено и по продуктам нижнего передела. В 2015 г. экспорт данной группы товаров снизился на 14,1%, в 2016 г. — на 11,7% по сравнению с 2014 г. По продуктам среднего передела снижение экспорта в стоимостном выражении в 2015 г. составило 4,5%, а в 2016 г. отмечен рост на 8,5%. С 2017 г. наблюдается рост экспорта агропродовольственной продукции. В 2020 г. общий объем экспорта в стоимостном выражении увеличился по сравнению с 2014 г. на 47,1%, в том числе продукции нижнего передела — на 47,3%, среднего передела — на 99,5%, верхнего передела — на 27,3%.

Динамика экспорта разных товаров внутри переделов также существенно отличается. В нижнем переделе экспорт сои вырос в 17,5 раза, мясной и рыбной муки — в 15,4 раза, рапса — в 4,1 раза, живой рыбы — в 5,1 раза. Среди продуктов среднего передела экспорт муки вырос в 1,9 раза, сахара — в 8,3 раза, мяса и субпродуктов — в 8,2 раза. Относительно низкими темпами роста характеризуются продукты верхнего передела. Экспорт мучных кондитерских изделий вырос в 1,2 раза, готовых продуктов из цельных злаков — в 2,1 раза, плодово-овощной продукции — в 1,5 раза.

Увеличение российского экспорта агропродовольственного комплекса в стоимостном выражении связано с неравномерным изменением цен на сельскохозяйственное сырье и продовольствие на мировых и российских рынках, а также с ослаблением курса рубля. По данным ФАО, за последние 10 лет мировые цены на продовольствие росли максимальными темпами [11, 12]. В большей степени подорожали зерновые, растительные масла, сахар, крупы. За февраль 2021 г. индекс цен на зерновые вырос на 7,1%, подсолнечное масло — на 5,8%, сахар — на 8,1%. Выявленные тенденции «способствуют переносу инфляционных тенденций на российские рынки и ведут к обострению важного нового противоречия между возможностями наращивания объемов производства востребованных на мировом рынке продуктов, а также роста доходности в отраслях их производящих, и возможностями платежеспособного спроса со стороны групп населения с низкими и средними доходами» [13].

В анализируемом периоде не выявлено существенных изменений в структуре российского экспорта агропродовольственной продукции. С 2014 по 2020 гг. доля продукции нижних переделов выросла с 72,8 до 73,0%. Отмечено сокращение вывоза продукции верхних переделов с 20,0% в 2014 г. до 17,3% в 2020 г. Экспорт продукции средних переделов вырос с 7,3 до 9,8%, соответственно. Внутри переделов также сохраняется относительно устойчивая структура. В экспорте продукции верхнего передела ведущее место занимают шоколадные изделия, мучные кондитерские изделия, хлеб, плодово-овощная продукция и прочие пищевые продукты. Среди экспорта продуктов среднего передела максимальную долю занимает рыбное филе и прочее мясо, мясо и субпродукты, мука, сахар. Наибольшей специализацией отличается структура экспорта продуктов нижнего передела. На долю зерна за исследуемый период приходилось 57–65% экспорта. Мороженая рыба составляла 16–20%, ракообразные — 5–8% экспорта.

Формирование устойчивой структуры экспорта подтверждается расчетами индекса выявленного сравнительного преимущества основных сельскохозяйственных товаров и продуктов питания, экспортированных Российской Федерацией за исследуемые годы. Происходит последовательное «усугубление» концентрации экспорта на ограниченном наборе сегментов мирового агропродовольственного рынка. Сформировавшийся экспортный сегмент работает в основном под влиянием экзогенных факторов мировой конъюнктуры и слабо связан с внутренним рынком страны.

В число конкурентных среди несырьевых товаров верхних переделов с 2014 по 2020 гг. вошли 6 товарных групп (рис. 1). В анализируемом периоде значительно усилился экспортный потенциал мучных кондитерских изделий и хлеба, маргарина, безалкогольных напитков, шоколадных изделий, сахаристых кондитерских изделий. Индекс выявленного сравнительного преимущества для макарон, пельменей и схожей продукции характеризовался изменением от -5,1 до 26,8%. Выявленное колебание индекса обусловлено спросом и зависит от цен, формирующихся в странах-импортерах.

Произошло значительное укрепление конкурентных позиций на внешних рынках по товарной группе маргарина и схожих продуктов. В 2020 г. значение индекса сравнительного преимущества составило 45,3%. Высокие значения индекса объясняются снижением объемов импорта на фоне ослабления рубля. На объем экспортных поставок не оказал влияния даже спад внутреннего производства, продолжающийся в течение последних трех лет. Экспорт маргарина вырос в 2020 г. по сравнению с 2014 г. на 20,0%. Большая часть маргарина и пригодных для употребления в пищу смесей была реализована в Узбекистане, Украине и Таджикистане.

Заметный прирост индекса показали мучные кондитерские изделия и хлеб (9,6% в 2020 г.), что связано с завершением инвестиционных проектов по модернизации производств и расширением линейки продукции. Основными покупателями являются страны ближнего зарубежья, такие как Республика Казахстан и Республика Беларусь. Рынки этих стран чутко реагируют на снижение покупательной способности населения, которое в условиях падения доходов





отдает предпочтение продукции более низкого ценового диапазона по сравнению с другими видами кондитерских изделий. Перспективный спрос в таких странах, как Казахстан, Беларусь, Азербайджан и Узбекистан будет продолжать оказывать значимое влияние на формирование и развитие экспорта продукции глубокой переработки хлебопродуктовой выпечки.

Среди несырьевых товаров средних переделов произошло заметное укрепление конкурентных преимуществ на внешнем рынке по шести товарным группам (рис. 2).

Индекс выявленного сравнительного преимущества вырос для рыбного филе и прочего мяса с 5,0% в 2014 г. до 31,1% в 2020 г.; продуктов перемола (мука) — с 1,0 до 51,7%; непищевых модифицированных жиров и масел — с 10,9 до 76,1%; дрожжей, пекарных порошков — с 24,7 до 47,9%; сахара — с 97,8 до 73,4%, соответственно.

Для некоторых групп товаров рост индекса сравнительного преимущества носит краткосрочный характер и связан с благоприятными условиями, сложившимися в данный период. Например, в 2020 г. отмечается резкий рост индекса сравнительного преимущества для сахара и кондитерских изделий из сахара. Увеличение экспорта данной группы товаров было связано с накоплением значительных запасов белого сахара на конец 2019 г., снижением ввозных пошлин Республикой Узбекистан. По итогам

2020 г. произошло падение валового сбора сахарной свеклы на фоне сниженной урожайности и сокращения посевных площадей, что стало причиной существенного роста внутренних цен в России. В результате в декабре 2020 г. государством были приняты соглашения об установлении предельных цен на сахар между Министерством промышленности и торговли РФ, Министерством сельского хозяйства РФ, производителями и торговыми сетями. В апреле 2021 г. утверждена субсидия производителям сахара белого по возмещению части затрат на производство и реализацию в организации розничной торговли.

Наилучшая ситуация в исследуемом периоде складывалась для товарных групп нижнего передела (рис. 3). На 3 группы товаров нижних переделов — зерно, мороженная рыба, ракообразные — приходилось 85,0% экспорта. Индекс выявленного сравнительного преимущества для зерновых вырос с 86,2% в 2014 г. до 93,2% в 2020 г., мороженой рыбы — с 29,9 до 54,2%, ракообразных — с 21,5 до 69,8% соответственно.

Остальные группы товаров составляют 15,0% экспорта. Практически все товарные группы, входящие в нижний передел агропродовольственного комплекса, имели устойчивые конкурентные позиции на внешних рынках. В исследуемом периоде традиционный набор конкурентоспособных продуктов низкого

передела дополнили моллюски (-33,9% в 2014 г. и 21,5% в 2020); семена подсолнечника (-69,9 и 25,6%); мясная и рыбная мука (-15,6 и 47,2%); соевый шрот и жмых (-2,8 и 17,0%). Существенный рост конкурентоспособности показала группа кормовых растений. Индекс выявленного сравнительного преимущества кормовых растений увеличился с 12,6% в 2014 г. до 93,7% в 2020 г. Основными покупателями стали Белоруссия, Польша, Латвия и Нидерланды.

Современная ситуация, складывающаяся на продовольственном рынке, характеризуется высоким уровнем неопределенности и рисков. В этих условиях важная роль отводится прогнозированию. Усиление геоэкономической и геополитической неопределенности, с одной стороны, требует оценки перспектив развития рынка, изменений его конъюнктуры, новых угроз и возможностей, основных факторов, влияющих на рынок. С другой стороны, глобальные вызовы и тренды усложняют процесс прогнозирования. Вследствие влияния неопределенных факторов точность и качество прогнозов ухудшается. Поэтому нами были разработаны краткосрочные прогнозы развития экспорта разных переделов, основанные на экстраполяции, экспоненциальном сглаживании и усреднении отклонений. На рисунке 4 представлены полиномиальные тренды, показаны уравнения и коэффициенты аппроксимации.

Построенная полиномиальная линия тренда (с учетом аппроксимации) показывает дальнейший рост экспорта продукции нижних переделов. Коэффициент детерминации R^2 равен 0,872. Таким образом, прогнозируется увеличение экспорта агропродовольственной продукции нижних переделов в 2021 г. до 16,9 млрд долл. США, в 2022 г. — до 18,1 млрд долл. США.

Линия тренда для экспорта агропродовольственной продукции средних переделов также показывает возможность незначительного роста. Уровень достоверности модели достаточно высок (коэффициент детерминации R^2 близок к 1). В 2021 г. прогнозируется рост экспорт продукции средних переделов до 2,9 млрд долл. США, а в 2022 г. — до 3,3 млрд долл. США.

При сохранении сложившихся условий и тенденций развития экспорта продукции агропродовольственного комплекса предполагается снижение продукции верхних переделов в 2021 г. до 3,2 млрд долл. США, в 2022 г. — до 3,1 млрд долл. США.

Экстраполяция сложившихся тенденций в развитии российского экспорта агропродовольственной продукции консервирует сформировавшуюся его структуру. Прогнозируется рост доли продукции нижних переделов в экспорте до 73,3% в 2021 г. и до 73,8% в 2022 г. Существенно увеличивается доля экспорта продукции средних переделов. В 2014 г. она составляла 7,3%, а в 2022 г. вырастет до 13,6%. Прогнозируется дальнейшее падение экспорта продукции верхних переделов с 20,0% в 2014 г. до 12,7% в 2022 г. В то же время концентрация российских экспортеров на сегментах мирового продовольственного рынка, где они имеют устойчивые конкурентные преимущества, позволяет успешно реализовывать цель Федерального проекта «Экспорт продукции АПК» — наращивание объемов экспорта продукции агропродовольственного комплекса за счет создания новой товарной массы.

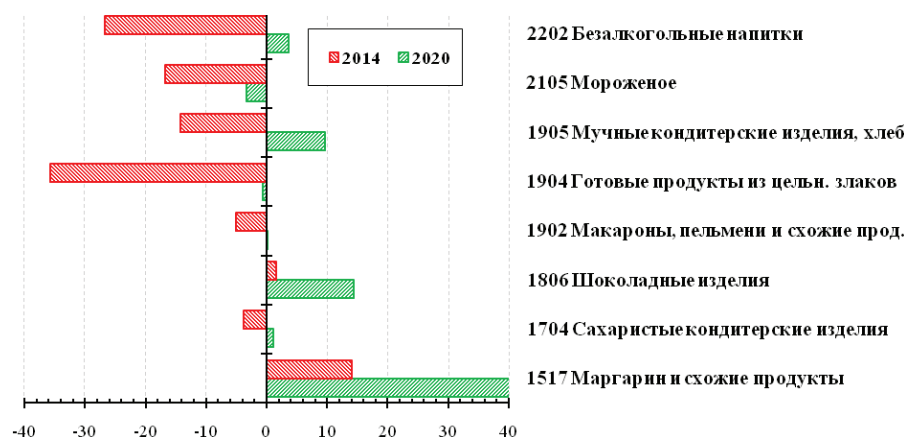


Рис. 1. Индекс выявленного сравнительного преимущества для несырьевых товаров верхних переделов в 2014 и 2020 гг., %

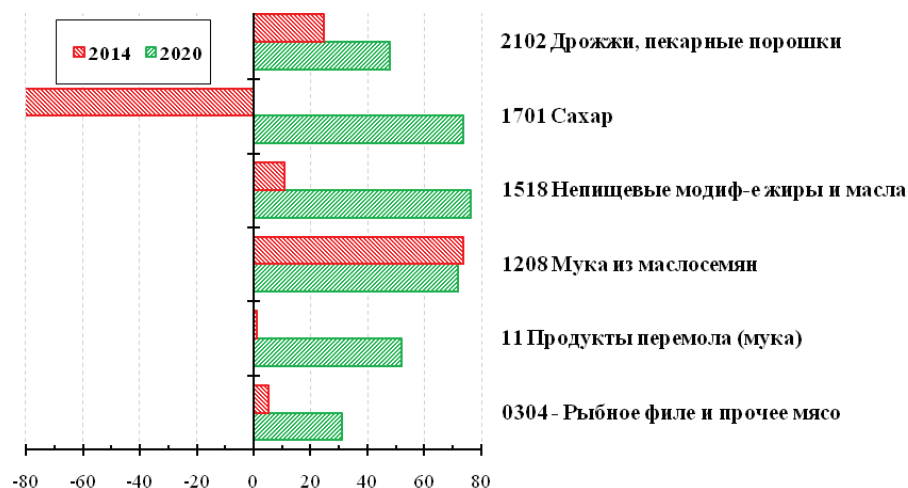


Рис. 2. Индекс выявленного сравнительного преимущества для несырьевых товаров средних переделов в 2014 и 2020 гг., %

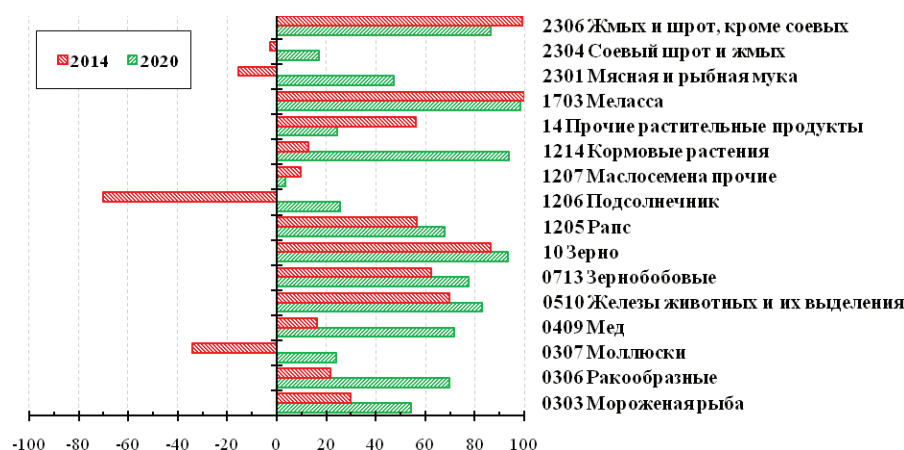


Рис. 3. Индекс выявленного сравнительного преимущества для несырьевых товаров нижних пределов в 2014 и 2020 гг., %

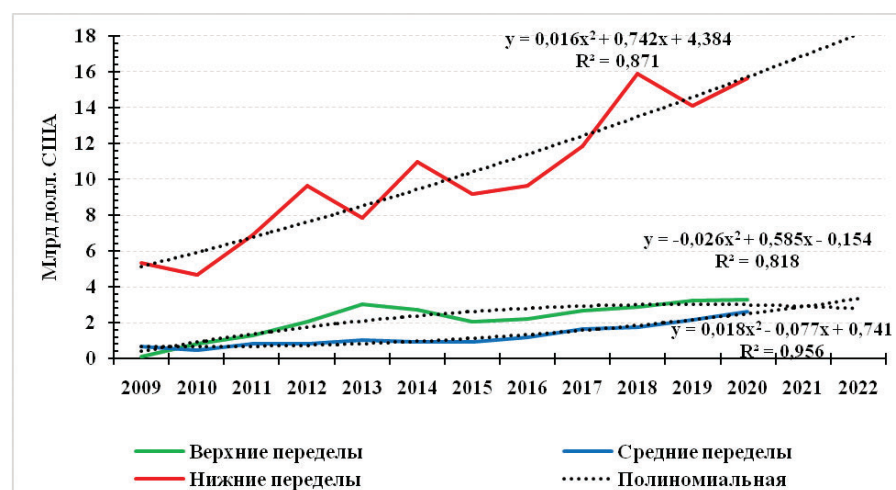


Рис. 4. Прогноз экспорта агропродовольственной продукции России по разным пределам на 2021-2022 гг.

Обсуждение и выводы

Современный этап развития глобального продовольственного рынка характеризуется усложнением взаимоотношений между товаропроизводителями в продуктовых цепях, обострением конкуренции, формированием новых форм конкурентных преимуществ, динамичными изменениями условий и факторов функционирования продовольственного рынка. Это стимулировало рост протекционизма в аграрном секторе мировой экономики. В этих условиях научное обоснование приоритетов и перспектив формирования внешнеэкономической деятельности агропродовольственного комплекса России предполагает альтернативный подход к выбору сценариев развития.

Реализация стратегии экстраполяции тенденций российского экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия основывается на расширении присутствия национальных производителей на традиционных рынках, к которым относятся рынки продукции нижнего предела. Реализация данной стратегии не требует существенного пересмотра системы государственной поддержки экспорта и дополнительных затрат на преодоление конкурентных барьеров, базируется на сложившихся конкурентных преимуществах. Анализ динамики и структуры экспорта агропродовольственной

продукции показал, что развитие внешнеэкономической деятельности российского агропродовольственного комплекса осуществляется по данному сценарию. Усиливается специализация экспорта по ограниченной группе товаров, относящихся в основном к нижнему пределу, что связано с встраиванием российских производителей в глобальные продуктовые цепочки как поставщиков сельскохозяйственного сырья. Однако дальнейшее углубление экспортной специализации обостряет внутренние проблемы развития агропродовольственного комплекса, делает его более уязвимым по отношению к внешним факторам и изменениям конъюнктуры мирового рынка. Это снижает эффективность государственного регулирования аграрного сектора экономики.

Исследования выявили не только дисбаланс экспорта агропродовольственной продукции по пределам, но и диспропорции экспортных позиций внутри пределов. Например, 85,0% экспорта продукции нижнего предела приходится на 3 товарные группы. В экспорте продукции среднего предела ни 4 товарные группы приходится 75,0% вывозимой продукции, 50,0% экспорта продукции верхнего предела составляют 4 товарные группы. Перспективным направлением развития экспорта является стратегия диверсификации внутри пределов

агропродовольственной продукции. Расчеты показали рост конкурентоспособности на внешних рынках основных видов продукции нижнего предела. Укрепились конкурентные позиции по отдельным товарным группам среднего предела.

Оптимальным вариантом является стратегия диверсификации экспорта, которая предполагает расширение номенклатуры товаров, обладающих конкурентными преимуществами, повышение конкурентоспособности уже экспортируемых товаров, увеличение экспорта продукции с наибольшей добавленной стоимостью. Основой диверсификация экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия являются структурные преобразования агропродовольственного комплекса России, которые должны носить системный характер, обеспечивать продовольственную безопасность страны, укреплять конкурентоспособность аграрных производителей на внешних рынках [14]. Это потребует значительных инвестиций в модернизацию производственных мощностей, внедрения современных технологий, согласования структурных изменений с показателями экономической динамики и мерами государственной политики [15]. Трансформация системы государственного регулирования и поддержки экспортеров сельскохозяйственного сырья и продовольствия, на наш взгляд, должна носить не ситуационный, а стратегический характер, что предполагает рост научной обоснованности концепций и стратегий внешнеэкономической деятельности, углубленное изучение тенденций и перспектив развития внешних рынков.

Литература

1. Krylatykh, E.N., Belova, T.N. (2018). Russian grain exports in the context of regional economic policy. *Economy of Region*, vol. 14, issue 3, pp. 778-790. doi: 10.17059/2018-3-7
2. Алтухов А.И. Важный фактор активного расширения экспорта российского зерна // Экономика сельского хозяйства России. 2013. № 9. С. 24-35.
3. Митин С.Г., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Экспорт продукции АПК: проблемы и основные ориентиры развития // Научные труды Вольного экономического общества России. 2019. Т. 219. С. 26-46.
4. Романюк М.А., Чекмарева Н.В., Сухарникова М.А. Перспективы развития экспорта продукции АПК в условиях кризиса // Образование и право. № 11. 2020. С. 443-448. doi: 10.24411/2076-1503-2020-11172
5. Пантелеева О.И., Ревенко Л.С., Акканина Н.В., Романюк М.А. Регулирование экспорта сельскохозяйственных товаров в России и за рубежом: монография / под ред. О.И. Пантелеевой, Л.С. Ревенко. М.: Экономика, 2017. 229 с.
6. Анфиногентов А.А., Ермолова О.В., Мореханова М.Ю., Решетникова Е.Г. Агропродовольственный комплекс России в продовольственной системе мира: устойчивость и экономическая доступность продовольствия для населения // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2021. № 1. С. 4-18.
7. Greenaway, D., Milner C.R. (1993). Trade and Industrial Policy in Developing Countries. Macmillan, London. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-1-349-22782-2>
8. Классификация экспортных товаров по пределам / Российский экспортный центр. URL: https://www.exportcenter.ru/international_markets/classification/ (дата обращения: 15.07.2021).
9. Таможенная статистика внешней торговли РФ. URL: <http://stat.customs.ru/> (дата обращения: 15.07.2021).





10. Official website of the COMTRADE database, UN Department of Statistics. Available at: <https://comtrade.un.org/data/> (accessed: 15.07.2021).
11. Commodity Markets Outlooks. April 2021. World Bank Group. Available at: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>
12. FAO. 2021. Food Outlook: Biannual Report on Global Food Markets: June 2021. Food Outlook, 1. Rome.

13. Кирсанов В.В. Тенденции и приоритетные направления развития агропродовольственного комплекса в условиях действия дестабилизирующих факторов и ограничений // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2021. № 2. С. 9-18.
14. Воронин Б.А., Чупина И.П., Воронина Я.В. Экспортно-ориентированное развитие российского сельского хозяйства и АПК // Аграрный вестник Ура-

- ла. Специальный выпуск «Экономика». 2020. С. 2-9. doi: 10.32417/1997-4868-2021-13-2-9.
15. Узьяков М.Н. Структура производства и экономическое развитие РФ // Актуальные социально-экономические проблемы России: материалы научной сессии Секции экономики Российской академии наук, 22-23 сентября 2016 г. М.: Перо, 2016. 108 с. С. 40-43.

Об авторах:

Яковенко Наталия Анатольевна, доктор экономических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории макроэкономического анализа и стратегии развития агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7589-6302>, yana0206@yandex.ru

Воронов Антон Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории макроэкономического анализа и стратегии развития агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3749-1451>, Scopus ID: 57218314984, Researcher ID: C-2726-2019, incendere@mail.ru

PRIORITY DIRECTIONS FOR FORMING THE EXPORT POTENTIAL OF THE AGRICULTURAL FOOD COMPLEX OF RUSSIA

N.A. Yakovenko, A.S. Voronov

Institute of Agrarian Problems of the Russian Academy of Science, Saratov, Russia

The article examines the trends and prospects for the development of exports of agricultural and food products in Russia in the context of increasing uncertainty. The relevance of the study is determined by the need to adapt the Russian agri-food complex to the dynamic changes in the world food market. The article provides an assessment of the qualitative and quantitative characteristics of the export of agricultural products and foodstuffs. The positive dynamics of growth in the export of agri-food products for the studied period has been revealed. In 2014-2020 Russian exports in value terms increased by 62.5%. The uneven growth of exports of primary and non-primary goods is shown. During the studied period, the growth of exports of downstream goods amounted to 64.7%, of upstream goods to 3.4%, and the export of midstream goods increased 3 times. This influenced the strengthening of the imbalance in the structure of Russian exports. In 2020, the share of exports of downstream products amounted to 72.9%, of middle processing to 9.8%, of upper processing to 17.2%, respectively. Structural balance is decisive in the system of priorities for the development of exports of agricultural products and food and the growth of the competitiveness of the agri-food complex in the context of the growing openness of the economy. The analysis of the export structure showed the disproportions in export positions within the redistribution, when the main volume of export falls on three to six commodity groups. A short-term forecast of the export of agri-food products by redistribution has been carried out. The directions of transformation of the structure of exports of products of the agri-food complex are proposed, taking into account the development trends of the world food market. The necessity of finding a balance between meeting the domestic demand of the population for food and the growing demand of the world food market, increasing the share of exports of deeply processed products, overcoming the transfer of global inflationary trends and other risks to Russian food markets has been substantiated.

Keywords: export potential, agri-food complex, structure, redistribution, competitiveness, forecast, strategy.

References

1. Krylatyh, E.N., Belova, T.N. (2018). Russian grain exports in the context of regional economic policy. *Economy of Region*, vol. 14, issue 3, pp. 778-790. doi: 10.17059/2018-3-7
2. Altukhov, A.I. (2013). Vazhnyi faktor aktivnogo rasshireniya ehksporta rossiiskogo zerna [An important factor in the active expansion of Russian grain exports]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 9, pp. 24-35.
3. Mitin, S.G., Seregin, S.N., Sysoev, G.V. (2019). Ehksport produktov APK: problemy i osnovnye orientiry razvitiya [Export of the agricultural product: issues and key development directions]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of the Free Economic Society of Russia], vol. 219, pp. 26-46.
4. Romanyuk, M.A., Chekmareva, N.V., Sukharnikova, M.A. (2020). Perspektivy razvitiya ehksporta produktov APK v usloviyakh krizisa [Prospects for the development of exports of agricultural products in the context of the crisis]. *Obrazovanie i pravo* [Education and law], no. 11, pp. 443-448. doi: 10.24411/2076-1503-2020-11172
5. Panteleeva, O.I., Revenko, L.S., Akkanina, N.V., Romanyuk, M.A. (2017). *Regulirovaniye ehksporta sel'skokhozyaistvennykh tovarov v Rossii i za rubezhom: monografiya* [Regulation of the export of agricultural goods in Russia and abroad: monograph]. Moscow, Ehkonomika Publ., 229 p.
6. Anfinogenova A.A., Ermolova O.V., Morekhanova M. Yu., Reshetnikova E.G. (2021). Agropodovol'stvennyi kompleks Rossii v prodovol'stvennoi sisteme mira: ustoichivost' i ehkonomicheskaya dostupnost' prodovol'stviya dlya naseleniya [Agricultural food complex of Russia in the food system of the world: sustainability and economic availability of food for the population]. *Regional'nye agrosistemy: ehkonomika i sotsiologiya* [Regional agrosystems: economics and sociology], no. 1, pp. 4-18.
7. Greenaway, D., Milner C.R. (1993). Trade and Industrial Policy in Developing Countries. Macmillan, London. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-1-349-22782-2>
8. Klassifikatsiya ehksportnykh tovarov po peredelayam [Classification of export goods by conversion]. Available at: https://www.exportcenter.ru/international_markets/classification/ (accessed: 15.07.2021).
9. Tamozhennaya statistika vneshnei torgovli RF [Customs statistic of foreign trade of Russia]. Available at: <http://stat.customs.ru/> (accessed: 15.07.2021).
10. Official website of the COMTRADE database, UN Department of Statistics. Available at: <https://comtrade.un.org/data/> (accessed: 15.07.2021).
11. Commodity Markets Outlooks. April 2021. World Bank Group. Available at: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>
12. FAO. 2021. Food Outlook: Biannual Report on Global Food Markets: June 2021. Food Outlook, 1. Rome.
13. Kirsanov, V.V. (2021). Tendentsii i prioritetye napravleniya razvitiya agropodovol'stvennogo kompleksa v usloviyakh deistviya destabiliziruyushchikh faktorov i ogranichenii [Trends and priority areas of development of the agricultural food complex under destabilizing factors and limitations]. *Regional'nye agrosistemy: ehkonomika i sotsiologiya* [Regional agrosystems: economics and sociology], no. 2, pp. 9-18.
14. Voronin, B.A., Chupina, I.P., Voronina, Ya.V. (2020). Ehksportno-orientirovannoe razvitiye rossiiskogo sel'skogo khozyaistva i APK [Export-oriented development of Russian agriculture and agro-industrial complex]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], special issue "Economics", pp. 2-9. doi: 10.32417/1997-4868-2021-13-2-9
15. Uzyakov, M.N. (2016). Struktura proizvodstva i ehkonomicheskoe razvitiye RF [Production structure and economic development of Russian Federation]. *Aktual'nye sotsial'no-ehkonomicheskie problemy Rossii: materialy nauchnoi sessii Sektsii ehkonomiki Rossiiskoi akademii nauk*, 22-23 sentyabrya 2016 g. [Proceedings of the Actual socio-economic problems of Russia. Economics Section scientific session materials of the Russian Academy of Sciences (22-23 of September 2016)]. Moscow, Pero Publ., 108 p., pp. 40-43.

About the authors:

Nataliya A. Yakovenko, doctor of economic sciences, associate professor, chief researcher of the laboratory of macroeconomic analysis and development strategy of agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7589-6302>, yana0206@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>, Scopus ID: 57218314984, Researcher ID: C-2726-2019, incendere@mail.ru

incendere@mail.ru



УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В СИСТЕМЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

М.А. Смирнова, О.В. Гвоздева, И.В. Чуксин, А.О. Ганичева

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

В статье рассматриваются вопросы устойчивого развития сельских территорий как современных институтов местного административного самоуправления. В ходе анализа авторами делается акцент на сельскую территорию как систему взаимодействия различных ее аспектов. В свою очередь авторы особое внимание уделяют вопросам территориального планирования в рамках концепции устойчивого развития регионов, которая базируется на триединой концепции: социальное, экономическое и экологическое измерение. Авторы приходят к выводу, что пространственное развитие и территориальное планирование сегодня определяют приемлемую организацию пространства и территории с учетом его связей и характеристик, что позволит в кратчайшие сроки усовершенствовать процесс перехода к устойчивому развитию муниципальных образований.

Ключевые слова: устойчивое развитие, территориальное планирование, концептуальная модель, сельские территории, стратегическое планирование, пространственная организация, модель.

Процесс устойчивого развития затронул такую единицу административно-территориального деления Российской Федерации как сельские территории. По своей природе понятие «сельские территории» несет в себе двоякий смысл, и рассматривать его можно с точки зрения сельских поселений, обладающих закрепленными характеристиками и особенностями в соответствии с Федеральным Законом № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Актуальность рассматриваемого вопроса устойчивого развития сельских территорий заключается в динамическом последовательном процессе преобразований сельских территориальных образований, сохраняющих свою стабильность на основе комплексного использования социо-эколого-экономики-институционального ресурсного потенциала созданной сельской системы, что, несомненно, служит базисом для улучшения уровня жизни населения и социальной стабильности территории.

Для рассмотрения сельской территории как системы взаимодействия различных ее аспектов (экологического, производственного, демографического, социального, институционального), выступающих механизмом достижения главной цели, такой как процесса устойчивого развития

сельских территорий, необходимо рассматривать концептуальную модель устойчивого развития сельских территорий (рис. 1). Данный вид модели представляет собой абстракцию причинно-следственных связей между факторами внешней и внутренней среды и структурными элементами системы, взаимодействующими между собой прямо или опосредованно.

Формирование современных институтов местного административного самоуправления в вопросах устойчивого развития сельских терри-

торий Российской Федерации ставит ключевой задачей совершенствование механизмов и методов управления земельно-имущественным комплексом муниципальных образований в структуре главных социально-экономических задач.

Одним из основополагающих механизмов значимого уровня социально-экономического развития сельской территории является правильный процесс проектирования таких территорий как необходимый элемент управления землями муниципальных образований.

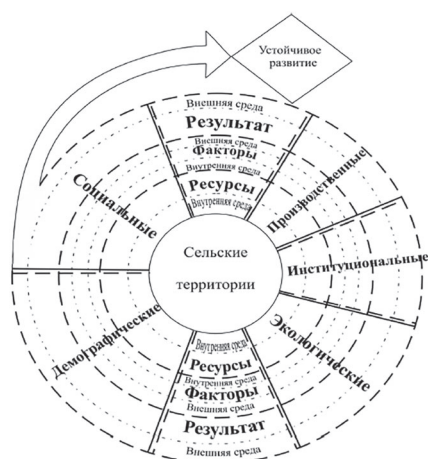


Рис. 1. Концептуальная модель устойчивого развития сельских территорий

*составлено авторами

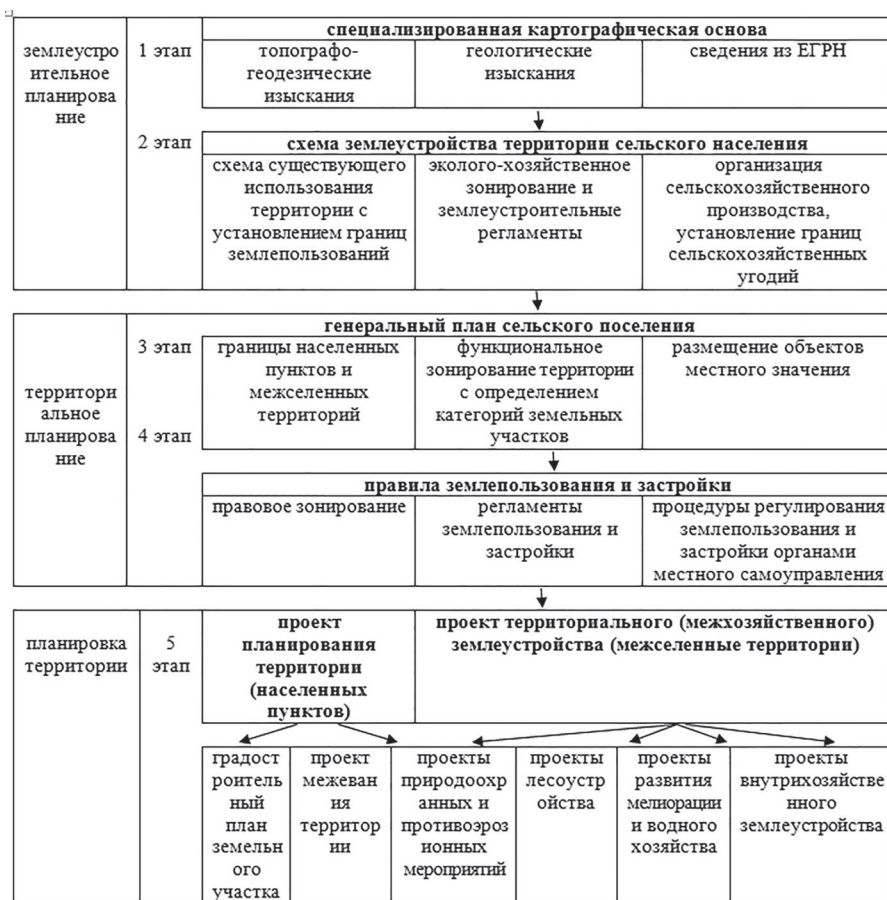


Рис. 2. Последовательность выполнения работ по территориальному планированию сельского поселения

*составлено авторами



Вопросы процесса проектирования сельских территорий должны быть рассмотрены, опираясь на документы территориального планирования Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований.

В соответствии со ст.1 гл.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ территориальное планирование определяется как: «планирование развития территорий, в том числе для установления функциональных зон, определения планируемого размещения объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения» [1].

Стоит отметить, что выполнение работ по территориальному планированию сельских территорий требует четкой иерархической последовательности действий и взаимосвязки документов планирования с самим процессом планировки территории (рис. 2).

Зачастую при разработке и создании генерального плана сельского поселения как первого этапа процедуры территориального планирования органы местного самоуправления вносят недостоверную и неактуальную информацию о границах межселенных территорий и населенных пунктов, функциональном зонировании территорий с идентификацией категорий земельных участков и размещении на них объектов местного назначения [5,7].

Для совершенствования системы планирования сельских территорий, существующий на сегодняшний день, по-нашему мнению, необходимо, прежде всего осуществить ряд мероприятий, представленных на рис. 3.

Территориальное планирование как инструмент для развития административно-территориальных единиц представляет собой процесс создания социальной, экономической, градостроительной деятельности целостной терри-

тории в условиях ее пространственной локализации [1]. Данный инструмент необходимо рассматривать с точки зрения комплексной его составляющей, направленной на получение максимума достигаемого эффекта при минимальных затратах и усилиях в ходе комплексного освоения территорий.

Основные цели и задачи территориального планирования, базирующиеся на принципах пространственного развития территорий, находятся в тесном взаимодействии друг с другом и представляют технологическую схему процесса территориального планирования (рисунок 4).

Ключевой аспект в территориальном планировании принято уделять разработке концепций развития и размещения производительных сил как основы социально-экономического планирования. Работы по планированию территорий регионов в общем виде можно представить из составных частей, отраженных на рис. 5.

Особое внимание в последнее время получила дополнительная актуальность вопросов территориального планирования в рамках концепции устойчивого развития регионов, которая базируется на вышеперечисленных составных частях процесса регионального планирования (триединая концепция: социальное, экономическое и экологическое измерение) [4]. Решение поставленной задачи нуждается во все более полном совмещении принципов управления производством и комплексного централизованного управления общественными процессами в региональном аспекте, поскольку задача устойчивого развития территорий решается путем осуществления территориального планирования согласно ст. 2 Градостроительного кодекса Российской Федерации (далее — ГрК РФ).

Рассматривать устойчивое развитие сельских территорий необходимо и достаточно как процесс упорядоченной гармонизированной трансформации сельской экономики на качественный должный уровень, который обеспечит рациональное и эффективное использование ресурсного потенциала территорий, учитывая притягивание инвестиций, внедрение инноваций, рост занятости местного населения, что с одной стороны позволит увеличить конкурентные преимущества сельской территории перед другими административно-территориальными единицами, а с другой стороны — повысить уровень и качество жизни местного населения. Все эти положения прописаны и утверждены Стратегией устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года как один из механизмов государственной политики в данной области [3].

Стратегия устойчивого развития сельских территорий обязана быть частью общепризнанной стратегии социально-экономического развития конкретного муниципального образования, которая в свою очередь представляет собой составляющую концепции развития отдельно взятого региона, и все вместе реализуется в рамках действия концепции страны, направленной на ее социально-экономическое и стратегическое развитие (рис. 6).

Взаимосвязь элементов механизма стратегического планирования, таких как инструментальный программно-целевой и территориальный планирования, государственного прогнозирования, дадут совокупность процедур и принимаемых на основе получаемых результатов управленческих решений, которые являются основой для формирования стратегии социально-экономического развития региона или отдельных его территорий, направленных на достижение целей их функционирования [5].



Рис. 3. Мероприятия по улучшению существующей системы планирования сельских поселений



Рис. 4. Технологическая схема процесса территориального планирования



Рис. 5. Составные части процесса регионального планирования территорий



Вопросы территориального планирования тесно связаны с вопросами стратегического планирования в долгосрочной перспективе развития сельских территорий. Стратегия развития сельских территорий дает нам возможность выявить ключевые моменты при разработке планов их устойчивого развития и позволяет осуществить ряд мероприятий, представленных на рис. 7.

Особое внимание в рассматриваемом вопросе стоит уделить Федеральному закону от

28.06.2014 год № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» поскольку его принятие — это необходимый и важный этап в решении сложившихся проблем устойчивого социально-экономического развития страны в целом, и сельских территорий в частности [2]. В соответствии с пунктом 9 статьи 3 закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации» под «системой стратегического планирования» понимается «механизм

обеспечения согласованного взаимодействия участников стратегического планирования на основе принципов стратегического планирования при осуществлении разработки и реализации документов стратегического планирования, а также мониторинга и контроля реализации документов стратегического планирования в рамках целеполагания, прогнозирования, планирования и программирования с использованием нормативно-правового, информационного, научно-методического, финансового и иного ресурсного обеспечения» [2].

Однако, анализируя рассматриваемый нормативно-правовой акт, мы пришли к выводу, что вопросы структуры и содержания данных документов, которые используются на этапах стратегического планирования (такие как целеполагания, прогнозирования, планирования и программирования) не достаточно отработаны. Пробелы законодательства взаимообусловлены отсутствием межведомственного взаимодействия, в частности на региональном уровне, наиважнейших целей и задач, предстоящих результатов, к которым, на равных условиях, относится в свою очередь создание модели устойчивого развития сельских территорий страны [6, 8].

Рассматривая процессы планировочной организации территории муниципального образования Российской Федерации как территориальный аспект народнохозяйственного планирования, можно отметить, что для комплексного освоения и развития территорий необходимо осуществить процесс ее зонирования с целью выделения зон разной степени интенсивности освоения, для создания модели пространственной организации территории субъекта Российской Федерации (рисунок 8) [9]. Данный этап служит пусковым механизмом, позволяющим более детально и комплексно подходить к вопросам устойчивого развития региональных территорий во взаимосвязи с территориальным планированием.

Пространственное развитие и территориальное планирование сегодня определяют приемлемую организацию пространства и территории с учетом его связей, особенностей, временных параметров и характеристик, что позволит в кратчайшие сроки усовершенствовать процесс перехода к устойчивому развитию регионов Российской Федерации в общем и конкретных муниципальных образований в частности.

Следует подчеркнуть, что переход к новой системе устойчивого развития будет осуществляться синхронно и гармонично при условии выполнения ряда основных мероприятий, которые должны быть предусмотрены в стратегических планах регионального развития (районов, городов, населенных пунктов). В связи с этим важными требованиями процесса разработки стратегических планов принято считать следующие:

- 1) синхронность и комплексность целей и задач планов стратегии;
- 2) системность мер, необходимых для достижения ключевой цели стратегического плана;
- 3) учет всех видов условий реализации мероприятий поэтапно с целью реализации стратегических планов;
- 4) выявление влияния реализованности плана на параметры экономического, экологического и социального развития сельского поселения, города, муниципального образования, субъекта Российской Федерации;
- 5) обеспечение адресности основополагающих мер как необходимых задач (по срокам, контрольным цифрам и индикаторам, исполнителям);



Рис. 6. Схема стратегического планирования отдельного муниципального образования Российской Федерации

*составлено авторами

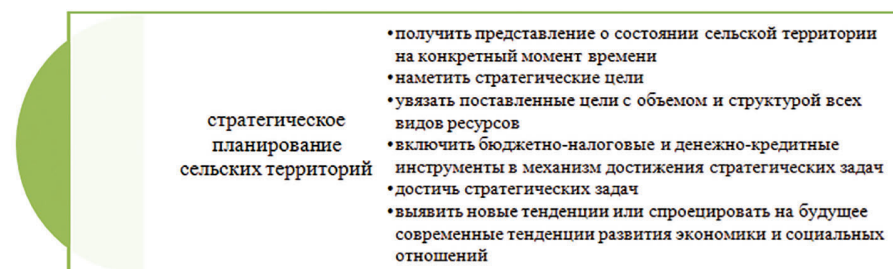


Рис. 7. Ключевые положения процесса стратегического планирования сельских территорий

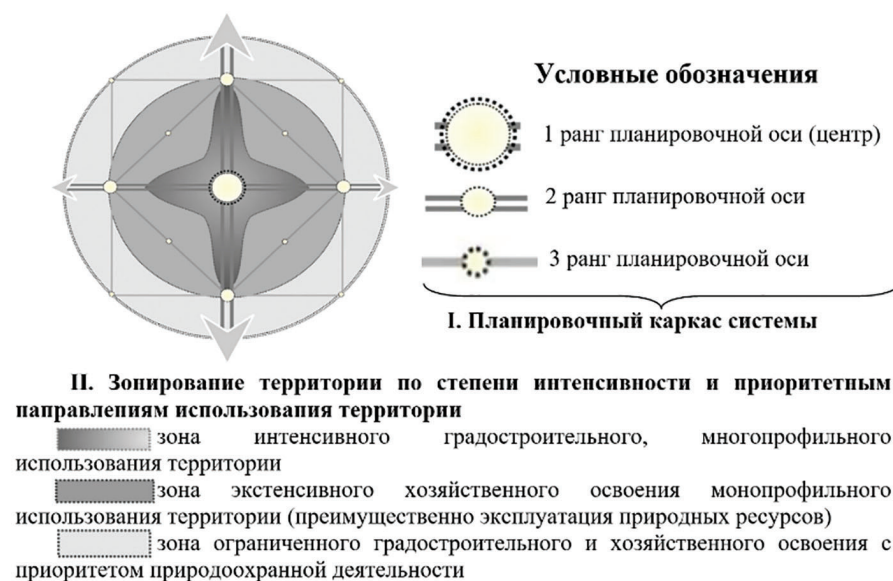


Рис. 8. Модель пространственной организации территории муниципального образования Российской Федерации



- региональное планирование как поле деятельности
- планирование окружающей среды
- планирование природных ресурсов
- планирование городских и сельских агломераций
- планирование людских ресурсов
- планирование экономического развития

устойчивое
развитие

Рис. 9. Модель образования устойчивого развития с учетом пространственно-территориального планирования

б) иные требования, соблюдение которых диктуется и устанавливается регионом (формами организации хозяйства, уровнем благосостояния граждан, социальными льготами и др.).

Структура работ по пространственно-территориальному планированию должна быть представлена как модель, состоящая из взаимосвязанных частей (рисунок 9). Центром модели считаем устойчивое развитие с упором на планирование окружающей среды, городов, сел и поселений.

По-нашему мнению, возможно предложить основополагающие направления совершенствования пространственно-территориального планирования:

- создание самостоятельной системы индикаторов, направленной на поддержку оценки устойчивого пространственного развития территории (такие как, социальные, политические, финансово-экономические, информационно-технологические и институциональные индексы развития);

- координация и взаимодействие принимаемых законодательных актов, нацеленных на сбалансированное и согласованное территориальное и стратегическое планирование с учетом аспектов межведомственного взаимодействия;
- динамизация процессов обновления и разработки градостроительной документации для обеспечения полноценными новейшими схемами областей, районов и элементов региональной сети;
- поддержка методологической значимости проработок с учетом проекта Концепции Стратегии территориального развития Российской Федерации и Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации;
- экологизация территориального планирования на основе принципов геоплановой парадигмы при помощи применения инструментария ландшафтного планирования.

Об авторах:

Смирнова Марина Александровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0416-4008>, smirnovama@guz.ru

Гвоздева Ольга Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6240-4196>, gvozdeva_ov@bk.ru

Чуксин Илья Витальевич, магистрант, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9788-2692>, chuksin-99@mail.ru

Ганичева Анастасия Олеговна, аспирант, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4132-1639>, aganicheva@outlook.com

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS IN THE SYSTEM OF TERRITORIAL PLANNING AND DEVELOPMENT STRATEGIES

M.A. Smirnova, O.V. Gvozdeva, I.V. Chuksin, A.O. Ganicheva

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

The article discusses the issues of sustainable development of rural areas as modern institutions of local administrative self-government. In the course of the analysis, the authors emphasize the rural area as a system of interaction between its various aspects. In turn, the authors pay special attention to the issues of territorial planning within the framework of the concept of sustainable development of regions, which is based on a triune concept: social, economic and environmental dimensions. The authors come to the conclusion that spatial development and territorial planning today determine an acceptable organization of space and territory, taking into account its connections and characteristics, which will allow, in the shortest possible time, to improve the process of transition to sustainable development of municipalities.

Keywords: sustainable development, territorial planning, conceptual model, rural areas, strategic planning, spatial organization, model.

References

1. Urban Planning Code of the Russian Federation dated December 29, 2004 No. 190-FZ: adopted by the State. Duma December 22, 2004: as of 30.12.2020 [Electronic resource]. Access from the legal system «Consultant Plus».
2. Federal Law on Strategic Planning in the Russian Federation dated June 28, 2014 No. 172-FZ: adopted by the State. Duma on June 20, 2014. [Electronic resource]. Access from the legal system «Consultant Plus».
3. Order of the Government of the Russian Federation on the approval of the Strategy for sustainable development of rural areas of the Russian Federation for the period up to

2030 dated February 02, 2015 No. 151-r: as of 13.01.2017. [Electronic resource]. Access from the legal system «Consultant Plus».

4. Antsiferova O.Yu., Truba A.S., Strelnikova A.G. (2017). Strategic directions for sustainable development of rural areas. Agri-food policy of Russia, no. 2 (62). Pp. 68-70.

5. Varlamov A.A., Galchenko S.A., Gvozdeva O.V., Chuksin I.V. (2020). The process of digitalization of agriculture based on a conceptually new system of smart land use. International Agricultural Journal, Vol. 63, no. 5 (377). Pp. 69-72.

6. Galchenko S.A., Gvozdeva O.V., Ganicheva A.O., Chuksin I.V. (2021). Improvement interdepartment electronic

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ: принят Государственной Думой 22 декабря 2004 г.: по состоянию на 30.12.2020 г. [Электронный ресурс]. Доступ из правовой системы «Консультант Плюс».
2. Федеральный закон о стратегическом планировании в Российской Федерации от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ: принят Государственной Думой 20 июня 2014 г. [Электронный ресурс]. Доступ из правовой системы «Консультант Плюс».
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года от 02 февраля 2015 г. № 151-р: по состоянию на 13.01.2017 г. [Электронный ресурс]. Доступ из правовой системы «Консультант Плюс».
4. Анциферова О.Ю., Труба А.С., Стрельникова А.Г. Стратегические направления устойчивого развития сельских территорий // Агропродовольственная политика России. 2017. № 2 (62). С. 68-70.
5. Варламов А.А., Гальченко С.А., Гвоздева О.В., Чуksин И.В. Процесс цифровизации сельского хозяйства на базе концептуально новой системы умного землепользования // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (377). С. 69-72.
6. Гальченко С.А., Гвоздева О.В., Ганичева А.О., Чуksин И.В. Совершенствование межведомственного электронного взаимодействия субъектов земельно-имущественных отношений // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (381). С. 13-18.
7. Комов Н.В., Шарипов С.А., Носов С.И., Цыпкин Ю.А. и др. Устойчивое пространственное развитие. Монография. Проектирование и управление. Москва, 2021. 752 с.
8. Управление земельными и другими природными ресурсами: учебник под общ. ред. акад. В.Н. Хлыстуна, проф. Ю.А. Цыпкина, проф. А.А. Мурашевой. М.: Издательство «Научный консультант», 2020. 716 с.
9. Szell G. (2014). Regional and local sustainable development. International Review of Sociology, vol. 24, issue 1, pp. 4-12. DOI: 10.1080/03906701.2014.894341

interaction of land and property members. International Agricultural Journal, Vol. 63, no. 3 (381). Pp. 13-18.

7. Komov N.V., Sharipov S.A., Nosov S.I., Tsyppkin Yu.A. and others (2021). Sustainable spatial development. Monograph. Design and management. Moscow. 752 p.

8. Management of land and other natural resources: textbook. Ed. acad. V.N. Khlystun, prof. Yu.A. Tsyppkina, prof. A.A. Murasheva. Moscow: Nauchnyj konsultant, 2020. 716 p.

9. Szell G. (2014). Regional and local sustainable development. International Review of Sociology, vol. 24, issue 1, pp. 4-12. DOI: 10.1080/03906701.2014.894341

About the authors:

Marina A. Smirnova, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land use and inventories, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0416-4008>, smirnovama@guz.ru

Olga V. Gvozdeva, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land use and inventories, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6240-4196>, gvozdeva_ov@bk.ru

Ilya V. Chuksin, master's student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9788-2692>, chuksin-99@mail.ru

Anastasia O. Ganicheva, postgraduate's student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4132-1639>, aganicheva@outlook.com

smirnovama@guz.ru



АГРАРНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ: АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ

В.В. Реймер¹, С.Б. Пастушенко², Л.Л. Пашина², Е.И. Тихонов²

¹ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»,
г. Благовещенск, Россия

²ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,
г. Благовещенск, Россия

Ведущими отраслями сельского хозяйства Амурской области являются растениеводство и молочно-мясное скотоводство. К 2019 г. наблюдается устойчивая тенденция сокращения числа сельскохозяйственных предприятий на 3,6% и крестьянских (фермерских) хозяйств на 11,3% по отношению к 2015 г. Количество личных подсобных хозяйств населения увеличилось почти на 2,0% или на 1,7 тыс. ед. За исследуемый период прирост объемов сельскохозяйственного производства в стоимостном выражении составил 16,4%: в сельскохозяйственных предприятиях — на 4,5% или на 973,9 млн руб., в личных подсобных хозяйствах — на 53,9% или на 7174,1 млн руб. В крестьянских (фермерских) хозяйствах отмечается рост объемов производства на 1820,3 млн руб. с 2015 по 2017 гг. Последующие периоды характеризуются сокращением на 20,6% или на 2167,9 млн руб. в 2018 г. и на 26,7% или на 2812,8 млн руб. в 2019 г. в сравнении с 2017 г. В структуре производимой продукции сельскохозяйственные предприятия в 2019 г. обеспечивали 44,4% объема валового производства, что ниже уровня 2015 г. на 5 процентных пункта. Доля хозяйств населения за исследуемый период в валовом объеме производства сельскохозяйственной продукции возросла почти на 10 процентных пункта. В крестьянских (фермерских) хозяйствах наблюдается противоположная тенденция — сокращение объемов сельскохозяйственного производства с 20,0% в общей структуре в 2015 г. до 15,2% в 2019 г. Сегодня в аграрном секторе экономики Амурской области сельскохозяйственные предприятия производят 77,1% зерна, 72,5% сои, 56,3% мяса скота и птицы, 78,6% яиц от общего валового объема. Малые формы хозяйствования являются лидером в производстве картофеля — 98,7%, овощей — 91,3%, молока — 69,7%, мяса скота и птицы — 43,7%. В производстве шерсти их доля — 100%.

Ключевые слова: аграрный сектор, сельское хозяйство, сельскохозяйственное производство, сельскохозяйственные товаропроизводители, валовая продукция, тенденции развития, анализ развития.

Введение

Амурская область расположена на юго-востоке в азиатской части Российской Федерации и входит в состав Дальневосточного федерального округа. Площадь Амурской области — 361,9 тыс. км², что составляет 2,1% территории России и 11,7% территории Дальнего Востока. В структуре земельного фонда Амурской области на сельскохозяйственные угодья приходится 7,6% [4, 9]. Область относится к числу малонаселенных территорий Российской Федерации. Размещение населения на территории области неравномерное, наиболее густо заселена южная часть. На 1 января 2020 г. численность населения Амурской области составила 790,0 тыс. человек, в том числе городского населения — 535,1 тыс. человек, сельского населения — 254,9 тыс. человек [4, 9]. Средняя плотность населения области — 2,18 человека на 1 км².

Сегодня Амурская область является крупнейшим сельскохозяйственным регионом Дальнего Востока, включающим 2,7 млн га сельскохозяйственных угодий, из которых более 1,2 млн га приходится на пашню [3]. В Амурской области сосредоточено более 30% сельскохозяйственных угодий и 52,4% пашни Дальневосточного федерального округа.

Ведущими отраслями сельского хозяйства области являются растениеводство и молочно-мясное скотоводство. Амурская область является основным производителем сои в стране. Удельный вес области в общероссийском объеме валового производства сои достигает 50%, в Дальневосточном регионе — более 55,0%.

Методы исследования

Исследование базируется на изучении и обобщении статистической информации по развитию сельского хозяйства Амурской области.

В работе использованы аналитический, абстрактно-логический, экономико-статистический, монографический методы исследования.

Результаты исследования

По объему производства продукции сельского хозяйства в 2019 г. среди субъектов Дальневосточного федерального округа Амурская область занимала первое место. Удельный вес региона в производстве продукции сельского хозяйства России составил 0,8% (в 2018 г. — 0,9%), в Дальневосточном федеральном округе — 23,2%. В 2018 г. данные показатели соответственно составляли 0,9 и 23,9% [3].

Амурская область относится к зоне рискованного земледелия. Резко континентальный климат, большая протяженность территории с разнообразным рельефом и почвенными особенностями создают немало трудностей для ведения аграрного производства. На территории области выделяется 5 агроклиматических зон: южная, центральная, северная, северная таежная и горно-таежная.

Центральная и южная зоны являются наиболее благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур и ведения аграрного производства. В южную зону входят Архаринский, Белогорский, Благовещенский, Ивановский, Константиновский, Михайловский, Тамбовский районы. Посевные площади зерновых культур в 2019 г. составили более 200 тыс. га, сои — более 650 тыс. га, а урожайность в среднем за 2015-2019 гг. составила соответственно 18,3 и 13,1 ц/га. Здесь было произведено 67,0% валовой продукции сельского хозяйства, в том числе более 70,0% зерна и сои [1, 2, 3].

Центральная зона включает Бурейский, Завитинский, Октябрьский, Ромненский, Свободненский, Серышевский районы, на долю которых

приходится 27,2% произведенной валовой сельскохозяйственной продукции в 2019 г., в том числе зерна — почти 24%, сои — чуть более 31%. Средняя урожайность зерновых за 2015-2019 гг. составила 16,1 ц/га, сои — 10,7 ц/га [1, 2, 3].

В северную зону входят Зейский, Мазановский и Шимановский районы, которые суммарно в 2019 г. произвели 4,5% валовой продукции сельского хозяйства, в том числе зерна — 1,1%, сои — 1,2% [1, 2, 3].

Северная таежная и горно-таежная зоны включают Магдагачинский, Селемджинский, Сквородинский и Тындинский районы. В 2019 г. они произвели около 1,5% валовой сельскохозяйственной продукции от общего объема. Их спецификацией является очаговое сельское хозяйство. Посевные площади составляют не более 5,0 тыс. га. Средняя урожайность зерновых культур за 2015-2019 гг. не превышала 7,0 ц/га [1, 2, 3].

Характерной территориальной особенностью Амурской области является неравномерность размеров сельскохозяйственных угодий по муниципальным образованиям и, соответственно, плотности населения. В районах с более благоприятными природно-климатическими условиями и более высокой плотностью населения (Благовещенский, Ивановский, Тамбовский, Бурейский, Серышевский) производство сельскохозяйственной продукции развивается относительно динамично и наиболее интенсивно [5].

Число сельскохозяйственных предприятий Амурской области представлено в таблице 1.

К 2019 г. наблюдается устойчивая тенденция сокращения числа сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств в муниципальных образованиях на территории Амурской области по отношению к 2015 г. — на 3,6 и 11,3% соответственно. Количество личных



подсобных хозяйств населения увеличилось почти на 2,0% или на 1,7 тыс. ед.

В Амурской области в хозяйствах всех категорий сельскохозяйственных товаропроизводителей за период 2015-2019 гг. наблюдался рост объемов производства продукции сельского хозяйства на 16,4%. Прирост объемов аграрного производства был обеспечен сельскохозяйственными предприятиями и личными подсобными хозяйствами населения на 4,5 и 53,9% соответственно (табл. 2).

В крестьянских (фермерских) хозяйствах наблюдается сокращение валового производства сельскохозяйственной продукции на 11,4% в исследуемом периоде. Однако они обеспечили прирост производства продукции животноводства на 37,1%.

В структуре производимой продукции сельскохозяйственных предприятий в 2019 г. обеспечили 44,4% объема валового производства, что ниже уровня 2015 г. на 5 процентных пункта (табл. 3). Доля личных подсобных хозяйств населения за исследуемый период в валовом объеме

производства сельскохозяйственной продукции возросла почти на 10 процентных пункта.

В крестьянских (фермерских) хозяйствах наблюдается противоположная тенденция — сокращение объемов сельскохозяйственного производства с 20,0% в общей структуре в 2015 г. до 15,2% в 2019 г. Недостаточно высокий удельный вес и снижение объемов производства объясняется тем, что активную производственно-хозяйственную деятельность в 2019 г. осуществляли не более 400 крестьянских (фермерских) хозяйств, а это составляет примерно 1/3 часть от общего числа зарегистрированных.

Данный тренд указывает на опережающие темпы роста аграрного производства в сельскохозяйственных предприятиях по отношению к личным подсобным хозяйствам населения и крестьянским (фермерским) хозяйствам. Сокращение объемов валового производства продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах является результатом воздействия различных факторов. Во-первых, в составе сельских

предпринимателей растет число лиц пожилого возраста, обладающих контингентированными возможностями к ведению аграрного производства. Во-вторых, низкий уровень предпринимательской активности и мотивации сельского населения к ведению собственного производства. В-третьих, слабый уровень развития кооперации, как снабженческо-производственной, так и заготовительно-сбытовой, а также производственной и рыночной инфраструктуры. В-четвертых, ограниченные возможности участия в различных программах государственной поддержки развития сельского хозяйства и др. [6, 7].

В структуре валовой продукции сельского хозяйства Амурской области в 2019 г. наблюдается увеличение доли продукции животноводства и снижение продукции растениеводства (табл. 4). Однако на протяжении 2015-2018 гг. данное соотношение оставалось практически неизменным. Общей тенденцией можно считать превалирование значимости отрасли растениеводства в производстве сельскохозяйственной

Таблица 1

Число сельскохозяйственных товаропроизводителей Амурской области (2015-2019 гг.)

Число хозяйствующих субъектов	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Зарегистрированные крестьянские (фермерские) хозяйства, ед.	1081	1136	1112	1066	1042	96,4
Личные подсобные хозяйства населения, тыс. ед.	90,7	90,7	91,5	92,3	92,4	101,9
Сельскохозяйственные организации, ед.	507	495	481	480	450	88,7

Источник: [1, 2, 3].

Таблица 2

Продукция сельского хозяйства по категориям хозяйств Амурской области в фактически действовавших ценах (2015-2019 гг.), млн руб.

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Хозяйства всех категорий						
Продукция сельского хозяйства	43566,6	47012,3	50419,9	47636,6	50722,1	116,4
Растениеводство	30363,7	32682,2	36113,9	32932,5	32399,4	106,7
Животноводство	13202,9	14330,1	14305,9	14704,1	18322,7	138,8
Сельскохозяйственные организации						
Продукция сельского хозяйства	21534,0	23925,6	24924,5	25034,0	22507,9	104,5
Растениеводство	16319,5	18688,8	20636,8	19847,5	16896,9	103,5
Животноводство	5214,5	5236,8	4287,7	5186,4	5611,0	107,6
Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели						
Продукция сельского хозяйства	8715,9	9416,3	10536,2	8368,3	7723,4	88,6
Растениеводство	8202,7	8833,1	9913,1	7698,4	7019,7	85,6
Животноводство	513,3	583,2	623,1	670,0	703,7	137,1
Хозяйства населения						
Продукция сельского хозяйства	13316,7	13670,4	14959,1	14234,3	20490,8	153,9
Растениеводство	5841,5	5160,2	5564,1	5386,6	8482,8	145,2
Животноводство	7475,2	8510,2	9395,1	8847,7	12008,0	160,6

Источник: [1, 2, 3].

Таблица 3

Структура производства валовой продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств в Амурской области (2015-2019 гг.), %

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменение структуры 2019 г. к 2015 г., процентные пункты
Хозяйства всех категорий	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Сельскохозяйственные организации	49,4	50,9	49,4	52,5	44,4	-5,0
Хозяйства населения	30,6	29,1	29,7	29,9	40,4	9,8
Крестьянские (фермерские) хозяйства	20,0	20,0	20,9	17,6	15,2	-4,8

Источник: [1, 2, 3].



продукции. Снижение удельного веса продукции растениеводства обусловлено влиянием неблагоприятных погодных факторов и сложными природно-климатическими условиями.

Земельные ресурсы являются главным фактором производства в сельском хозяйстве, так как земля выступает здесь и средством, и предметом труда. Поэтому уровень освоенности и развития производственной системы сельских территорий характеризуется вовлечением в оборот продуктивных земель. От их рационального использования зависит развитие всех отраслей сельского хозяйства. Изменение общей площади земельных ресурсов прямо пропорционально сказывается на объемах производства сельскохозяйственной продукции. Динамика размера посевных площадей в хозяйствах всех категорий за 2015-2019 гг. представлена в таблице 5.

Динамичное увеличение общей площади посевов наблюдалось с 2015 г. по 2018 г. в среднем на 3,2% ежегодно. В 2019 г. посевная

площадь в хозяйствах всех категорий составила 1180,2 тыс. га, что превышает уровень 2015 г. на 1,3%, а к 2018 г. она сократилась на 8,0%. Посевная площадь технических культур в большей степени представлена соей и в очень малой — посевами подсолнечника. За период 2015-2018 гг. посевы сои увеличились на 10,8%. В 2019 г. произошло сокращение ее посевов почти на 12,0% к уровню 2018 г. и на 2,5% к 2015 г. Необходимо отметить, что в последние годы соя является высокопродуктивной культурой для сельскохозяйственных товаропроизводителей и на нее существует спрос со стороны перерабатывающих предприятий как на внутреннем, так и внешнем рынках. Посевы зерновых культур значительно выросли в 2019 г. — на 28,4% к 2015 г. и на 13,6% к уровню 2018 г.

За исследуемый период площадь возделывания картофеля и овощебахчевых культур во всех категориях хозяйств Амурской области имеет четко выраженный отрицательный тренд

и в среднем ежегодно сокращалась на 2,2%. Площадь посевов кормовых культур снизилась на 18,6%, что обусловлено, с одной стороны, перераспределением посевных площадей в пользу более рентабельных культур, а с другой — сокращением поголовья сельскохозяйственных животных во всех категориях хозяйств. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств за 2015-2019 гг. представлена в таблице 6.

На долю сельскохозяйственных предприятий в 2015 г. приходилось 64,3% общей посевной площади. За исследуемый период наблюдается перераспределение в структуре посевов по категориям хозяйств. Так, в 2019 г. произошло сокращение доли посевных площадей сельскохозяйственных предприятий на 0,6 процентных пункта. Аналогичная тенденция прослеживается и в личных подсобных хозяйствах населения, так, в структуре посевных площадей их доля сократилась с 2,0% в 2015 г. до 1,1% в 2019 г.

Таблица 4

Структура валовой продукции сельского хозяйства в Амурской области в разрезе отраслей (2015-2019 гг.), %

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменение структуры 2019 г. к 2015 г., процентные пункты
Валовая продукция сельского хозяйства — всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0
В том числе:						
продукция растениеводства	69,7	69,5	69,5	69,1	63,9	-5,8
продукция животноводства	30,3	30,5	30,5	30,9	36,1	+5,8

Источник: [1, 2, 3].

Таблица 5

Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Амурской области (2015-2019 гг.), тыс. га

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Посевы — всего	1165,1	1213,8	1252,7	1282,0	1180,2	101,3
В том числе:						
зерновые культуры	180,7	219,4	201,3	204,2	232,1	128,4
технические культуры (соя)	892,3	901,4	964,4	988,8	869,9	97,5
картофель и овощебахчевые культуры	18,2	17,7	16,9	16,6	16,2	89,0
кормовые культуры	74,1	74,3	69,1	71,0	60,3	81,4

Источник: [1, 2, 3].

Таблица 6

Распределение посевных площадей сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств в Амурской области (2015-2019 гг.), % от посевной площади в хозяйствах всех категорий

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменение структуры 2019 г. к 2015 г., процентные пункты
Вся посевная площадь	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0
– сельскохозяйственные предприятия	64,3	64,3	62,8	63,7	63,7	-0,6
– хозяйства населения	2,0	1,9	1,8	1,1	1,1	-0,9
– крестьянские (фермерские) хозяйства	33,7	33,8	35,4	35,2	35,2	1,5
Зерновые культуры	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0
– сельскохозяйственные предприятия	74,9	75,2	72,3	67,8	68,9	-6,0
– крестьянские (фермерские) хозяйства	25,1	24,8	27,7	32,2	31,1	6,0
Технические культуры (соя)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0
– сельскохозяйственные предприятия	63,6	63,2	62,4	64,2	63,2	-0,4
– крестьянские (фермерские) хозяйства	36,4	36,8	37,6	35,8	36,8	0,4
Картофель и овощебахчевые культуры	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0
– сельскохозяйственные предприятия	3,1	2,6	2,0	2,5	2,5	-0,6
– хозяйства населения	86,3	85,4	87,4	81,3	79,6	-6,7
– крестьянские (фермерские) хозяйства	10,6	12,0	10,6	16,2	17,9	7,3

Источник: [1, 2, 3].





Снижение посевных площадей в данных категориях хозяйств было компенсировано ростом доли посевов в крестьянских (фермерских) хозяйствах с 33,7% в 2015 г. до 35,2% в 2019 г.

В структуре посевных площадей за 2015-2019 гг. наблюдаются следующие тенденции: 1) увеличивается доля посевов зерновых культур в крестьянских (фермерских) хозяйствах на 0,6 процентных пункта, за счет сокращения в сельскохозяйственных предприятиях; 2) сокращение доли посевов технических культур в сельскохозяйственных предприятиях на 0,4 процентных пункта, компенсировано ростом посевов данных культур в крестьянских (фермерских) хозяйствах; 3) в крестьянских (фермерских) хозяйствах выросла доля посевов картофеля и овощебахчевых культур на 7,3 процентных пункта, за счет сокращения в сельскохозяйственных предприятиях и личных подсобных хозяйствах населения на 0,6 и 6,7 процентных пункта соответственно.

В структуре посевных площадей в 2019 г., как и в предыдущие годы, значительный удельный вес приходится на посевы сои — 73,8%, которая является наиболее рентабельной товарной культурой, и поэтому не только крупные сельскохозяйственные предприятия, но и крестьянские (фермерские) хозяйства напрямую заинтересованы в ее возделывании. Однако это ведет к нарушению агротехнических требований в севооборотах и к снижению ее потенциальной урожайности.

Крестьянские (фермерские) хозяйства значительно уступают сельскохозяйственным предприятиям в площади сельскохозяйственных угодий, но при этом они вносят весомый вклад в объем производства валовой продукции аграрного сектора экономики. В крестьянских (фермерских) хозяйствах наибольший удельный вес в структуре посевных площадей приходится в 2019 г. на сою и зерновые культуры — 77,1 и 17,3% соответственно. Площади посадки картофеля и овощей менее значительны — 0,7% в общей структуре, что обусловлено трудоемкостью

их производства, минимальным наличием хранилищ, позволяющих сохранить продукцию в зимний период, конкуренцией со стороны хозяйств населения и низкой ценой реализации.

В структуре посевных площадей доля личных подсобных хозяйств населения в 2019 г. составляет сравнительно небольшой процент — 1,1% от общего размера посевных площадей области. Данная категория хозяйств специализируется на возделывании картофеля и овощей. На долю этих культур приходится 97% в структуре посевных площадей личных подсобных хозяйств населения и 1,1% в структуре посевных площадей всех категорий хозяйств, что значительно превышает долю их посевов в крестьянских (фермерских) хозяйствах (0,2%) и сельскохозяйственных предприятиях (0,03%).

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от влияния различных факторов, как природно-климатических, так производственно-технологических. Последняя группа факторов определяется в большей степени организацией производственных процессов и технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Сегодня особое внимание отводится интенсивным экотехнологиям за счет внедрения инноваций, новаций и нововведений.

Урожайность сельскохозяйственных культур представлена в таблице 7.

Урожайность сельскохозяйственных культур за исследуемый период в целом носила перманентный характер. Самый высокий уровень урожайности зерновых культур наблюдался в 2016 г. — 24,1 ц/га и сои в 2017 г. — 13,7 ц/га в сельскохозяйственных предприятиях, картофеля и овощей в 2018 г. в хозяйствах населения — 155,0 и 205,7 ц/га соответственно.

Необходимо отметить, что урожайность картофеля и овощей в хозяйствах населения выше, чем в других категориях хозяйств, но при этом имеет четко выраженную тенденцию к снижению.

В крестьянских (фермерских) хозяйствах урожайность зерновых культур в среднем за годы

исследования ниже на 6,5 ц/га, чем в сельскохозяйственных предприятиях, что обусловлено более низким уровнем механизации трудовых процессов, дороговизной приобретения сортовых элитных и суперэлитных семян и средств защиты растений. Аналогичная тенденция характерна для динамики урожайности сои. Крестьянские (фермерские) хозяйства превосходят сельскохозяйственные предприятия по урожайности картофеля и овощей.

Валовой сбор сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств Амурской области представлен в таблице 8.

Прирост производства зерновых культур за период 2015-2019 гг. составил почти 3,0%, который был обеспечен увеличением объемов производства в крестьянских (фермерских) хозяйствах на 24,7% при сокращении валовых сборов в сельскохозяйственных предприятиях на 2,1%.

Максимальный объем производства сои в хозяйствах Амурской области приходится на 2017 г. — 1265,4 тыс. т. Рост валового сбора составил 128,6% в сельскохозяйственных предприятиях и 119,1% в крестьянских (фермерских) хозяйствах к уровню 2015 г. Противоположная тенденция наблюдается в 2018 и 2019 гг. в сравнении с 2017 г., когда производство сократилось в сельскохозяйственных предприятиях на 9,7 и 26,2%, а в крестьянских (фермерских) хозяйствах на 30,7 и 43,2%. Валовой сбор сои в регионе сократился в 2019 г. на 14,5% по отношению к 2015 г.

Необходимо отметить, что прирост валовых сборов картофеля и овощной продукции в 2019 г. в крестьянских (фермерских) хозяйствах в сравнении с 2015 г. на 7,2% и на 21,6% соответственно был обусловлен трансформацией структуры размера посевных площадей сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств Амурской области.

В 2019 г. крестьянские (фермерские) хозяйства обеспечили 27,4% валового производства сои, 22,9% зерновых культур, 20,6% овощей,

Таблица 7

Урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах различных категорий Амурской области (2015-2019 гг.), ц/га

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Зерновые культуры						
Все категории хозяйств	19,7	22,8	20,0	18,7	18,1	91,9
– сельскохозяйственные предприятия	21,1	24,1	22,4	19,5	17,4	82,5
– крестьянские (фермерские) хозяйства	14,5	16,7	15,3	13,8	11,5	79,3
Технические культуры (соя)						
Все категории хозяйств	11,4	11,1	13,3	12,6	13,2	115,8
– сельскохозяйственные предприятия	11,7	12,6	13,7	12,1	11,3	96,6
– крестьянские (фермерские) хозяйства	10,6	10,9	11,2	8,1	7,4	69,8
Картофель						
Все категории хозяйств	136,0	132,0	149,0	149,0	122,0	89,7
– сельскохозяйственные предприятия	88,8	92,4	94,5	91,4	53,5	86,7
– хозяйства населения	141,4	142,4	152,3	155,0	117,8	83,3
– крестьянские (фермерские) хозяйства	104,8	106,2	109,4	105,3	108,6	103,6
Овощи						
Все категории хозяйств	165,0	156,0	188,0	171,0	159,0	96,4
– сельскохозяйственные предприятия	77,9	84,6	96,1	95,9	95,8	123,0
– хозяйства населения	183,0	162,3	197,2	205,7	152,8	83,5
– крестьянские (фермерские) хозяйства	175,3	173,2	180,6	195,3	142,8	81,5

Источник: [1, 2, 3].



15,6% картофеля от общего объема валовых сборов данных сельскохозяйственных культур в Амурской области.

На протяжении многих лет основными производителями картофеля и овощей в Амурской области являются малые формы хозяйствования. Так, личные подсобные хозяйства населения производят более 83,0% картофеля и 70,0% овощей от общего валового объема всех категорий хозяйств. Определенный вклад в производство картофеля и овощей также вносят и крестьянские (фермерские) хозяйства.

Наличие достаточных земельных угодий на территории Амурской области позволяет сельскохозяйственным товаропроизводителям не только развивать отрасль растениеводства, но и формировать мощную кормовую базу для животноводства (табл. 9) [6].

За исследуемый период наблюдается тенденция сокращения поголовья всех видов сельскохозяйственных животных, за исключением лошадей, во всех категориях хозяйств.

Значительно сократилось поголовье свиней — с 73,1 тыс. голов в 2015 г. до 35,0 тыс. голов в 2019 г., что составило 52,1%. Данная отрицательная тенденция четко прослеживается во всех категориях хозяйств. Так, в личных подсобных хозяйствах населения поголовье

сократилось в 2,9 раза, крестьянских (фермерских) хозяйствах — в 5,5 раза и сельскохозяйственных предприятиях — на 4,4%, что связано со сложной зооэпидемиологической ситуацией и ростом цен на концентрированные корма.

Поголовье крупного рогатого скота за исследуемый период сократилось на 11,1%, в том числе коров — на 2,6%. В абсолютном выражении сокращение поголовья крупного рогатого скота на 6,4 тыс. голов и коров на 3,0 тыс. голов произошло в сельскохозяйственных предприятиях. В личных подсобных хозяйствах отмечается снижение поголовья крупного рогатого скота на 6,3 тыс. голов при увеличении поголовья коров на 162 головы. В крестьянских (фермерских) хозяйствах прослеживается динамика роста поголовья крупного рогатого скота и коров на 55,0 и 78,0% соответственно, что было обеспечено реализацией государственной программы по развитию животноводческих ферм на территории области.

Численность поголовья птицы за исследуемый период снизилась на 17,1% за счет сокращения в сельскохозяйственных предприятиях на 15,5% и личных подсобных хозяйствах населения на 29,3%. При этом в крестьянских (фермерских) хозяйствах поголовье птицы выросло на 69,2%.

В таблице 10 приведена структура поголовья скота и птицы, содержащихся в различных категориях хозяйств.

В сельскохозяйственных предприятиях Амурской области содержится около 1/3 поголовья крупного рогатого скота. Однако прослеживается тенденция сокращения доли крупного рогатого скота с 36,3% в 20015 г. до 32,1% в 2019 г., что обусловлено сокращением поголовья. Понижительный тренд наблюдается в структуре поголовья коров, их доля сократилась на 7,9 процентных пункта. На фоне сокращения поголовья свиней наблюдается рост их доли в структуре с 28,2 до 56,3% за период с 2015 по 2019 гг. В данной категории хозяйств содержится 86,7% общего поголовья птицы.

В крестьянских (фермерских) хозяйствах содержится 1/4 часть поголовья овец и коз и наблюдается сокращение их доли в общей структуре поголовья на 0,5 процентных пункта за исследуемый период. Достаточно стабильно развивается отрасль скотоводства и в структуре поголовья динамично растет доля как крупного рогатого скота, так и коров. А вот отрасль свиноводства менее привлекательна, о чем свидетельствует сокращение доли поголовья свиней в общей структуре с 20,3% в 2015 г. до 7,7% в 2019 г.

Таблица 8

Валовой сбор сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств Амурской области (2015-2019 гг.), тыс. т

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Зерновые культуры						
Все категории хозяйств	351,6	475,2	395,1	360,3	361,9	102,9
– сельскохозяйственные предприятия	285,1	387,4	306,6	269,5	279,0	97,9
– крестьянские (фермерские) хозяйства	66,4	87,7	88,4	90,8	82,8	124,7
Технические культуры (соя)						
Все категории хозяйств	1009,8	925,7	1265,4	1055,3	863,2	85,5
– сельскохозяйственные предприятия	659,8	616,1	848,5	766,4	626,3	94,9
– крестьянские (фермерские) хозяйства	350,0	309,6	416,9	288,9	236,8	67,7
Картофель						
Все категории хозяйств	201,3	186,3	206,9	200,9	153,4	76,2
– сельскохозяйственные предприятия	5,0	4,7	3,1	2,5	2,0	40,0
– хозяйства населения	174,1	159,4	177,1	171,3	127,5	73,2
– крестьянские (фермерские) хозяйства	22,3	22,2	26,7	27,1	23,9	107,2
Овощи						
Все категории хозяйств	53,1	48,1	52,4	49,0	43,7	82,3
– сельскохозяйственные предприятия	3,2	4,7	3,6	3,7	3,8	118,7
– хозяйства населения	42,5	36,7	40,5	34,4	30,9	72,7
– крестьянские (фермерские) хозяйства	7,4	6,7	8,4	10,8	9,0	121,6

Источник: [1, 2, 3].

Таблица 9

Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий в Амурской области (2015-2019 гг.), тыс. голов

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Крупный рогатый скот	82,1	81,4	81,0	78,7	73,0	88,9
в том числе коровы	34,4	32,1	31,4	33,7	33,5	97,4
Свиньи	73,1	74,7	68,4	58,4	35,0	47,9
Овцы	14,4	10,5	10,8	10,9	10,2	70,8
Козы	5,7	6,0	5,6	5,6	4,6	80,7
Лошади	5,9	4,5	4,1	7,0	7,0	118,6
Птица	2204,3	2226,4	2044,6	2199,3	1828,4	82,9

Источник: [1, 2, 3].





В личных подсобных хозяйствах населения Амурской области содержится более половины всего поголовья крупного рогатого скота и коров. Причем наблюдается тенденция сокращения в общей структуре поголовья крупного рогатого скота с 55,8 до 54,1% за исследуемый период, и на этом фоне увеличивается доля коров на 1,9 процентных пункта. Почти 3/4 поголовья овец и коз содержится в хозяйствах населения, и их доля в общем объеме поголовья имеет положительную динамику — рост 2,7 процентных пункта. Птицеводство в данной категории хозяйств характеризуется снижением доли поголовья птицы в общей структуре,

что является следствием сокращения поголовья птицы.

Производство основных видов продукции животноводства представлено в таблице 11.

Положительные тенденции наблюдаются в отраслях овцеводства и молочного скотоводства. Динамично увеличиваются валовые надои молока в сельскохозяйственных предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах за период с 2015 по 2019 гг. — на 14,8 и 77,0% соответственно. Нарастают производство шерсти малые формы хозяйствования: личные подсобные хозяйства населения — на 50,0% и крестьянские (фермерские) хозяйства — на 67,5%.

Значительно сократилось производство мяса скота и птицы в личных подсобных хозяйствах населения в 2019 г. — на 16,3% или на 3,2 тыс. т в сравнении с 2015 г., что в определенной мере оказало влияние на валовое производство в Амурской области и вызвало его сокращение 0,5%. Хотя в сельскохозяйственных предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах отмечается прирост на 12,0 и 28,6% соответственно, что компенсировало его валовое снижение в целом.

В личных подсобных хозяйствах населения наблюдается тенденция сокращения валового производства молока на 1,9 тыс. т за период

Таблица 10

Структура поголовья скота и птицы в Амурской области (2015-2019 гг.), % от общего поголовья

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменение структуры 2019 г. к 2015 г., процентные пункты
Сельскохозяйственные предприятия						
Крупный рогатый скот	36,3	34,1	33,4	32,5	32,1	-4,2
в том числе коровы	38,3	37,7	35,4	31,6	30,4	-7,9
Свиньи	28,2	28,7	27,8	32,2	56,3	28,1
Овцы и козы	3,4	3,9	4,0	1,2	1,2	-2,2
Птица	85,2	86,1	84,6	84,8	86,7	1,5
Крестьянские (фермерские) хозяйства						
Крупный рогатый скот	7,9	9,5	11,8	12,5	13,8	5,9
в том числе коровы	7,2	11,0	13,1	13,8	13,1	5,9
Свиньи	20,3	19,9	19,7	16,6	7,7	-12,6
Овцы и козы	25,9	33,6	35,9	29,4	25,4	-0,5
Птица	0,5	0,6	0,8	1,1	1,1	0,6
Хозяйства населения						
Крупный рогатый скот	55,8	56,4	54,8	55,0	54,1	-1,7
в том числе коровы	54,5	51,3	51,5	54,6	56,4	1,9
Свиньи	51,5	51,4	52,5	51,2	36,0	-15,5
Овцы и козы	70,7	62,5	60,1	69,4	73,4	2,7
Птица	14,3	13,3	14,6	14,1	12,1	-2,2

Источник: [1, 2, 3].

Таблица 11

Производство основных видов продукции животноводства по категориям хозяйств Амурской области (2015-2019 гг.)

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Скот и птица (в убойном весе) — всего, тыс. т	41,8	40,8	39,1	42,3	41,6	99,5
В том числе:						
сельскохозяйственные предприятия	20,9	20,9	17,7	22,1	23,4	112,0
хозяйства населения	19,6	18,6	19,9	18,4	16,4	83,7
крестьянские (фермерские) хозяйства	1,4	1,3	1,5	1,8	1,8	128,6
Молоко — всего, тыс. т	128,9	128,1	124,0	128,5	138,1	107,1
В том числе:						
сельскохозяйственные предприятия	36,4	38,2	37,2	42,4	41,8	114,8
хозяйства населения	85,1	79,8	76,3	74,8	83,2	97,8
крестьянские (фермерские) хозяйства	7,4	10,0	10,4	11,3	13,1	177,0
Яйцо — всего, млн шт.	203,1	199,6	206,2	201,5	192,4	94,7
В том числе:						
сельскохозяйственные предприятия	160,2	158,2	166,7	162,8	151,2	94,4
хозяйства населения	42,7	41,2	39,1	38,3	40,6	95,1
крестьянские (фермерские) хозяйства	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	250,0
Шерсть (физический вес) — всего, т	14,0	15,2	19,9	19,4	21,7	155,0
В том числе:						
сельскохозяйственные предприятия	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
хозяйства населения	10,0	11,0	15,0	13,0	15,0	150,0
крестьянские (фермерские) хозяйства	4,0	4,2	4,9	6,4	6,7	167,5

Источник: [1, 2, 3].



с 2015 по 2019 гг. Отрицательный тренд складывается и по производству яиц — с 42,7 млн шт. в 2015 г. до 40,6 млн шт. в 2019 г. Аналогичная тенденция складывается и в сельскохозяйственных предприятиях: производство яиц сократилось на 9,0 млн шт.

На протяжении исследуемого периода производство мяса скота и птицы, а также яиц сконцентрировано в сельскохозяйственных предприятиях области. Личные подсобные хозяйства обеспечивают валовое производство молока на 60,2% от общего объема, шерсти — на 69,1%. Здесь сконцентрирована и 1/4 часть общего объема производства яиц.

Крестьянские (фермерские) хозяйства имеют более скромные показатели объемов производства сельскохозяйственной продукции, но при этом вносят определенный вклад в копилку валового производства отрасли: мяса скота и птицы — 4,3% от суммарного объема, молока — 9,5%, яиц — 0,3% и шерсти — 30,9%.

За исследуемый период наблюдается прирост объемов производства в стоимостном выражении на 16,4%: в сельскохозяйственных предприятиях — на 4,5% или на 973,9 млн руб.,

в личных подсобных хозяйствах — на 53,9% или на 7174,1 млн руб. В крестьянских (фермерских) хозяйствах отмечается рост объемов производства на 1820,3 млн руб. с 2015 по 2017 гг. Последующие периоды характеризуются сокращением объемов на 20,6% или на 2167,9 млн руб. в 2018 г. и на 26,7% или на 2812,8 млн руб. в 2019 г. в сравнении с 2017 г.

Темпы роста объемов произведенной продукции непосредственно оказывают влияние на объемы реализации продукции. А завершающей стадией любого производственного процесса для товаропроизводителя является именно реализация продукции. От организации сбытовой деятельности и каналов реализации продукции зависит выручка хозяйствующих субъектов, которая влияет на финансовые результаты их сельскохозяйственной деятельности. Объемы реализации сельскохозяйственной продукции представлены в таблице 12.

За исследуемый период сельскохозяйственные товаропроизводители Амурской области сократили объемы продаж всех видов продукции за исключением сои и меда — прирост 4,5 и 21,4% соответственно.

В сельскохозяйственных предприятиях наблюдаются разнонаправленные тенденции в реализации продукции как растениеводства, так и животноводства. В 2019 г. возросли объемы реализации сои — на 11,6%, овощей — на 6,2%, мяса скота и птицы — на 4,1%, молока и молочных продуктов — на 10,9% в сравнении с 2015 г. За аналогичный период сократились объемы продаж зерновых культур — на 10,7%, яиц — на 28,8%, картофеля — в 4,4 раза, меда — в 3,6 раза.

В 2019 г. крестьянские (фермерские) хозяйства сократили объемы продаж всех видов продукции растениеводства в сравнении с 2015 г.: зерновых культур — на 29,5%, сои — на 32,0%, картофеля — на 18,9%, овощей — на 12%. Объемы реализации мяса скота и птицы, а также яиц не изменились. Наблюдается прирост продаж молока на 26,9% и меда — на 29,6% в течение исследуемого периода.

Продажа сельскохозяйственной продукции личными подсобными хозяйствами населения имеет четко выраженную тенденцию к сокращению за исключением меда, объемы реализации которого возросли в 2019 г. на 26,4% по отношению к 2015 г. За исследуемый период объемы

Таблица 12

Реализация основных видов сельскохозяйственной продукции различными категориями хозяйств в Амурской области (2015-2019 гг.)

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста 2019 г. к 2015 г., %
Хозяйства всех категорий						
Зерновые культуры, тыс. т	247,0	287,7	221,7	275,7	212,9	86,2
Соя, тыс. т	536,4	449,4	453,1	554,4	560,8	104,5
Картофель, тыс. т	24,0	22,7	25,2	21,7	17,9	74,6
Овощи, тыс. т	12,8	11,7	13,0	11,2	10,7	83,6
Скот и птица (на убой в живом весе), тыс. т	41,5	40,4	38,2	40,8	39,4	94,9
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), тыс. т	96,5	88,5	91,7	93,0	95,2	98,6
Яйцо, млн шт.	167,0	148,0	135,2	153,7	120,3	72,0
Мед, т	116,1	118,5	123,0	54,0	141,0	121,4
Сельскохозяйственные предприятия						
Зерновые культуры, тыс. т	205,9	234,6	182,0	236,4	183,9	89,3
Соя, тыс. т	452,4	381,1	402,3	472,6	505,1	111,6
Картофель, тыс. т	3,1	3,2	2,5	1,1	0,7	22,6
Овощи, тыс. т	3,2	2,9	5,2	3,4	3,4	106,2
Скот и птица (на убой в живом весе), тыс. т	26,6	26,8	22,6	26,2	27,7	104,1
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), тыс. т	36,8	37,6	36,0	40,1	40,8	110,9
Яйцо, млн шт.	158,7	139,2	124,6	143,6	113,0	71,2
Мед, т	7,3	8,6	10,0	3,0	2,0	27,4
Крестьянские (фермерские) хозяйства						
Зерновые культуры, тыс. т	41,1	53,1	39,7	39,3	29,0	70,5
Соя, тыс. т	81,9	66,5	50,8	81,9	55,7	68,0
Картофель, тыс. т	6,9	6,9	8,8	5,8	5,6	81,1
Овощи, тыс. т	5,0	5,0	3,9	4,2	4,4	88,0
Скот и птица (на убой в живом весе), тыс. т	1,5	1,4	1,6	1,6	1,5	100,0
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), тыс. т	5,2	4,7	6,6	6,4	6,6	126,9
Яйцо, млн шт.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	100,0
Мед, т	10,8	14,2	15,0	7,0	14,0	129,6
Хозяйства населения						
Картофель, тыс. т	20,7	19,9	22,0	14,7	11,6	56,0
Овощи, тыс. т	6,5	6,0	6,1	3,5	2,9	44,6
Скот и птица (на убой в живом весе), тыс. т	13,2	12,4	13,4	12,9	10,2	77,3
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), тыс. т	67,2	57,6	66,1	46,5	47,8	71,1
Яйцо, млн шт.	8,1	8,6	10,3	9,9	7,1	87,6
Мед, т	98,9	95,7	99,0	43,0	125,0	126,4

Источник: [1, 2, 3].





Уровень товарности сельскохозяйственного производства в хозяйствах всех категорий в Амурской области (2015-2019 гг.), % реализации от объема производства

Вид продукции	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменение структуры 2019 г. к 2015 г., процентные пункты
Сельскохозяйственные предприятия						
Зерно (в весе после доработки)	72,2	60,6	59,4	87,7	65,9	-6,3
Соя	68,6	61,9	47,4	61,7	80,6	12,0
Картофель	62,0	68,1	80,6	44,0	35,0	-27,0
Овощи	100,0	61,7	144,4	91,9	89,5	-10,5
Скот и птица (в живом весе)	127,3	128,2	127,7	118,6	118,4	-8,9
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко)	101,1	98,4	96,8	94,6	97,6	-3,5
Яйцо, млн шт.	99,1	88,0	74,7	88,2	74,7	-24,4
Крестьянские (фермерские) хозяйства						
Зерно (в весе после доработки)	61,9	60,5	44,9	43,3	35,0	-26,9
Соя	23,4	21,5	12,2	28,3	23,5	0,1
Картофель	30,9	31,1	33,0	21,4	23,4	-7,5
Овощи	66,7	74,6	46,4	38,9	48,9	-17,8
Скот и птица (в живом весе)	107,1	107,7	106,7	88,9	83,3	-23,8
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко)	70,3	47,0	63,5	56,6	50,4	-19,9
Яйцо, млн шт.	100,0	100,0	66,7	50,0	40,0	-60,0
Хозяйства населения						
Картофель	11,9	12,5	12,4	8,6	9,1	-2,8
Овощи	15,3	16,3	15,1	10,2	9,4	-5,9
Скот и птица (в живом весе)	67,3	66,7	67,3	70,1	62,2	-5,1
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко)	79,0	72,2	86,6	62,2	57,5	-21,5
Яйцо, млн шт.	19,0	20,9	26,3	25,8	17,5	-1,5

Источник: [1, 2, 3].

продаж по всем каналам сбыта сократились: картофеля — на 44,0%, овощей — на 55,4%, мяса скота и птицы — на 22,7%, молока и молочных продуктов — на 28,9%, яиц — на 12,4%. В данной категории хозяйств труд как деятельность характеризуется экономической необходимостью и социальной потребностью. Подсобные хозяйства являются своеобразной производственно-трудовой нишей для отдельной части населения, теряющего основную работу и для той части, которая имеет низкий уровень дохода. Причем это распространяется не только на сельские территории, но и на городскую местность, где небольшие земельные участки помогают выжить в нынешних трудных условиях малообеспеченным слоям общества. Для большинства населения подсобное хозяйство выполняет основную функцию — удовлетворение потребностей в продуктах питания. Однако особое значение приобретает развитие товарного производства, позволяющего в определенной степени решить проблему доходов [5, 8].

Однако уровень товарности личных подсобных хозяйств населения остается невысоким. Сегодня не более 1/3 части хозяйств населения от общего их числа ориентированы на рынок. Реализацией занимаются в большей степени хозяйства, которые расположенные в пригородной зоне или имеющие устоявшиеся каналы сбыта, в то время как остальные производят продукцию для собственного потребления (табл. 13).

В 2019 г. перерабатывающими предприятиями и интегрированными агропромышленными формированиями у населения закуплено чуть более 40,0 тыс. т молока. Реализация мяса скота и птицы, картофеля, овощей и яиц осуществляется, как правило, самостоятельно на крестьянских рынках, ярмарках выходного дня или

предпринимателям-посредникам для последующей перепродажи.

В сельскохозяйственных предприятиях в 2019 г. наблюдается, в сравнении с 2015 г., сокращение уровня товарности всех видов сельскохозяйственной продукции, кроме сои. Уровень товарности сократился по зерновым культурам на 6,3 процентных пункта, картофеля — на 27,0, овощей — на 10,5, мяса скота и птицы — на 8,9, молока и молочных продуктов — на 3,5, яиц — на 24,4 процентных пункта.

Уровень товарности сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах падает, за исключением сои — отмечается незначительный рост на 0,1 процентных пункта. В 2019 г. товарность зерновых культур — 35,0%, картофеля — 23,4%, овощей — 48,9%, мяса скота и птицы — 83,3%, молока — 50,4%, яиц — 40%.

В личных подсобных хозяйствах населения прослеживается тенденция сокращения уровня товарности по всем видам сельскохозяйственной продукции. Значительно сократилась товарность молока и молочных продуктов — с 79% в 2015 г. до 57,5% в 2019 г. Уровень товарности других видов сельскохозяйственной продукции также снизился: картофеля — на 2,8 процентных пункта, овощей — на 5,9, мяса скота и птицы — на 5,1, яиц — на 1,5 процентных пункта.

Территориальная масштабность и малонаселенность отдельных районов Амурской области, а также неразвитость автомобильной дорожной сети и низкое ее качество являются негативными факторами, оказывающими влияние на сбыт скоропортящейся сельскохозяйственной продукции. С учетом этого работать с личными подсобными хозяйствами населения и мелкими крестьянскими (фермерскими) хозяйствами сложнее, чем с сельскохозяйственными

предприятиями и крупными фермерами, так как требуется больше времени, финансовых ресурсов, материальных средств, локальных транспортных и логистических схем.

Сегодня необходимо создать институциональные и социально-экономические условия, которые позволили бы увеличить доходность мелкотоварного производства. Одно из направлений — эффективный механизм сбыта и переработки продукции через развитие кооперации, что позволит вовлечь малые формы хозяйствования в полноценную систему аграрных отношений. И, как следствие, рост объемов товарной продукции приведет к повышению финансовых потоков и увеличит доходность мелкого агробизнеса.

Продвижение сельскохозяйственной продукции на локальные рынки и расширение каналов сбыта является сложной многоплановой задачей, которая требует эффективных мер, направленных на ее решение со стороны государственных органов власти. Сегодня правительство Амурской области и Министерство сельского хозяйства Амурской области организуют в летне-осенний период работу сельскохозяйственных ярмарок выходного дня. Ежегодно проводится сельскохозяйственная выставка-ярмарка «АмурАгроПрод», которая способствует продвижению сельскохозяйственной продукции, изучению конъюнктуры рынка.

Заключение

В Амурской области за счет собственного производства в 2019 г. на 83,1% была обеспечена потребность населения в мясе и мясoproдуктах, на 86,5% потребность в молоке и молочных продуктах, около 45,0% потребности в овощной и бахчевой продукции, чуть более 58,0%



потребности в яйцах. Благополучная продовольственная ситуация отмечается по картофелю, 100% потребности в котором покрывается за счет внутрирегионального производства, а также имеются резервы для вывоза данной культуры в другие регионы страны.

Недостаточная насыщенность локального продовольственного рынка продукцией собственного производства свидетельствует не только о ее низкой конкурентоспособности, но и высоком потенциале роста аграрного производства. Анализ основных тенденций развития аграрного сектора экономики Амурской области выявил: во-первых, регион в определенной мере обеспечивает себя основными продуктами питания; во-вторых, рост объемов производства отдельных видов сельскохозяйственной продукции и повышение ее качества позволили

товаропроизводителям улучшить свои позиции на потребительском рынке области.

Сегодня в аграрном секторе экономики Амурской области сельскохозяйственные предприятия производят 77,1% зерна, 72,5% сои, 56,3% мяса скота и птицы, 78,6% яиц от общего валового объема. Малые формы хозяйствования являются лидером в производстве картофеля — 98,7%, овощей — 91,3% молока — 69,7%, мяса скота и птицы — 43,7%. В производстве шерсти их доля — 100%.

Литература

1. Амурская область в цифрах: краткий статистический сборник. Благовещенск: Амурстат, 2020. 220 с.
2. Амурский статистический ежегодник 2019: статистический сборник. Благовещенск: Амурстат, 2019. 405 с.
3. Амурский статистический ежегодник 2020: статистический сборник. Благовещенск: Амурстат, 2020. 358 с.

4. Единая межведомственная информационно-статистическая система: сайт / координатор: Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.fedstat.ru> (дата обращения: 27.06.2021).

5. Реймер В.В., Павличенко А.А. Развитие малых форм хозяйствования в аграрном секторе экономики: монография. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2018. 179 с.

6. Реймер В.В., Тихонов Е.И. Тенденции и перспективы развития аграрного производства в Амурской области // Экономика и предпринимательство. 2020. № 1 (114). С. 551-559.

7. Тихонов Е.И., Реймер В.В. Тенденции и перспективы развития аграрного сектора экономики Амурской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. Т. 62. № 2 (368). С. 72-76. doi: 10.24411/2587-6740-2019-12033

8. Улезько А.В., Семенова И.М. Механизм реализации экономических интересов сельского населения. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. 179 с.

9. Центральная база статистических данных Федеральной службы государственной статистики: сайт. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 27.06.2021).

Об авторах:

Реймер Валерий Викторович, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики, управления и технологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5858-0464>, valer-ken@rambler.ru

Пастушенко Светлана Борисовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4528-3564>, sb_2003@mail.ru

Пашина Любовь Леонидовна, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7991-5793>, pashinall@mail.ru

Тихонов Евгений Иванович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9500-5140>, ei_tihonov@mail.ru

AGRARIAN SECTOR OF THE ECONOMY OF THE AMUR REGION: ANALYSIS OF DEVELOPMENT

V.V. Reimer¹, S.B. Pastushenko², L.L. Pashina², E.I. Tikhonov²

¹Blagoveshchensk State Pedagogical University, Blagoveshchensk, Russia

²Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

The leading branches of agriculture in the Amur Region are plant growing and dairy and beef cattle breeding. By 2019, there is a steady downward trend in the number of agricultural enterprises by 3.6% and peasant (farm) households by 11.3% in relation to 2015. The number of personal subsidiary plots of the population increased by almost 2,0% or 1.7 thousand units. During the study period, the increase in agricultural production in value terms was 16.4%: in agricultural enterprises by 4.5% or by 973.9 million rubles, in personal subsidiary plots — by 53.9% or by 7174.1 million rubles. In peasant (private) farms, there is an increase in production volumes by 1,820.3 million rubles from 2015 to 2017. Subsequent periods are characterized by a decrease by 20.6% or by 2167.9 million rubles in 2018 and by 26, 7% or 2812.8 million rubles in 2019 compared to 2017. In the structure of manufactured products, agricultural enterprises provided 44.4% of gross production in 2019, which is 5 percentage points lower than the level of 2015. The share of households in the period under study in gross agricultural production increased by almost 10 percentage points. In peasant (farm) households, the opposite trend is observed — a decrease in agricultural production from 20.0% in the overall structure in 2015 to 15.2% in 2019. Today, in the agrarian sector of the Amur Region's economy, agricultural enterprises produce 77.1% of grain, 72.5% — soybeans, 56.3% — cattle and poultry meat, 78.6% — eggs from the total gross volume. Small businesses are the leader in potato production — 98.7%, vegetables — 91.3%, milk — 69.7%, cattle and poultry meat — 43.7%. Their share in wool production is 100%.

Keywords: agricultural sector, agriculture, agricultural production, agricultural commodity producers, gross output, development trends, development analysis.

References

1. Amurstat (2020). *Amurskaya oblast' v tsifrakh: kratkii statisticheskii sbornik* [Amur region in figures: a short statistical compilation]. Blagoveshchensk, Amurstat, 220 p.
2. Amurstat (2019). *Amurskii statisticheskii ezhegodnik 2019: statisticheskii sbornik* [Amur statistical yearbook 2019: statistical collection]. Blagoveshchensk, Amurstat, 405 p.
3. Amurstat (2020). *Amurskii statisticheskii ezhegodnik 2020: statisticheskii sbornik* [Amur statistical yearbook 2020: statistical collection]. Blagoveshchensk, Amurstat, 358 p.
4. Edinaya mezvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema: sait [Unified interdepartmental information and statistical system: website]. Available at: <https://www.fedstat.ru> (accessed: 27.06.2021).

5. Reimer, V.V., Pavlichenko, A.A. (2018). *Razvitiye malyykh form khozyaystvovaniya v agrarnom sektore ehkonomiki: monografiya* [Development of small businesses in the agricultural sector of the economy: monograph]. Blagoveshchensk, Far Eastern State Agrarian University, 179 p.

6. Reimer, V.V., Tikhonov, E.I. (2020). *Tendentsii i perspektivy razvitiya agrarnogo proizvodstva v Amurskoi oblasti* [Trends and prospects for the development of agricultural production in the Amur Region]. *Ehkonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship], no. 1 (114), pp. 551-559.

7. Tikhonov, E.I., Reimer, V.V. (2019). *Tendentsii i perspektivy razvitiya agrarnogo sektora ehkonomiki Amurskoi oblasti* [Trends and prospects of development of

the agrarian sector of the economy of the Amur region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 62, no. 2 (368), pp. 72-76. doi: 10.24411/2587-6740-2019-12033

8. Ulez'ko, A.V., Semenova, I.M. (2017). *Mekhanizm realizatsii ehkonomicheskikh interesov sel'skogo naseleniya* [The mechanism for realizing the economic interests of the rural population]. Voronezh, Voronezh State Agrarian University, 179 p.

9. Tsentral'naya baza statisticheskikh dannykh Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki: sait [Central database of statistical data of the Federal State Statistics Service: website]. Available at: <http://www.gks.ru> (accessed: 27.06.2021).

About the authors:

Valerii V. Reimer, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of economics, management and technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5858-0464>, valer-ken@rambler.ru

Svetlana B. Pastushenko, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4528-3564>, sb_2003@mail.ru

Lyubov L. Pashina, doctor of economic sciences, professor, head of the department of economics of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7991-5793>, pashinall@mail.ru

Evgenii I. Tikhonov, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9500-5140>, ei_tihonov@mail.ru

valer-ken@rambler.ru





ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕГИОНАХ-ЛИДЕРАХ АПК РОССИИ

Е.В. Харченко, С.Н. Петрова, Д.А. Зюкин

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

В статье рассматриваются тенденции развития сельскохозяйственного производства в регионах-агролидерах России с начала продовольственного эмбарго, выявлены основные закономерности и их причины. В исследовании дается оценка общероссийским тенденциям развития сельскохозяйственного производства в период 2015-2019 гг., а также в разрезе отобранных 28 агроориентированных регионов страны рассматривается динамика объемов производства продукции растениеводства и животноводства, вклад каждого из них в общий объем производства по стране. Для целей исследования данные об объеме производства сельскохозяйственной продукции были приведены в сопоставимый уровень с использованием индексов потребительских цен на продовольственные товары. Оценка тенденций развития сельскохозяйственного производства в регионах-агролидерах России позволила выявить, что центром аграрного производства России, как и прежде, является Краснодарский край, объем сельскохозяйственного производства которого в 2019 г. превысил 426,4 млрд руб., в том числе 306,3 млрд руб. приходится на продукцию растениеводства, что составляет более 10% от общего объема произведенной продукции растениеводства по стране. Второе место занимает, соседствующая с Краснодарским краем, Ростовская область. Следовательно, лидерами АПК в стране сегодня являются регионы Южного федерального округа, что вполне закономерно, учитывая климатические и географические особенности данной территории. Пятерку лидеров АПК замыкают регионы Черноземья: Белгородская, Воронежская и Курская области. Так, Белгородская область занимает 3 место в стране по общему объему производства сельскохозяйственной продукции, однако основной специализацией региона является животноводство, по объему производства продукции которого регион лидирует в стране с долей 6,8%.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельскохозяйственное производство, сельскохозяйственная продукция, растениеводство, животноводство, агроориентированные регионы.

Введение

Для стран с претензиями на геополитическую значимость сельскохозяйственная отрасль традиционно является одной из ключевых, что обусловлено историческими и природно-климатическими факторами. Сегодня Россия становится все более значимым игроком на мировом агропродовольственном рынке, стабильно наращивающим объемы экспорта, оставаясь при этом крупным нетто-импортером. Основополагающим элементом экспорта является зерновое хозяйство, тогда как животноводство только в последние годы за счет свиноводства получило экспортный потенциал [1]. Это показывает, что растениеводство является во многих регионах страны более развитым, а животноводство по-прежнему остается достаточно проблемной зоной развития сельского хозяйства России [2, 3, 4]. Вместе с этим ситуация складывается таким образом, что ухудшение внешнеполитической обстановки и последующий ввод продовольственного эмбарго в ответ на антироссийские санкции актуализировали задачу по повышению уровня продовольственного самообеспечения страны в рамках сохранения экономической безопасности. Поэтому сегодня развитию агропромышленного комплекса РФ уделяется повышенное внимание на всех уровнях [5, 6].

В России в период реформ в 1990-е годы наиболее развитым направлением сельскохозяйственного производства являлось растениеводство, тогда как животноводство, в силу инвестиционной непривлекательности, значительно пострадало, что предопределило на долгие годы существенную импортозависимость в части

продукции животного происхождения [7]. Введение Россией контрсанкций в форме продовольственного эмбарго предопределило активизацию импортозамещения. Новые экономические условия привели к необходимости создания условий для гармоничного развития сельскохозяйственного производства продукции как растениеводства, так и животноводства в соответствии с Доктриной продовольственной безопасности страны и реализации стратегии перехода к экспортоориентированной торговле.

Однако для этого важно решить ряд фундаментальных задач. Первая — это развитие логистической инфраструктуры, состояние которой на данный момент выступает тормозящим фактором для расширения географии и объемов поставок российского зерна [8]. Вторая — достижение динамичного развития сельскохозяйственного производства в аграрных регионах России, так как именно там сконцентрирован наиболее высокий природно-экономический потенциал, формирующий более благоприятный инвестиционный климат и являющийся основой успешности реализации стратегии импортозамещения и долгосрочного социально-экономического развития [9, 10]. Третья — создать все условия для эффективной реализации природно-климатического и экономического потенциала [11, 12].

Методика исследования

Текущие экономические условия, обусловленные увеличением значимости реализации стратегии импортозамещения в сфере продовольственного обеспечения России,

способствуют росту роли агропромышленного комплекса, в связи с чем сегодня вопросам его развития уделяется повышенное внимание. В рамках исследования дается оценка развитию сельскохозяйственного производства в регионах России в период 2015-2019 гг. на основе оценки динамики объемов производства сельскохозяйственной продукции в стоимостном выражении в разрезе основных направлений — растениеводства и животноводства. Период исследования определяется началом продовольственного эмбарго на фоне событий 2014 г., в связи с чем данные за 2015 г. отражают сложившуюся после ограничения импорта продовольствия ситуацию в сельскохозяйственной отрасли, а 2019 г. — текущее положение дел. Для целей исследования из 85 субъектов РФ были отобраны 28, в которых в 2019 г. объемы производства сельскохозяйственной продукции были наибольшими (в сопоставимых ценах показатель превышал 50 млрд руб.).

Для объективности применения стоимостных показателей, характеризующих объем сельскохозяйственного производства, они были скорректированы на основе индексов потребительских цен на продовольственные товары, чтобы приводить данные в сопоставимых значениях. Подобное выражение результатов исследования позволяет оценить тенденции и гармоничность развития аграрных регионов страны, а также выявить наличие растениеводческой или животноводческой специализации. На основе полученных данных была проведена группировка аграрных регионов в контексте наличия сбалансированного



развития сельскохозяйственного производства или же существования конкретной специализации. Критерием сбалансированности развития сельскохозяйственного производства в регионе является удельный вес растениеводства и животноводства в пределах 40-60% каждый, а критерием специализации служит доля одного из направлений, превышающая 60%.

Результаты исследования

Большая территориальная протяженность России в разрезе различных климатических зон, в совокупности с наличием плодородных почв, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, создает все предпосылки для масштабного развития растениеводческого направления в агросфере, что успешно реализуется уже долгие годы.

В разрезе аграрных регионов страны в 2019 г. в сфере растениеводства лидирующую позицию занимает Краснодарский край, где объем сельскохозяйственного производства составил 306,3 млрд руб., что на 2,3% ниже уровня базисного года. Вторую позицию занимает Ростовская область, в которой за 5 лет произошел прирост объемов сельскохозяйственного производства на 10,4%, а показатель достиг 207,3 млрд руб. Замыкает тройку лидеров по производству продукции растениеводства Воронежская область, в которой также за 5 лет отмечается отрицательная динамика снижения показателя до 145 млрд руб. В результате можно говорить о том, что сегодня основными регионами, занятыми в

производстве продукции растениеводства в РФ, являются Краснодарский край и Ростовская область, имеющие наибольшие объемы производства. Кроме того, как в Краснодарском крае, так и в Ростовской области, на долю продукции растениеводства в сельскохозяйственном производстве во всем рассматриваемом периоде приходится подавляющая доля, хотя и наблюдается тенденция к ее снижению к 2019 г.

Среди рассматриваемых агро-регионов лишь в 13 в 2019 г. удельный вес продукции растениеводства в общем объеме сельскохозяйственного производства превышает 50%, в то время как в оставшихся 15 растениеводство не является ведущей специализацией. Так, в Белгородской области, входящей в первые 10 регионов по объему производства продукции растениеводства, удельный вес данного вида продукции, хотя и имеет тенденцию к росту, является невысоким — 33,5%.

В свою очередь, высокие темпы прироста объемов производства продукции растениеводства за исследуемый период отмечаются в Алтайском крае (15,3 раза) и Омской области (66,9%), в которых объемы сельскохозяйственного производства являются относительно небольшими. При этом значительное снижение объемов производства продукции растениеводства за 5 лет можно отметить в Красноярском крае (-59,5%) (табл. 1).

В разрезе продукции животноводства абсолютным лидером по производству является Белгородская область, где в 2019 г. объем

произведенной продукции достиг 179,8 млрд руб. При этом в общей структуре сельскохозяйственного производства региона удельный вес продукции животноводства хоть и снизился, но является доминирующим — 66,5%. Вторую позицию по объему производства продукции животноводства занимает Республика Татарстан, в которой за 5 лет прирост объемов производства составил 20,3%, а показатель достиг 139,8 млрд руб. Также отмечается и увеличение доли животноводства в сельскохозяйственном производстве региона до 54,8%. Замыкает тройку лидеров Краснодарский край, для которого животноводство хоть и не является основной специализацией (доля продукции животноводства составляет менее 30%), но за исследуемый период отмечается прирост на уровне 57%. В результате в 2019 г. объем производства продукции животноводства в регионе составил 120,1 млрд руб. Также положительную динамику увеличения объемов производства продукции животноводства среди рассматриваемых регионов можно отметить в Красноярском крае (27 раз), Тульской (87%) и Волгоградской (70,9%) областях (табл. 2).

Среди 28 регионов только в 15 удельный вес продукции животноводства в общем объеме сельскохозяйственного производства превышает 50%. При этом животноводство, кроме лидирующих регионов, также является основной специализацией в Ленинградской (71,2%) и Челябинской (69,6%) областях, хотя и абсолютные значения невысокие.

Таблица 1

Объемы производства продукции растениеводства в разрезе регионов-лидеров АПК РФ в 2015-2019 гг.

№	Субъект РФ	Объем сельскохозяйственного производства продукции растениеводства (в сопоставимых ценах), млрд руб.			Доля продукции растениеводства в сельскохозяйственном производстве региона, %		
		2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %
1	Краснодарский край	313,4	306,3	-2,3	80,4	71,8	-8,5
2	Ростовская область	187,8	207,3	10,4	75,5	71,4	-4,1
3	Воронежская область	151,9	145,0	-4,5	68,8	64,6	-4,2
4	Ставропольский край	147,7	129,9	-12,0	72,1	64,7	-7,4
5	Республика Татарстан	121,0	115,2	-4,8	51,0	45,2	-5,8
6	Курская область	88,0	97,6	10,9	67,5	59,7	-7,8
7	Саратовская область	97,1	96,2	-1,0	72,6	65,2	-7,5
8	Волгоградская область	104,5	94,3	-9,7	75,7	62,3	-13,5
9	Белгородская область	78,8	90,5	14,9	31,8	33,5	1,6
10	Липецкая область	72,1	86,2	19,6	64,2	62,6	-1,5
11	Тамбовская область	96,8	77,6	-19,8	71,7	55,5	-16,2
12	Алтайский край	4,4	72,4	15,3 раза	3,2	48,7	45,5
13	Республика Башкортостан	82,5	67,8	-17,8	49,7	39,1	-10,6
14	Республика Дагестан	49,6	61,2	23,4	45,1	44,2	-0,9
15	Самарская область	58,1	60,9	4,9	61,2	59,4	-1,7
16	Московская область	72,7	60,1	-17,3	65,5	49,5	-16,1
17	Оренбургская область	54,7	59,9	9,5	49,8	51,9	2,2
18	Орловская область	51,3	54,8	6,8	72,7	64,6	-8,1
19	Омская область	29,8	49,8	66,9	29,7	49,3	19,6
20	Тульская область	41,2	47,5	15,3	69,9	58,8	-11,0
21	Пензенская область	49,5	45,8	-7,6	59,9	45,2	-14,6
22	Челябинская область	49,6	38,5	-22,3	39,7	30,4	-9,3
23	Брянская область	35,8	37,0	3,2	44,2	38,9	-5,3
24	Новосибирская область	27,5	36,3	32,0	32,4	38,4	6,0
25	Свердловская область	32,1	36,1	12,3	36,6	38,4	1,8
26	Красноярский край	85,3	34,6	-59,5	97,8	39,4	-58,4
27	Тюменская область	40,6	31,6	-22,2	49,7	37,0	-12,8
28	Ленинградская область	36,8	27,8	-24,3	36,1	28,8	-7,3

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [13].





Таблица 2

Объемы производства продукции животноводства в разрезе регионов-лидеров АПК РФ в 2015-2019 гг.

№	Субъект РФ	Объем сельскохозяйственного производства продукции животноводства (в сопоставимых ценах), млрд руб.			Доля продукции животноводства в сельскохозяйственном производстве региона, %		
		2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %
1	Белгородская область	168,7	179,8	6,6	68,2	66,5	-1,6
2	Республика Татарстан	116,2	139,8	20,3	49,0	54,8	5,8
3	Краснодарский край	76,5	120,1	57,0	19,6	28,2	8,5
4	Республика Башкортостан	83,5	105,8	26,7	50,3	60,9	10,6
5	Челябинская область	75,5	88,4	17,1	60,3	69,6	9,3
6	Ростовская область	61,0	83,0	36,1	24,5	28,6	4,1
7	Воронежская область	68,8	79,4	15,4	31,2	35,4	4,2
8	Республика Дагестан	60,4	77,2	27,8	54,9	55,8	0,9
9	Алтайский край	134,6	76,4	-43,3	96,8	51,3	-45,5
10	Ставропольский край	57,1	70,8	24,1	27,9	35,3	7,4
11	Ленинградская область	65,1	68,9	5,8	63,9	71,2	7,3
12	Курская область	42,4	65,9	55,3	32,5	40,3	7,8
13	Тамбовская область	38,2	62,1	62,6	28,3	44,5	16,2
14	Московская область	38,2	61,4	60,6	34,5	50,5	16,1
15	Новосибирская обл.	57,2	58,2	1,7	67,6	61,6	-6,0
16	Брянская область	45,3	58,1	28,2	55,8	61,1	5,3
17	Свердловская область	55,6	57,9	4,0	63,4	61,6	-1,8
18	Волгоградская область	33,5	57,2	70,9	24,3	37,7	13,5
19	Оренбургская область	55,3	55,5	0,4	50,2	48,1	-2,2
20	Пензенская область	33,2	55,4	66,9	40,1	54,8	14,6
21	Тюменская область	41,1	53,9	31,3	50,3	63,0	12,8
22	Красноярский край	1,9	53,2	27 раз	2,2	60,6	58,4
23	Саратовская область	36,6	51,4	40,3	27,4	34,8	7,5
24	Липецкая область	40,3	51,4	27,7	35,8	37,4	1,5
25	Омская область	70,5	51,1	-27,5	70,3	50,7	-19,6
26	Самарская область	36,9	41,6	12,8	38,8	40,6	1,7
27	Тульская область	17,8	33,2	87,0	30,1	41,2	11,0
28	Орловская область	19,3	30,0	55,7	27,3	35,4	8,1

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [13].

Рассматривая вклад агро-регионов в производство продукции растениеводства в России, можно отметить, что наиболее крупным производителем является Краснодарский край, доля которого за 5 лет имеет тенденцию к росту с 9,9 до 10,4%. Далее в убывающем порядке идут Ростовская и Воронежская области, где удельный вес продукции растениеводства в общем объеме РФ в 2019 г. составил 7,1 и 5% соответственно. Таким образом, вышеуказанные регионы составляют основу производства продукции растениеводства РФ, которое и является их основной агроспециализацией (табл. 3).

Рассматривая удельный вес регионов в производстве продукции животноводства в РФ можно отметить, что наибольший вклад отмечается для Белгородской области (6,8%), Республики Татарстан (5,3%) и Краснодарского края (4,5%), где производство продукции животноводства составляет весомую часть их агроспециализации. При этом удельный вес оставшихся регионов в производстве продукции животноводства в РФ варьирует в пределах 1,1-4%. Стоит отметить тот факт, что за исследуемый период для большинства регионов не произошло существенного изменения их доли в общем объеме сельскохозяйственного производства в стране, поскольку показатель варьирует в пределах не более 1%. Это свидетельствует о том, что развитие аграрного сектора в данных регионах имеет планомерный характер изменения и осуществляется невысокими темпами. Вместе с тем более динамичное развитие можно отметить в Краснодарском и

Красноярском краях, где произошло увеличение доли животноводства на 1,7 и 1,9% соответственно, а снижение — в Алтайском крае (-2,1%).

Среди рассматриваемых регионов в 2019 г. лишь 10 характеризовались сбалансированным развитием сельскохозяйственного производства, поскольку в них удельный вес продукции животноводства и растениеводства был практически сопоставим (табл. 4).

Устойчивую растениеводческую направленность сельскохозяйственного производства имеют южные регионы, главным образом Краснодарский край и регионы Черноземья (Курская, Воронежская и Липецкая области), что связано с наличием природно-климатического потенциала для активного выращивания большого числа сельскохозяйственных культур. В свою очередь, более активное развитие животноводства отмечается в 9 регионах из рассмотренных, в том числе и в Белгородской области, показывающей динамичное развитие данного направления в последние годы. Прочие регионы, имеющие животноводческую специализацию, характеризуются невысоким агроклиматическим потенциалом, необходимым для развития растениеводства, но в то же время возможностями и ресурсами, пригодными для развития отраслей животноводства.

Таким образом, сельскохозяйственная специализация регионов страны определяется наличием и особенностями агропромышленного потенциала конкретной территории и в большинстве своем является устойчивой.

Выводы и рекомендации

Несмотря на то, что в последние годы реальные объемы сельскохозяйственного производства в России замедлились, во многих аграрных регионах страны отмечается динамичное развитие производства продукции как растениеводства, так и животноводства. Наиболее крупным агропроизводящим регионом остается Краснодарский край, объем сельскохозяйственного производства в котором в 2019 г. превысил 426,4 млрд руб., из которых 306,3 млрд руб. — продукция растениеводства (более 10% от общего объема произведенной продукции растениеводства по стране). В регионе производство продукции животноводства развито в меньшей степени (сравнительно с растениеводством это всего 4,5% от производства в стране), однако это позволяет ему входить в тройку регионов-лидеров по данному направлению. В 2019 г. второе место, как в целом по сельскохозяйственному производству, так по производству продукции растениеводства в частности, занимает соседствующая с Краснодарским краем Ростовская область, вклад которой в общий объем производства по стране составил 7,1%. В результате можно говорить о том, что сегодня аграрным центром страны являются регионы Южного федерального округа, что вполне закономерно с учетом климатических и географических особенностей данной территории. Поэтому развитие здесь сельскохозяйственного производства является наиболее перспективным и экономически целесообразным, а потому



Таблица 3

Удельный вес регионов-лидеров АПК в структуре производства продукции растениеводства и животноводства РФ в 2015-2019 гг.

№	Субъект РФ	Доля региона в производстве продукции растениеводства в РФ, %			Доля региона в производстве продукции животноводства в РФ, %		
		2015 г.	2019 г.	изменение, %	2015 г.	2019 г.	изменение, %
1	Краснодарский край	9,9	10,4	0,5	2,8	4,5	1,7
2	Ростовская область	6,5	7,1	0,6	2,3	3,1	0,9
3	Белгородская область	2,7	3,1	0,4	6,3	6,8	0,5
4	Республика Татарстан	3,9	3,9	-	4,3	5,3	1,0
5	Воронежская область	4,4	4,9	0,5	2,6	3,0	0,5
6	Ставропольский край	4,9	4,4	-0,4	2,1	2,7	0,6
7	Республика Башкортостан	2,5	2,3	-0,2	3,1	4,0	0,9
8	Курская область	2,9	3,3	0,5	1,6	2,5	0,9
9	Волгоградская область	3,5	3,2	-0,3	1,2	2,2	0,9
10	Алтайский край	0,2	2,5	2,3	5,0	2,9	-2,1
11	Саратовская область	3,6	3,3	-0,3	1,4	1,9	0,6
12	Тамбовская область	2,5	2,6	0,1	1,4	2,4	0,9
13	Республика Дагестан	1,7	2,1	0,4	2,2	2,9	0,7
14	Липецкая область	2,3	2,9	0,6	1,5	1,9	0,5
15	Челябинская область	1,5	1,3	-0,2	2,8	3,3	0,5
16	Московская область	2,0	2,0	0,1	1,4	2,3	0,9
17	Оренбургская область	2,0	2,0	0,1	2,1	2,1	-
18	Самарская область	2,1	2,1	-	1,4	1,6	0,2
19	Пензенская область	1,7	1,6	-0,1	1,2	2,1	0,9
20	Омская область	0,9	1,7	0,8	2,6	1,9	-0,7
21	Ленинградская область	1,0	0,9	-	2,4	2,6	0,2
22	Брянская область	1,1	1,3	0,1	1,7	2,2	0,5
23	Новосибирская обл.	0,9	1,2	0,3	2,1	2,2	0,1
24	Свердловская область	0,9	1,2	0,3	2,1	2,2	0,1
25	Красноярский край	2,6	1,2	-1,4	0,1	2,0	1,9
26	Тюменская область	1,3	1,1	-0,2	1,5	2,0	0,5
27	Орловская область	1,7	1,9	0,2	0,7	1,1	0,4
28	Тульская область	1,3	1,6	0,3	0,7	1,3	0,6

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [13].

обладает наиболее высоким инвестиционным потенциалом.

В последнее десятилетие существенный шаг в развитии АПК совершили регионы Черноземья, особенно Белгородская, Воронежская и Курская области. Так, Белгородская область занимает 3 место в стране по общему объему производства сельскохозяйственной продукции, специализируясь на животноводстве, по объему производства продукции которого регион лидирует в стране с долей 6,8%. Воронежская область входит в тройку лидеров страны по производству продукции растениеводства, занимая долю 4,9% от общего объема. Наиболее динамичное развитие производства продукции животноводства также отмечается в Республике Татарстан, на долю которой приходится порядка 5,3% от общего объема по стране.

Итак, из 28 крупных аграрных регионов России только в 10 наблюдается сбалансированное сочетание развития производства продукции растениеводства и животноводства. Вместе с тем необходимо отметить, что данные регионы не входят в группу наиболее крупных и важных агропроизводителей, обеспечивающих существенный вклад в продовольственное обеспечение страны. При этом ведущие аграрные регионы, такие как Краснодарский край и Белгородская область, имеют отчетливую специализацию по производству продукции растениеводства или животноводства, что обусловлено наличием в них соответствующего потенциала.

Таблица 4

Группировка аграрных регионов РФ в разрезе сельскохозяйственной специализации в 2019 г.

Регионы со сбалансированным развитием сельскохозяйственного производства (10)	Регионы с растениеводческой специализацией (9)	Регионы с животноводческой специализацией (9)
Самарская область Тульская область Тамбовская область Оренбургская область Московская область Омская область Алтайский край Пензенская область Республика Татарстан Республика Дагестан	Краснодарский край Ростовская область Саратовская область Ставропольский край Орловская область Воронежская область, Липецкая область Волгоградская область Курская область	Ленинградская область Челябинская область Белгородская область Тюменская область Новосибирская область Свердловская область Брянская область Республика Башкортостан Красноярский край

Источник: Составлено авторами по данным федеральной службы государственной статистики [13].

Таким образом, результативность сельскохозяйственного производства во многом обусловлена специализацией на одном из направлений в силу ресурсных или природно-климатических ограничений. Вместе с тем сбалансированное сочетание растениеводства и животноводства является стратегически наиболее целесообразным подходом для развития регионов, обладающих необходимым агроклиматическим и экономическим потенциалом, что в итоге должно привести к созданию агрокомплексов полного цикла (от производства зерновых до переработки мяса). Это будет также способствовать снижению отходов производства и тем самым

повышать экономическую эффективность сельскохозяйственной деятельности.

Литература

1. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346-355.
2. Бабичева Л.В. Современные тенденции развития производства молока и молокопродуктов в условиях рыночной экономики // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 7. С. 78-80.
3. Алтухов А.И. Продовольственная безопасность в контексте реализации новой редакции ее доктрины // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 9. С. 82-90.





4. Парахин Н.В., Амелин А.В., Потаракин С.В., Петрова С.Н. Оптимизация структуры посевных площадей как фактор повышения устойчивости и эффективности растениеводства // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2007. № 3 (6). С. 2-8.
5. Липченко Е.А. Продовольственная безопасность в условиях структурных трансформаций продовольственной сферы экономики // АПК: экономика, управление. 2020. № 9. С. 4-10.
6. Харченко Е.В., Жилияков Д.И., Зюкин Д.А. Успехи развития аграрного производства в Курской области и значение государственной поддержки // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1 (379). С. 53-56.
7. Соловьева Т.Н., Пожидаева Н.А., Зюкин Д.А. Государственное регулирование и импортозамещение продовольственной продукции: проблемы и решения //

- Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 11. С. 17-20.
8. Zyukin, D.A., Svyatova, O.V., Zolotareva, E.L., Bystritskaya, A.Yu., Alekhina, A.A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product sub-complex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of russian grain export. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 25, pp. 461-470.
9. Алтухов А.И. Территориально-отраслевое разделение труда в агропромышленном производстве — необходимое условие обеспечения национальной продовольственной безопасности // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 55-61.
10. Соловьева Т.Н., Зюкин Д.А. Бедность населения как препятствие развития агропродовольственного

- производства в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (381). С. 19-22.
11. Амелин А.В., Петрова С.Н., Лысенко Н.Н., Казмин В.М., Новиков В.М., Мельник А.Ф., Кузмичева Ю.В., Рыжов И.А., Брусенцов И.И. Методические подходы к созданию устойчивого и эффективного растениеводства в условиях глобального изменения климата (на примере Орловской области): монография: Орел, 2015. 68 с.
12. Зюкин Д.А. Интенсификация как условие реализации производственно-экономического потенциала зернового хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6. С. 42-45.
13. Регионы России. Социально-экономические показатели. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 07.07.2021).

Об авторах:

Харченко Екатерина Владимировна, доктор экономических наук, профессор, ректор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0743-4798>, harchenko_ev@kgsha.ru
Петрова Светлана Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4482-3458>, petrova_sn@kgsha.ru
Зюкин Данил Алексеевич, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского центра, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru

THE TRENDS OF AGRICULTURAL PRODUCTION DEVELOPMENT IN THE REGIONS-LEADERS OF RUSSIA AIC

E.V. Kharchenko, S.N. Petrova, D.A. Zyukin

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

The article examines the tendencies of the development of agricultural production in the regions-agricultural leaders of Russia since the beginning of the food embargo, identifies the main patterns and their causes. The study provides an assessment of the all-Russian trends in the development of agricultural production in the period 2015-2019, as well as in the context of the selected 28 agro-oriented regions of the country, the dynamics of the production of crop and livestock products is considered, as well as the contribution of each to the total volume production in the country. For the purposes of the study, data on the volume of agricultural production were brought to a comparable level using consumer price indices for food products. An assessment of the tendencies in the development of agricultural production in the regions-agricultural leaders of Russia made it possible to reveal that the center of agricultural production in Russia, as before, is the Krasnodar territory, the volume of agricultural production in which in 2019 exceeded 426.4 billion rubles, of which more than 306.3 billion rubles. falls on crop production, which is more than 10% of the total volume of crop production in the country. The second place is occupied by the Rostov region, adjacent to the Krasnodar territory, which allows us to conclude that today the agr center of the country is the regions of the Southern Federal District, which is quite natural, taking into account the climatic and geographical features of this territory. Another agricultural center of the country at the current stage is the Chernozyom region and the Belgorod and Voronezh regions that are part of it. Thus, the Belgorod region ranks third in the country in terms of the total volume of agricultural production, however, the main specialization of the region is animal husbandry, in terms of the volume of production of which the region is the leader in the country with a share of 6.8%.

Keywords: agriculture, agricultural production, agricultural products, crop production, animal husbandry, agro-oriented regions.

References

1. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346-355.
2. Babicheva, L.V. (2017). Sovremennye tendentsii razvitiya proizvodstva moloka i molokoproductov v usloviyakh rynochnoi ehkonomiki [Modern trends in the development of milk and dairy products production in a market economy]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 7, pp. 78-80.
3. Altukhov, A.I. (2020). Prodovol'stvennaya bezopasnost' v kontekste realizatsii novoi redaktsii ee doktriny [Food security in the context of the implementation of the new version of its doctrine]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 9, pp. 82-90.
4. Parakhin, N.V., Amelin, A.V., Potarakin, S.V., Petrova, S.N. (2007). Optimizatsiya struktury posevnykh ploshchadei kak faktor povysheniya ustoichivosti i ehffektivnosti rasteniyevoystva [Optimization of the structure of sown areas as a factor of increasing the sustainability and efficiency of crop production]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 3 (6), pp. 2-8.
5. Lipchenko, E.A. (2020). Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh strukturnykh transformatsii prodovol'stvennoi sfery ehkonomiki [Food security in the context of structural transformations of the food sector of the economy]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 9, pp. 4-11.
6. Kharchenko, E.V., Zhilyakov, D.I., Zyukin, D.A. (2021). Uspekh razvitiya agrarnogo proizvodstva v Kurskoi oblasti i znachenie gosudarstvennoi podderzhki [Achievements in the development of agricultural production in the Kursk region and the value of state support]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (379), pp. 53-56.
7. Solov'eva, T.N., Pozhidaeva, N.A., Zyukin, D.A. (2016). Gosudarstvennoe regulirovaniye i importozameshcheniye prodovol'stvennoi produktsii: problemy i resheniya [State regulation and import substitution of food products: problems and solutions]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 11, pp. 17-20.
8. Zyukin, D.A., Svyatova, O.V., Zolotareva, E.L., Bystritskaya, A.Yu., Alekhina, A.A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product sub-complex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of russian grain export. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 25, pp. 461-470.
9. Altukhov, A.I. (2018). Territorial'no-otraslevoe razdeleniye truda v agropromyslenom proizvodstve — neobkhodimoe usloviye obespecheniya natsional'noi prodovol'stvennoi bezopasnosti [Territorial-sectoral division of labor in agro-industrial production — a necessary condition for ensuring national food security]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 1, pp. 55-61.
10. Solov'eva, T.N., Zyukin, D.A. (2021). Bednost' naseleniya kak prepyatstvie razvitiya agroprodovol'stvennogo proizvodstva v Rossii [Population poverty as an obstacle to the development of agro-food production in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 19-22.
11. Amelin, A.V., Petrova, S.N., Lysenko, N.N., Kazmin, V.M., Novikov, V.M., Mel'nik, A.F., Kuzmicheva, Yu.V., Ryzhov, I.A., Brusentsov, I.I. (2015). Metodicheskie podkhody k sozdaniyu ustoichivogo i ehffektivnogo rasteniyevoystva v usloviyakh global'nogo izmeneniya klimata (na primere Orlovskoi oblasti): monografiya [Methodological approaches to the creation of sustainable and effective crop production in the conditions of global climate change: monograph]. Orel, 68 p.
12. Zyukin, D.A. (2018). Intensifikatsiya kak usloviye realizatsii proizvodstvenno-ehkonomicheskogo potentsiala zernovogo khozyaistva [Intensification as a condition for the realization of the production and economic potential of the grain economy]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 42-45.
13. Regiony Rossii. Sotsial'no-ehkonomicheskie pokazateli. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [The regions of Russia. Socio-economic indicators. Federal state statistics service]. Available at: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (accessed: 07.07.2021).

About the authors:

Ekaterina V. Kharchenko, doctor of economic sciences, professor, rector, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0743-4798>, harchenko_ev@kgsha.ru
Svetlana N. Petrova, doctor of agricultural sciences, professor, vice-rector for research and innovation, <http://orcid.org/0000-0003-4482-3458>, petrova_sn@kgsha.ru
Daniil A. Zyukin, candidate of economic sciences, senior researcher of the Research center, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru

nightingale46@rambler.ru



К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ПАШНИ В АГРОЛАНДШАФТАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

О.Г. Чуян, Л.Н. Караулова, О.А. Митрохина

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» — Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия

Цель работы заключается в комплексном анализе природных и антропогенных ресурсов продуктивности пашни для информационного обеспечения систем управления плодородием почв в условиях Центрального Черноземья. Урожай зерновых культур по территории Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) за 2015–2020 гг. на 52,6% определялся величиной климатического потенциала продуктивности пашни, а уровень действительно возможной продуктивности, учитывающий и качество почв — на 68%. Разработаны элементы системы поддержки принятия решений по регулированию некоторых параметров плодородия почв, использованию минеральных удобрений и мелиорантов. Для всей территории ЦЧР актуальными являются регулирование фосфатного режима почв (Липецкая > Тамбовская > Воронежская > Курская > Белгородская области), известкование почв (Липецкая > Тамбовская > Курская > Белгородская > Воронежская области) и регулирование калийного режима (Курская > Тамбовская > Липецкая > Белгородская > Воронежская области). По величине экономически обоснованного насыщения пашни действующим веществом минеральных удобрений (кг д.в. NPK/га) области ЦЧР располагаются в следующем порядке: Курская (165) > Липецкая (160) > Белгородская (154) > Тамбовская (148) > Воронежская (138). Приоритеты повышения плодородия почв на 30–40% обусловлены климатическим потенциалом продуктивности пашни и до 60–70% — качеством почв.

Ключевые слова: ресурсы продуктивности, качество почв, комплексная оценка, урожай сельскохозяйственных культур, удобрения, мелиоранты.

Введение

Территории областей Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) обладают наиболее продуктивными почвами в России. Уровень урожайности сельскохозяйственных культур определяется как природными, так и антропогенными ресурсами агроландшафта, в связи с этим возникает необходимость оценки климатических условий [1] и качества почв для управления их плодородием и урожаем возделываемых культур [2–7]. Агрохимические свойства почв и продуктивность агроценозов в значительной мере зависят от применения удобрений и мелиорантов. Результаты мониторинга агрохимического состояния пахотных почв областей ЦЧР свидетельствуют о необходимости совершенствования использования ресурсов земледелия и регулирования плодородия почв [8].

Цель работы заключается в комплексном анализе природных и антропогенных ресурсов продуктивности для информационного обеспечения систем управления плодородием почв в условиях Центрального Черноземья. **Объектом исследования** являются природные и антропогенные ресурсы продуктивности и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях ЦЧР.

Методы и условия

Проведен системный анализ агроклиматических и почвенных условий, а также агротехнических факторов (удобрений) по их влиянию на урожай основных сельскохозяйственных культур, включающих зерновые (озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень, овес, кукуруза), сою, подсолнечник и сахарную свеклу, за 2015–2020 гг. [9] в условиях Центрального Черноземья. Оценка агроклиматического потенциала продуктивности пашни и комплексный анализ качества почв районов областей ЦЧР (Курская, Белгородская, Воронежская, Тамбовская, Липецкая) проведены с использованием авторских подходов [10, 11]. Используются методы

корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа. Достоверность полученных уравнений проверяли с помощью F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента, а также коэффициента множественной корреляции R. Долю объяснимой дисперсии урожайности определяли по значению коэффициента детерминации R². Был выбран 95%-й уровень надежности построенных уравнений.

Результаты и обсуждение

Проблема управления продуктивностью земель — это, прежде всего, проблема управления ресурсами, выбора наиболее оптимального способа их использования. Это предполагает: оценку состояния ресурсной базы, анализ

эффективности использования природных и хозяйственных ресурсов, определение тех ресурсов, которые в наибольшей мере лимитируют продуктивность системы в целом, а также выбор вариантов оптимизации использования ресурсов. Формируется блок исходных данных, включающий агроклиматические условия, почвенные и агрохимические характеристики.

Проводится оценка почвенно-климатических ресурсов продуктивности с учетом тепло-влажностной обеспеченности периода вегетации и качества почв по комплексному агрохимическому показателю плодородия почв с использованием нормированных частных параметров значений по содержанию гумуса, величине pH_{KCL} и количеству подвижного фосфора и калия.

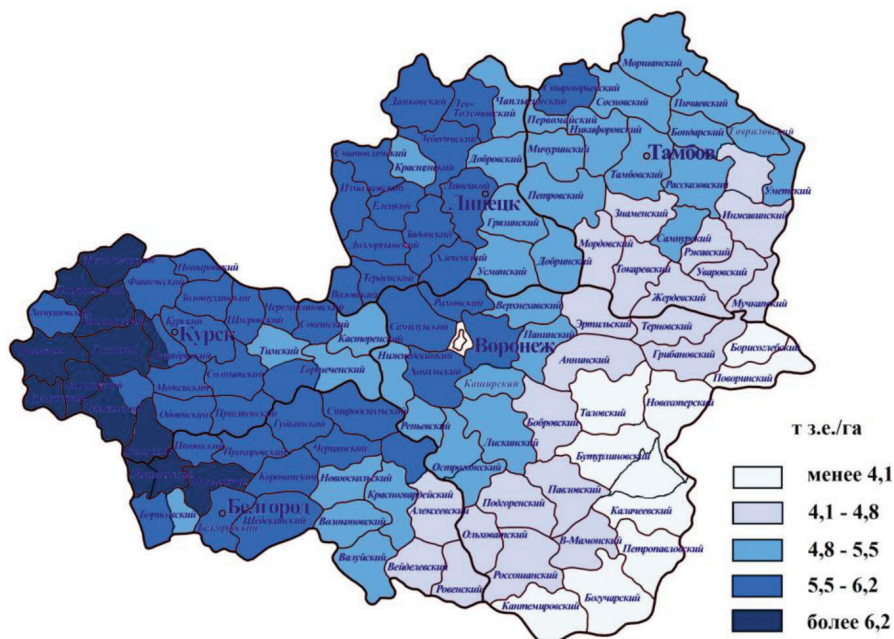


Рис. 1. Климатический потенциал продуктивности пашни областей ЦЧР, т з.е./га



Таблица 1

Ресурсы плодородия районов областей ЦЧР и средняя урожайность сельскохозяйственных культур за период 2015-2020 гг.

Показатель	X±Sd	Lim	V, %
Белгородская область			
КПП, т з.е./га	5,62±0,59	4,2-6,3	10,5
Комплексный показатель плодородия	84,6±4,30	73,6-91,0	5,1
Минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га	83±20,1	30-123	24,2
Зерновые культуры, т/га	4,3±0,65	3,1-5,4	15,2
Подсолнечник, т/га	2,9±0,33	2,4-3,5	11,3
Соя, т/га	2,1±0,35	1,4-2,6	16,5
Сахарная свекла, т/га	46,4±8,25	27,8-63,7	17,8
Воронежская область			
КПП, т з.е./га	4,66±0,75	3,4-6,2	16,1
Комплексный показатель плодородия	79,4±3,90	72,5-87,0	4,9
Минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га	55±20,9	17-100	37,8
Зерновые культуры, т/га	3,3±0,63	2,4-4,7	19,0
Подсолнечник, т/га	2,6±0,24	2,1-3,1	9,3
Соя, т/га	1,5±0,27	0,7-2,1	18,3
Сахарная свекла, т/га	42,4±7,53	26,3-64,3	17,7
Курская область			
КПП, т з.е./га	6,12±0,41	5,4-7,1	6,7
Комплексный показатель плодородия	77,4±8,36	62,8-93,3	10,8
Минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га	109±31,6	62-172	29,0
Зерновые культуры, т/га	4,5±0,50	3,6-5,5	11,1
Подсолнечник, т/га	2,6±0,35	2,0-3,3	13,3
Соя, т/га	2,0±0,20	1,6-2,5	9,9
Сахарная свекла, т/га	46,1±4,99	37,5-55,9	10,8
Липецкая область			
КПП, т з.е./га	5,73±0,31	5,0-6,1	5,4
Комплексный показатель плодородия	74,5±4,3	70,0-89,0	5,8
Минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га	95±30,3	27-143	31,8
Зерновые культуры, т/га	4,0±0,25	3,4-4,5	6,2
Подсолнечник, т/га	2,4±0,14	2,2-2,7	5,6
Соя, т/га	1,7±0,15	1,5-2,1	9,0
Сахарная свекла, т/га	41,0±4,26	32,9-49,3	10,4
Тамбовская область			
КПП, т з.е./га	4,94±0,38	4,2-5,6	7,6
Комплексный показатель плодородия	72,8±6,4	64,0-85,3	8,8
Минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га	58±14,3	26-86	24,6
Зерновые культуры, т/га	3,6±2,5	3,2-4,0	7,0
Подсолнечник, т/га	2,2±2,5	1,7-2,6	11,7
Соя, т/га	1,7±0,23	1,2-2,3	13,7
Сахарная свекла, т/га	41,5±3,67	35,4-51,9	8,8

Примечание: КПП — климатический потенциал продуктивности пашни [10].

На следующем этапе определяются приоритетные направления оптимизации плодородия почв, потребность в мелиорантах и удобрениях.

Управление плодородием почв осуществляется всем комплексом элементов системы земледелия. Одним из ключевых факторов интенсификации производства сельскохозяйственной продукции, а также фактором прямого и опосредованного влияния на плодородие почвы является применение удобрений. При этом наибольшее влияние на продуктивность пашни оказывает совокупность агроклиматических параметров. Так, урожай зерновых культур по территории ЦЧР за 2015-2020 гг. на 52,6% определялся величиной климатического потенциала продуктивности пашни, а уровень действительной возможной продуктивности, учитывающий и качество почв — на 68% (табл. 1, рис. 1).

По величине урожая зерновых культур области ЦЧР располагаются в следующем порядке: Курская > Белгородская > Липецкая > Тамбовская > Воронежская. Это соответствует как уровню природных ресурсов продуктивности (почвенно-климатическим), так и агротехническим (удобрения) факторов:

$$Y = -10,23 + 0,582X_1 + 0,180X_2 + 0,052X_3 \\ (F = 109,8; R = 0,858; P < 10^{-4}).$$

При этом в основе совокупного влияния факторов лежит реализация их взаимодействий:

$$Y = 11,66 + 5,69 \cdot 10^{-3} X_1 X_2 + \\ + 2,01 \cdot 10^{-3} X_1 X_3 - 8,24 \cdot 10^{-4} X_2 X_3 \\ (F = 107,3; R = 0,855; P < 10^{-4}),$$

где Y — урожайность зерновых культур; X_1 — климатический потенциал продуктивности пашни, ц з.е./га; X_2 — комплексный показатель качества почв; X_3 — минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га.

При этом культуры с более длительным периодом вегетации, требующие значительных сумм температур (подсолнечник, соя и сахарная свекла), большую урожайность имеют на территориях Белгородской, Воронежской и Курской областей.

Характер изменения продуктивности пашни от величин насыщения действующим веществом удобрений подчиняется тем же закономерностям, что и отдельно взятых культур. Окупаемость удобрений зависит как от уровня применения удобрений, так и от обеспеченности почв элементами питания:

$$Y = 86,45 - 8,23 \ln(X_3) - 0,42X_2 \\ (F = 47,3; R = 0,678; P < 10^{-4}),$$

где X_2 — комплексный показатель качества почв; X_3 — минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га.

В современных условиях производства стратегия оптимальной дифференциации удобрений должна быть ориентирована на обеспечение целесообразной агрономической и экономической их эффективности при условии поддержания необходимого уровня плодородия почв. Одним из основных критериев оптимизации является получение максимума чистого дохода от применения удобрений [12]. Эффективный уровень насыщения действующим веществом удобрений для районов областей ЦЧР определялся по следующему уравнению:

$$D_{мчд} = WSB \cdot (ДВП - Пб) \cdot \ln(100/(WSB \cdot K_{мчд})),$$

где $D_{мчд}$ — минеральные удобрения, кг д.в. NPK/га; WSB — удельный биологический вынос, кг (N+P+K)/ц; ДВП — действительно возможная

продуктивность пашни, ц з.е./га.; Пб — продуктивность базовая без применения удобрений, ц з.е./га.; $K_{мчд}$ — критерий максимума чистого дохода, равный Z_0/C_p , где Z_0 — величина затрат на применение действующего вещества удобрений с учетом их стоимости, транспортировки, внесения, руб./кг д.в. NPK, C_p — величины удельной стоимости единицы продукции с учетом затрат на уборку и доработку, руб./кг.

С учетом структуры посевных площадей полный вынос элементов питания на единицу продуктивности по областям варьирует от 7,84 до 8,43 кг д.в. NPK/ц з.е., стоимость единицы продукции за вычетом затрат составляет 10,4-11,5 руб./кг з.е., а затраты на применение действующего вещества удобрений — 48-50 руб./кг д.в. NPK. По величине

экономически обоснованного насыщения пашни действующим веществом минеральных удобрений (кг д.в. NPK/га) области ЦЧР располагаются в следующем порядке (табл. 2, рис. 2): Курская (165) > Липецкая (160) > Белгородская (154) > Тамбовская (148) > Воронежская (138).

Регулирующими эффективные уровни удобрений при этом являются величины действительно возможных урожаев, связанных с климатически обеспеченной урожайностью, а также обеспеченность почв элементами питания. В наибольшей степени на уровень экономически обоснованных величин насыщения пашни минеральными удобрениями оказывают влияние обеспеченность почв фосфором, затем калием и содержание гумуса, что соответствует иерархии лимитирующих продуктивность



Таблица 2

Расчетный уровень насыщения пашни ЦЧР минеральными удобрениями по критерию максимума чистого дохода, кг д.в. NPK/га

Область	$X_{cp} \pm Sd$	Lim	V, %
Курская	165 $\pm$ 13,6	143-195	8,2
Белгородская	154 $\pm$ 17,9	118-178	11,6
Воронежская	138 $\pm$ 23,1	101-184	16,8
Тамбовская	148 $\pm$ 11,4	127-168	7,7
Липецкая	160 $\pm$ 9,8	132-172	6,2

прибавки от удобрений в урожае. То есть уровень исходного качества почв является величиной агроэкономической для достижения определенных уровней продуктивности.

Стратегия применения агрохимических ресурсов предполагает устранение лимитирующих продуктивность факторов, обусловленных генетическими особенностями почв, и ориентирована на создание и поддержание сбалансированных уровней основных агрохимических свойств в долговременном цикле. При этом уровни параметров агрохимических свойств почв не являются самоцелью как объект управления, а средством достижения целесообразного уровня продуктивности агроценозов. Относительный приоритет почвоулучшающих мероприятий целесообразно решать путем ранжирования оцениваемых контуров по величине потенциала оптимизации параметров плодородия почв, характеризующего величину приращения значения комплексной оценки плодородия или продуктивности пашни с учетом цены балла показателя [13]. Наибольший эффект почвоулучшающих мероприятий показывают там, где регулируемый параметр находится в наиболее глубоком минимуме, более высокие значения сопутствующих параметров плодородия и величины климатического потенциала продуктивности пашни. Первоочередным мероприятием оптимизации параметров свойств почв является устранение лимитирующих факторов системного характера, к которым относятся физико-химические свойства почв. В современных жестких экономических условиях к обоснованным элементам агрохимического окультуривания следует отнести химическую мелиорацию почв.

Почвенный покров областей Центрального Черноземья характеризуется высокой долей кислых почв: Белгородской — 44,3%, Воронежской — 28,2%, Курской — 68,0%, Липецкой — 73,6% и Тамбовской — 76,0%. Количество кислых почв в наибольшей степени увеличилось от первых туров агрохимического обследования (1964-1970 гг.) в областях: Тамбовской — на 30,4%, Белгородской — на 21,5% и Курской — на 6,2% [8].

Сплошные массивы почв с кислой реакцией среды в ЦЧР расположены в северо-западных районах, поскольку почвенный покров здесь представлен серыми лесными почвами, черноземами оподзоленными и выщелоченными. Длительное сельскохозяйственное использование земель приводит к повышению темпов и масштабов подкисления почв, что обусловлено ростом отрицательного баланса обменных оснований верхних горизонтов почв, а также некомпенсированных потерь в результате выноса урожаем культур и применения минеральных удобрений. Устранение лимитирующих уровней кислотности почв должно учитывать базовые почвенные свойства и гидротермические условия (рис. 3).

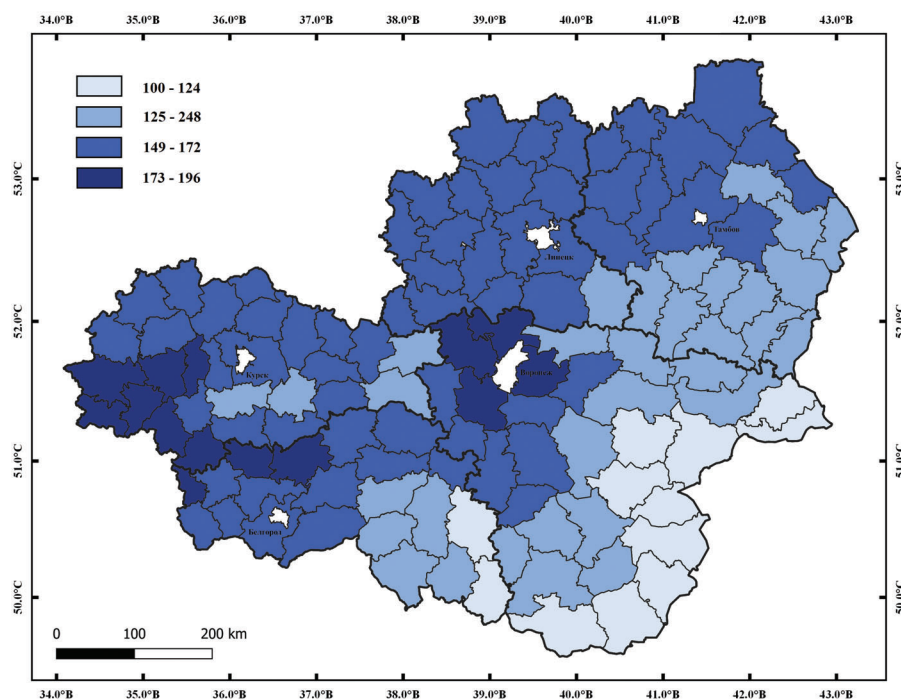


Рис. 2. Насыщение пашни ЦЧР удобрениями по критерию максимума чистого дохода, кг д.в. NPK/га

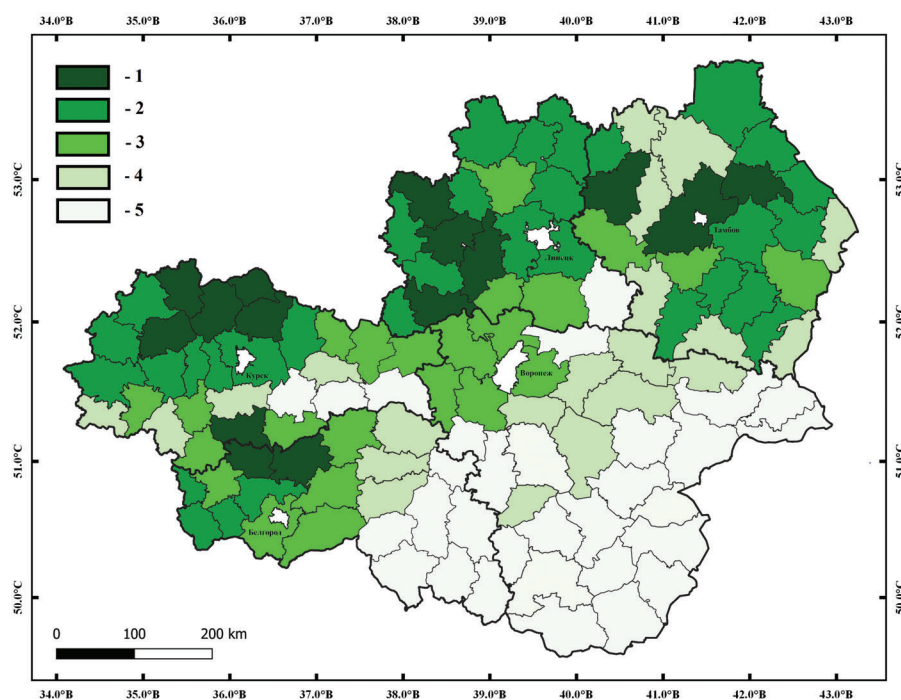


Рис. 3. Распределение территории ЦЧР по приоритетности известкования почв

факторов [13]. Вклад климатического потенциала продуктивности пашни оценивается в 42%, а комплексной оценки качества почв — 57%.

Необходимо отметить, что последние 5 лет характеризуются значительным ростом уровня применения удобрений — на 14-43%. Уже в 2019 г. на 1 га посева было внесено минеральных удобрений по Курской области — 162, Липецкой — 144, Белгородской — 107, Тамбовской — 102 и Воронежской — 93 кг д.в. NPK. Наибольшее количество органических удобрений применяется в Белгородской (10,2 т/га), затем в Воронежской (3,4 т/га) и Липецкой (2,0 т/га) областях. Таким образом, фактическое применение удобрений в значительной мере неоднородно по

территориям — 24,2-37,8%. При этом, даже при существующем диспаритете цен, имеются значительные резервы повышения количества вносимых удобрений, особенно в таких областях ЦЧР, как Воронежская, Липецкая и Тамбовская. Это обосновано также необходимостью сокращения отрицательного баланса элементов питания для поддержания уровня плодородия почв [14].

Тесная взаимосвязь эффективности удобрений с агроклиматическими условиями, почвенными характеристиками (обеспеченностью элементами питания) и другими факторами характеризуется тем, что повышение доли урожая, обеспеченного исходным качеством почвы, снижает при прочих равных условиях долю

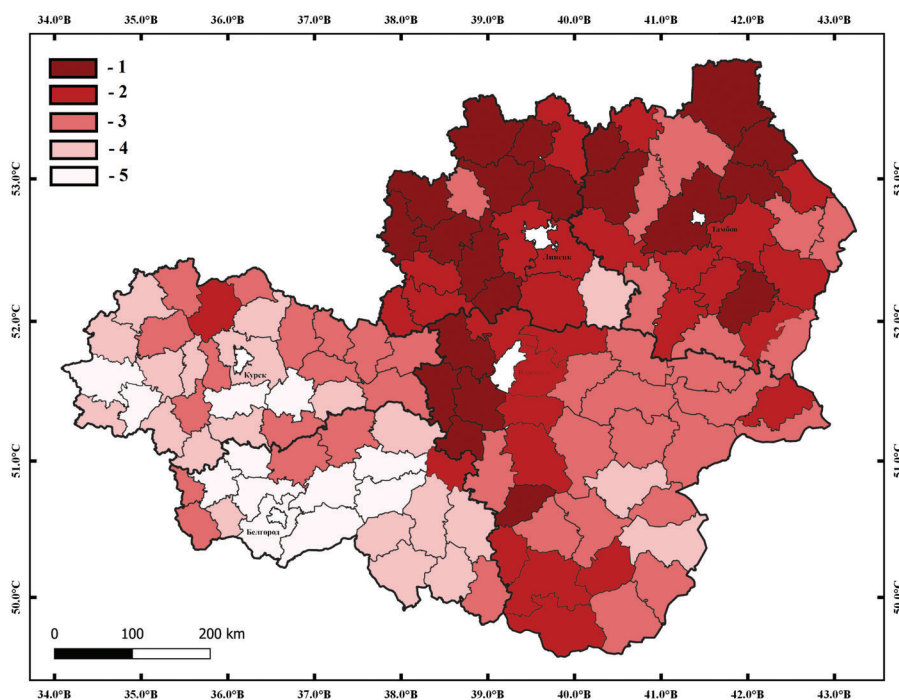


Рис. 4. Распределение территории ЦФР по приоритетности применения фосфорных удобрений

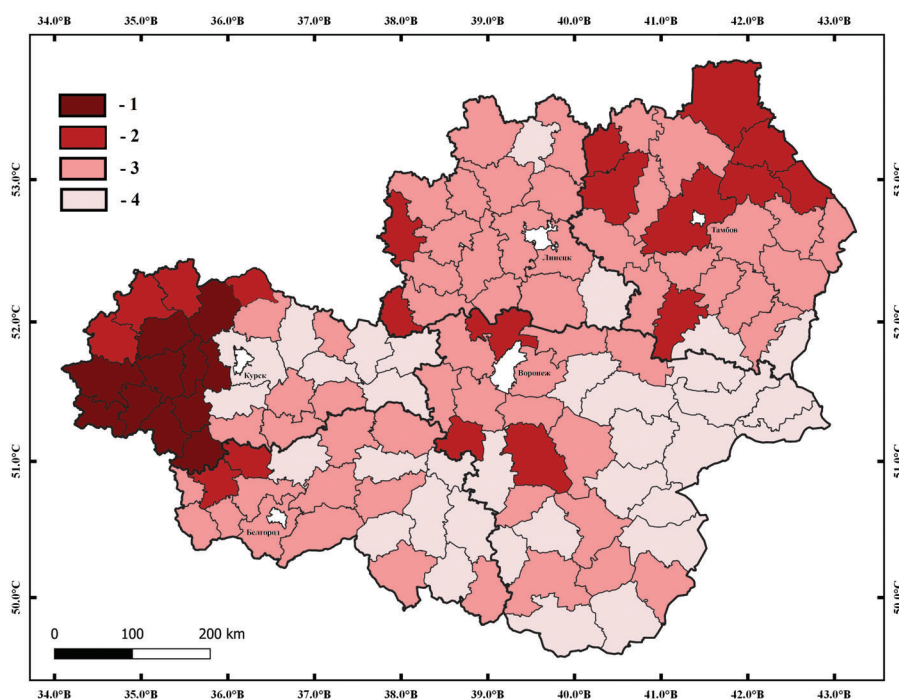


Рис. 5. Распределение территории ЦФР по приоритетности применения калийных удобрений

С учетом уровня климатического потенциала продуктивности пашни, а также обеспеченности почв элементами питания территория областей ЦФР распределилась в следующем порядке относительной приоритетности применения фосфорных (рис. 4) и калийных (рис. 5) удобрений.

В соответствии с иерархией лимитирующих факторов для всей территории ЦФР актуальным является регулирование фосфатного режима почв (Липецкая > Тамбовская > Воронежская > Курская > Белгородская), известкование почв (Липецкая > Тамбовская > Курская > Белгородская > Воронежская) и регулирование калийного режима почв (Курская > Тамбов-

ская > Липецкая > Белгородская > Воронежская) (табл. 3).

Из этого не следует, что в менее приоритетных районах отсутствует необходимость в повышении плодородия почв. Вопрос о применении почвоулучшающих мероприятий целесообразно решать для каждого уровня территориального деления. Эффект от таких мероприятий будет выше в тех хозяйствах, где почвенное плодородие является лимитирующим фактором продуктивности и эффективность его использования при этом достаточно высокая. Приоритеты повышения плодородия почв на 30-40% обусловлены климатическим потенциалом продуктивности пашни и до 60-70% — качеством почв.

Таблица 3

Уровни потенциала оптимизации параметров плодородия почв для территорий областей ЦФР, ц з.е./га

Область	Районы	Свойства	Xcp±Sd	Lim	V, %
Курская	28	pH _{KCL}	4,0±1,93	0,2-7,3	48,6
		P ₂ O ₅	3,7±1,24	1,2-6,1	33,2
		K ₂ O	2,3±1,60	0,2-5,5	69,3
Белгородская	21	pH _{KCL}	3,0±2,03	0,0-5,9	68,0
		P ₂ O ₅	3,0±1,60	0,6-6,2	53,0
		K ₂ O	1,1±0,55	0,4-2,4	51,3
Воронежская	32	pH _{KCL}	1,4±1,12	0,2-3,8	78,2
		P ₂ O ₅	6,1±1,45	3,8-9,6	23,9
		K ₂ O	1,1±0,61	0,2-2,7	56,8
Тамбовская	23	pH _{KCL}	4,1±1,45	1,5-6,1	35,0
		P ₂ O ₅	6,7±1,32	3,7-8,6	19,7
		K ₂ O	1,9±0,64	0,6-3,0	34,2
Липецкая	18	pH _{KCL}	4,9±1,20	1,3-6,6	24,7
		P ₂ O ₅	7,3±1,32	3,3-8,8	18,2
		K ₂ O	1,3±0,61	0,3-2,6	45,4

Заключение

Таким образом, данные подходы позволяют количественно решать вопросы регулирования плодородия почв, оценивать сбалансированные уровни обеспеченности факторами плодородия почвы. Комплексный анализ почвенно-климатических ресурсов продуктивности пашни может использоваться для разного уровня административного управления в системе аналитической поддержки качественных решений по выбору мероприятий для конкретного участка или выбора приоритетных участков для осуществления конкретных мелиораций по повышению плодородия пахотных земель в условиях ЦФР. Эффективное управление плодородием почв должно быть сбалансировано по очередности и интенсивности воздействия соответствующими мелиорациями, что повысит окупаемость затрат соответствующих ресурсов.

Литература

- Pavlova, V., Karachenkova, A., Shkolnik, I. (2019). Future changes in spring wheat yield in the European Russia as inferred from a large ensemble of high-resolution climate projections. *Environmental Research Letters*, vol. 14, no. 3, p. 034010.
- Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A. (2004). The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method, *SOIL SCI. SOC. AM. J.*, vol. 68, Nov-Dec, pp. 1945-1962.
- Pehamberger, A. (1992). Die Bodenschätzung in Österreich. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, no. 67, pp. 235-240.
- Rothkegel, W. (1950). Geschichtliche Entwicklung der Bodenbonitierungen und Wesen und Bedeutung der deutschen Bodenschätzung. Stuttgart, 147 p.
- Смоленцева Е.Н., Сулейменов М.К., Сапаров А.С., Пачикин К.М., Балгаев Н.Н., Кусяинова М.Д., Бекбаев У.К., Рухович О.В., Лукин С.М., Шиндлер У., Мюллер Л. Оценка качества и потенциальной урожайности почв в глобальном масштабе // Почвоведение и агрохимия. 2011. № 4. С. 81-91.
- Mueller, L., Schindler, U., Hennings, V., Smolentseva, E., Rukhovich, O., Romanenkov, V., Sychev, V., Lukin, S., Sheudshen, A., Onishenko, L., Saparov, A., Pachikin, K., Behrendt, A., Mirschel, W. and Eulenstein, F. (2016). An Emerging Method of Rating Global Soil Quality and Productivity Potentials. Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water



Resources in Siberia (L. Mueller, A. Sheudshen, F. Eulenstein (Editors). Springer Water, pp. 573-595.

7. World Reference Base for Soil Resources. A Framework for International Classification, Correlation and Communication. FAO. (2006). Rome. *World Soil Resources Reports*, 103, 145 p.

8. Чекарев П.А., Лукин С.В. Динамика плодородия пахотных почв, использования удобрений и урожайности основных сельскохозяйственных культур в центрально-черноземных областях России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 4. С. 41-44.

9. База данных муниципальных образований. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ykmb3eKg/munst.htm> (дата обращения: 10.03.2021).

10. Чуян О.Г., Дериглазова Г.М. Оценка агроклиматического потенциала продуктивности пашни для модели управления агрохимическими свойствами почв // Земледелие. 2018. № 7. С. 6-11.

11. Фрид А.С., Чуян О.Г., Соловченко В.Д., Тютюнов С.И. Оценка плодородия // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном

земледелии. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. С. 17-34.

12. Чуян О.Г. Модель системы удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 12. С. 5-8.

13. Чуян О.Г., Караулова Л.Н., Митрохина О.А. К системе оценки ресурсного потенциала агроландшафтов ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 11. С. 10-17.

14. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 328 с.

Об авторах:

Чуян Олег Геннадьевич, доктор биологических наук, заведующий лабораторией агрохимии и ГИС,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4971-1888>, agrochemgis@mail.ru

Караулова Людмила Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и ГИС,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0633-109X>, karaulovaln@gmail.ru

Митрохина Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и ГИС,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5035-841X>, mitrokhina1977@mail.ru

ON THE ISSUE OF MANAGING SOIL FERTILITY AND ARABLE LAND PRODUCTIVITY IN AGROLANDSCAPES OF CENTRAL CHERNOZEM REGION

O.G. Chuyan, L.N. Karaulova, O.A. Mitrokhina

Federal Agricultural Kursk Research Center — Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control, Kursk, Russia

The purpose of the work is to provide a comprehensive analysis of natural and anthropogenic resources of arable land productivity for information support of soil fertility management systems under the conditions of Central Chernozem Region (CChR). The yield of grain crops on the territory of CChR for 2015-2020 was determined by 52.6% by the value of the climatic potential of arable land productivity, and the level of actual-possible productivity, taking into account the quality of the soil by 68%. The elements of the decision support system for the regulation of certain parameters of soil fertility, the use of mineral fertilizers and ameliorants have been developed. The regulation of the phosphate regime of soils (Lipetsk > Tambov > Voronezh > Kursk > Belgorod), the liming of soils (Lipetsk > Tambov > Kursk > Belgorod > Voronezh), and the regulation of the potash regime (Kursk > Tambov > Lipetsk > Belgorod > Voronezh) are of high priority for the entire territory of the CChR. According to the value of economically substantiated saturation of arable land with the primary plant nutrient of mineral fertilizers (PPN kg of NPK/ha), the regions of CChR are located in the following order: Kursk (165) > Lipetsk (160) > Belgorod (154) > Tambov (148) > Voronezh (138). Priorities for increasing soil fertility by 30-40% are determined by the climatic potential of arable land productivity and up to 60-70% by the quality of the soil.

Keywords: productivity resources, soil quality, comprehensive assessment, crop yield, fertilizers, ameliorants.

References

1. Pavlova, V., Karachenkova, A., Shkolnik, I. (2019). Future changes in spring wheat yield in the European Russia as inferred from a large ensemble of high-resolution climate projections. *Environmental Research Letters*, vol. 14, no. 3, p. 034010.

2. Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A. (2004). The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method. *SOIL SCI. SOC. AM. J.*, vol. 68, Nov-Dec., pp. 1945-1962.

3. Pehamberger, A. (1992). Die Bodenschätzung in Österreich. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, no. 67, pp. 235-240.

4. Rothkegel, W. (1950). Geschichtliche Entwicklung der Bodenbonitierungen und Wesen und Bedeutung der deutschen Bodenschätzung. Stuttgart, 147 p.

5. Smolentseva, E.N., Suleimenov, M.K., Saparov, A.S., Pachikin, K.M., Balgaev, N.N., Kusainova, M.D., Bekbaev, U.K., Rukhovich, O.V., Lukin, S.M., Shindler, U., Myuller, L. (2011). Otsenka kachestva i potentsial'noi urozhainosti pochv v global'nom masshtabe [Assessment of the quality and potential yield of soils on a global scale]. *Pochvovedenie i agrokimiya* [Soil science and agrochemistry], no. 4, pp. 81-91.

6. Mueller, L., Schindler, U., Hennings, V., Smolentseva, E., Rukhovich, O., Romanenkov, V., Sychev, V., Lukin, S., Sheudshen, A., Onishenko, L., Saparov, A., Pachikin, K., Behrendt, A.,

Mirschel, W. and Eulenstein, F. (2016). An Emerging Method of Rating Global Soil Quality and Productivity Potentials. Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia (L. Mueller, A. Sheudshen, F. Eulenstein (Editors). Springer Water, pp. 573-595.

7. World Reference Base for Soil Resources. A Framework for International Classification, Correlation and Communication. FAO. (2006). Rome. *World Soil Resources Reports*, 103, 145 p.

8. Chekmarev, P.A., Lukin, S.V. (2017). Dinamika plodorodiy pakhotnykh pochv, ispol'zovaniya udobrenii i urozhainosti osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v tsentral'no-chernozemykh oblastyakh Rossii [Dynamics of the fertility of arable soils, fertilizer application and yield of major crops in central-chernozem regions of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4, pp. 41-44.

9. База данных муниципальных образований [Database of indicators of municipalities]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ykmb3eKg/munst.htm> (accessed: 10.03.2021).

10. Чуян, О.Г., Дериглазова, Г.М. (2018). Otsenka agroklimaticheskogo potentsiala produktivnosti pashni dlya modeli upravleniya agrokhimicheskimi svoystvami pochv [Assessment of agroclimatic potential of arable land productivity for a model of management of soil agrochemical properties]. *Zemledelie*, no. 7, pp. 6-11.

11. Frid, A.S., Chuyan, O.G., Solovichenko, V.D., Tyutyunov, S.I. (2013). Otsenka plodorodiy [Fertility assessment]. *Nauchnye osnovy predotvrashcheniya degradatsii pochv (zemel') sel'skokhozyaystvennykh ugodii Rossii i formirovaniya sistem vosproizvodstva ikh plodorodiy v adaptivno-landshaftnom zemledelii* [Scientific foundations of preventing soil (land) degradation of agricultural lands in Russia and the formation of systems for the reproduction of their fertility in adaptive landscape agriculture]. Moscow, Soil Institute named after V.V. Dokuchaev Russian Agricultural Academy, pp. 17-34.

12. Chuyan, O.G. (2017). Model' sistemy udobrenii v adaptivno-landshaftnom zemledelii tsentral'nogo Chernozem'ya [Fertilizer system model in adaptive landscape agriculture of the Central chernozem region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 12, pp. 5-8.

13. Chuyan, O.G., Karaulova, L.N., Mitrokhina, O.A. (2020). K sisteme otsenki resursnogo potentsiala agrolandschaftov TSChR [The system for assessing the resource potential of the agrolandscapes in the Central chernozem region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 34, no. 11, pp. 10-17.

14. Sychev, V.G. (2019). Sovremennoe sostoyaniye plodorodiy pochv i osnovnye aspekty ego regulirovaniya [The current state of soil fertility and the main aspects of its regulation]. Moscow, Russian Academy of Sciences, 328 p.

About the authors:

Oleg G. Chuyan, doctor of biological sciences, head of the laboratory of agrochemistry and geoinformation systems,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4971-1888>, agrochemgis@mail.ru

Lyudmila N. Karaulova, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agrochemistry and geoinformation systems,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0633-109X>, karaulovaln@gmail.ru

Olga A. Mitrokhina, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agrochemistry and geoinformation systems,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5035-841X>, mitrokhina1977@mail.ru

agrochemgis@mail.ru





ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н.В. Шарапова, В.М. Шарапова, Ю.В. Шарапов

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
г. Екатеринбург, Россия

В статье рассматриваются тенденции внедрения информационных технологий в отрасли сельского хозяйства. Несмотря на широкое применение в различных отраслях современных информационных технологий, сельскохозяйственные организации отстают по уровню внедрения таких технологий. За последние годы правительство РФ в рамках реализации национального проекта «Цифровая экономика» при активной государственной поддержке внедряет современные информационные ресурсы с целью повышения производительности труда для обеспечения продовольственной безопасности населения страны. В результате активных действий со стороны государства Россия — единственная страна, которая победила голод. По данным ООН, всего 0,27% населения РФ живет в условиях «экстремальной уязвимости», тогда как в США в данных условиях находится 0,8% населения, а например, в Молдавии — 4,5%. Несмотря на улучшение ситуации, связанной с развитием сельских территорий, остаются нерешенными ряд проблем, с которыми ежегодно сталкиваются сельские жители. Прежде всего на селе остается низкой система оплаты труда, достаточно высоким остается ручной, а значит низкооплачиваемый труд, отсутствует возможность регулярного повышения квалификации, в том числе по причине отсутствия интернет-покрытия, низкими показателями характеризуется и инвестиционная привлекательность сельскохозяйственных организаций. Таким образом, для решения данных вопросов необходимо продолжить активное внедрение современных технологий. Роботизация, искусственный интеллект и другие технологии позволяют более эффективно управлять сельхозпроизводством, что повысит качество сельхозпродукции, эффективность логистики и хранения продуктов питания, произведенных отечественными сельхозтоваропроизводителями. Также информатизация бизнес-процессов позволит принимать быстрые управленческие решения, что позволит, в свою очередь, своевременно удовлетворять спрос в качественных продуктах питания, увеличить производительность труда, повысить урожайность с 1 га земли, повысить удои молока. Таким образом, внедрение современных информационных технологий позволит более эффективно использовать имеющийся потенциал сельхозтоваропроизводителей и привлекать внешние финансовые ресурсы.

Ключевые слова: информатизация, устойчивое развитие сельских территорий, цифровая экономика, продовольственная безопасность, искусственный интеллект.

Введение

В последние годы, после принятия национального проекта «Цифровая экономика», во всех сферах экономики, не является исключением и агропромышленный сектор, происходит внедрение информационных и телекоммуникационных ресурсов в различные сферы жизни общества. Несмотря на действующие меры государственной поддержки сельского хозяйства, аграрный сектор экономики отстает по производительности труда, заработной плате, урожайности и другим параметрам от развитых сельскохозяйственных стран мира. При этом, по данным 2020 г., «на долю сельского хозяйства» [19] приходится около 4% ВВП. По данным Министерства сельского хозяйства США, Россия занимает 7 строчку рейтинга топ-20 ведущих стран-производителей сельскохозяйственной продукции. В Российской Федерации разрабатываются и реализуются меры государственной поддержки по стимулированию развития современных цифровых технологий в сельском хозяйстве для того, чтобы сократить отставание как по урожайности культур, так и производительности труда от стран с высоким уровнем развития сельскохозяйственного производства [1]. Отметим, что, выполняя решения, связанные с автоматизацией и цифровизацией АПК, в отрасли это позволит не только увеличить производительность труда, повысить урожайность, но существенно снизить производственные затраты, нивелировать негативное воздействие на окружающую среду, минимизировать разрыв в уровне доходов городских и сельских жителей, обеспечить доступность социальной и финансовой инфраструктуры на сельских территориях.

Методы проведения исследования

В ходе исследования применялись системный, ретроспективный, ресурсный методы исследования.

Ход исследования

По прогнозам экспертов, в связи с ростом населения на несколько десятков миллионов человек ежегодно, через тридцать лет для обеспечения продовольствием жителей планеты потребуется увеличить производство продовольствия более чем на 70%. Одним из направлений решения данного вопроса может быть модернизация сельского хозяйства. Прогнозные показатели ООН свидетельствуют о росте численности населения к 2030 г. до 8,5 млрд, а к 2050 г. — до 9,7 млрд человек.

По результатам исследования, проводимым Huawei, Россия занимает в рейтинге «крупнейших стран мира в области перехода на цифровые технологии» [13] (совокупность 40 показателей) 42 место (при этом позиция ухудшилась относительно 2018 г.). Следует отметить, что в

2020 г. впервые GCI предложило 5 основных этапов цифровой трансформации отраслей (рис. 1).

До недавнего времени отрасль сельского хозяйства была самой непривлекательной для инвесторов. На сегодняшний день в данной сфере появляются вакансии Big Data, Data Science, математики, аналитики, робототехники. Владение вышеперечисленными компетенциями способствует росту уровня вознаграждений за тяжелый сельскохозяйственный труд, что, в свою очередь, может способствовать «удержанию молодых квалифицированных специалистов в аграрный сектор экономики» [9].

Остается низким и уровень инновационной активности. Так, в соответствии с данными Росстата, не более 20% организаций применяют технологические инновации в сельскохозяйственной сфере. Наибольший удельный вес принадлежит организациям, применяющим инновационные технологии (рис. 2), специализирующимся на выращивании рассады (12,5-20%); выращивании однолетних и многолетних культур (5,2-16,3%); животноводстве (4,4-5,3%).

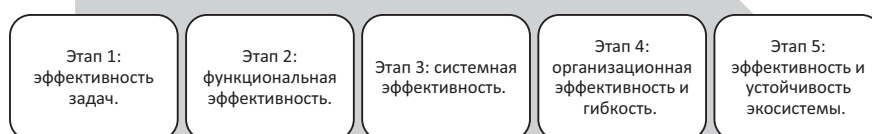


Рис. 1. Основные этапы цифровой трансформации отраслей экономики



Инновационные цифровые технологии в АПК позволяют повысить качество продовольственной продукции, обеспечить продовольственную безопасность страны [14, 15]. По данным Аналитического центра Минсельхоза России, на сегодняшний день реализуются различные цифровые решения в сфере агропромышленного комплекса. Например, «Большие данные и искусственный интеллект» — 68 решений; «Интернет вещей» — 57 решений; «Роботизация» — 32 решения; «Сервисы» — 33 решения.

Реализуемый на сегодняшний день ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» содержит 3 основных этапа по его внедрению. Первый из этапов имеет своей целью создание и внедрение национальной платформы государственного управления сельским хозяйством при помощи именно цифрового управления. Второй этап предполагает создание и внедрение модуля «Агрорешения», который, по расчетам экспертов, позволит повысить в 2 раза производительность труда и сократить затраты сельхозтоваропроизводителей. Третий этап связан с созданием системы непрерывного образования для сельскохозяйственных предприятий. Данный этап направлен на создание центра компетенций на базе аграрных ВУЗов, а также применение дистанционных технологий, например, электронной образовательной среды «Земля знаний».

Так, в рамках реализуемой Министерством сельского хозяйства Российской Федерации Стратегии развития аграрного образования в РФ до 2030 г. сформулирована цель по модернизации аграрного образования, направленного на прирост человеческого потенциала аграрной сферы экономики, укрепление отечественной продовольственной безопасности, а также быстрый рост глобальной конкурентоспособности России на мировых агрорынках. Проект данной стратегии был разработан учеными «Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий — ВНИИ экономики сельского хозяйства» [10].

Ежегодно увеличивается число высокопроизводительных рабочих мест по всем видам экономической деятельности (рис. 3). Так, число высокопроизводительных мест за анализируемый период увеличилось на 214,7 ед. по разделу А (сельское хозяйство, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство); на 491,6 ед. по разделу Н (транспортировка и хранение); на 949,8 ед. по разделу С (обрабатывающие производства). Из 19 анализируемых видов экономической деятельности рост произошел в 17. Только «Деятельность финансовая и страховая» [18], «Государственное управление и обеспечение военной безопасности», «Социальное обеспечение» [20] показали снижение по рассматриваемому показателю.

Экспорт продукции АПК носит в основном сырьевой характер. Так, в 2020 г. Россия экспортировала в другие страны 79 млн т сельскохозяйственной продукции и продовольствия, рост к 2019 г. составил около 20%, рост экспорта получен и в натуральном, и в денежном выражении. Показательно, что значительную долю в экспорте составили зерновые (около 33% всех поставок сельхозпродукции и продовольствия). Крупнейшими импортерами, как и ранее, являются Китай, Турция и Казахстан. Значительным является и тот факт, что в 2020 г., по данным Росстата, впервые экспорт сельскохозяйственной продукции, превысил импорт [16].

Следует отметить «ограниченность» покрытия территории страны высокоскоростным Интернетом, и примечательно, что зачастую это сельская местность, поэтому минимум стандарта 4G затрудняет, а то и просто исключает возможность использования современных информационных и цифровых технологий» [10, 4]. «Такая ситуация является экстремальным

фактором, препятствующим при разработке системы мер государственной поддержки в вопросах создания высокотехнологичных рабочих мест» [7, 10] (рис. 4).

При определении уровня использования населением сети Интернет была взята возрастная граница обследуемого населения — 15 лет, что определено принципами и рекомендациями ООН.

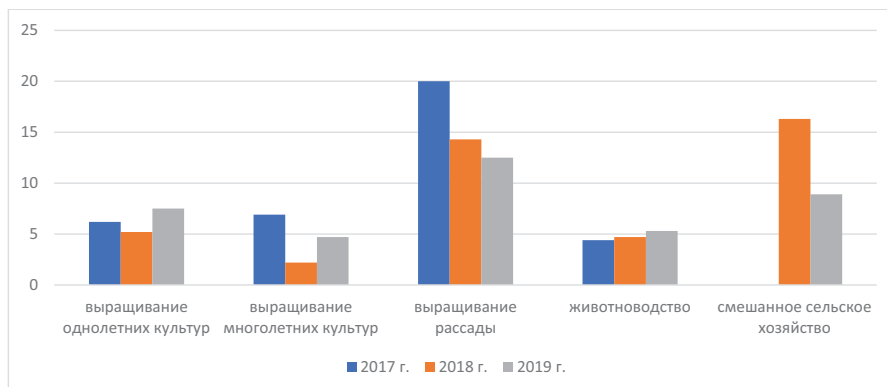


Рис. 2. Сельскохозяйственные организации, применяющие технологические инновации (2017-2019 гг.), %

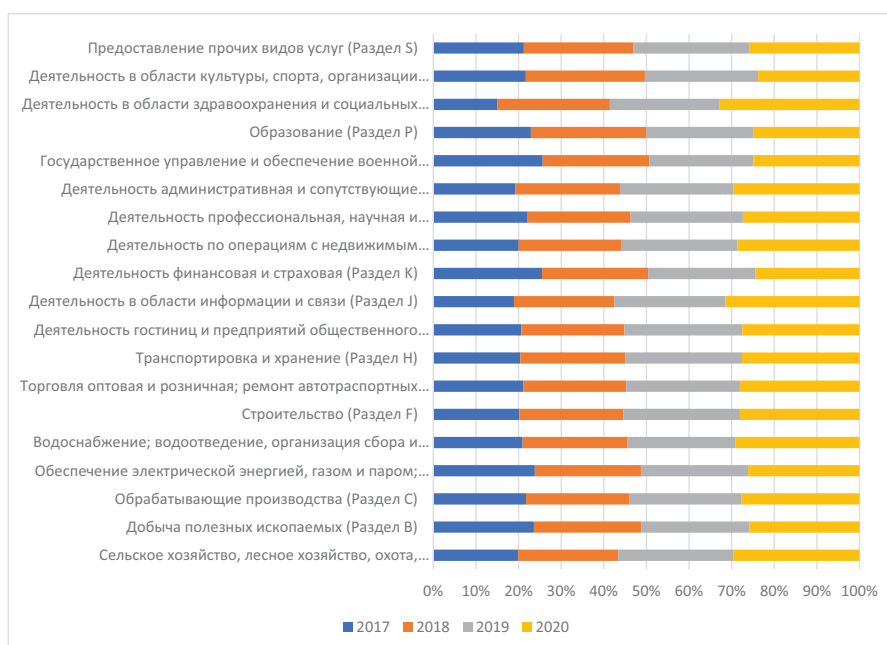


Рис. 3. Количество высокопроизводительных рабочих мест в РФ (2017-2020 гг.)

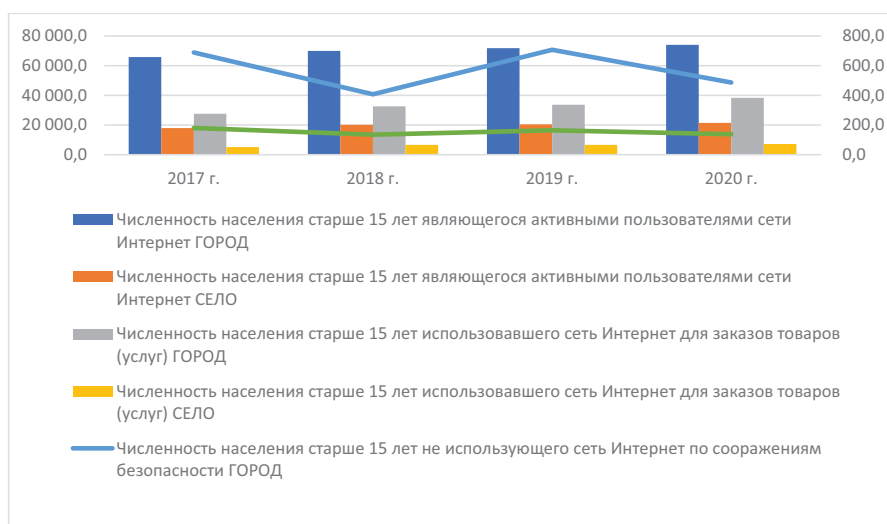


Рис. 4. Уровень использования населением сети Интернет (2017-2020 гг.)





Оценивая перспективы развития агропромышленного комплекса РФ, нельзя не обратить внимание и на важнейшие индикаторы, связанные с реализацией целей устойчивого развития агропромышленного комплекса. Чаще всего к таким показателям относят следующие: индекс ориентированности на сельское хозяйство (в % к государственному расходу), субсидирование экспорта «сельскохозяйственной продукции» [17], «производство основных продуктов питания на душу населения» [12]. Под показателем «Индекс ориентированности на сельское хозяйство» мы понимаем отношение доли сельского хозяйства в государственных расходах к доле добавленной стоимости сельского хозяйства в ВВП, такой порядок расчета предложен Счетной палатой. На протяжении последних 5 лет Индекс ориентированности на сельское хозяйство России составлял 0,3, тогда как в Казахстане достиг значения 1,1, Беларуси — 0,8.

Производство и потребление отдельных продуктов питания также является важнейшим «индикатором устойчивого развития сельских территорий» [9, 10] (рис. 5).

Таким образом, остается достаточно низким «уровень потребления основных продуктов питания» [5]. В 2019 г. нормы потребления соблюдались только по мясу и мясoproдуктам, сахару и кондитерским изделиям. С целью обеспечения продовольственной безопасности и физической доступности продовольствия для населения необходимо в том числе развивать цифровые

технологии, такие как онлайн-продажи продовольствия, онлайн-логистика, государственное регулирование рынков сельхозпродукции [6, 11].

Отстает и от городских показателей уровень покрытия местной телефонной сети в сельской местности (рис. 6).

Одно из последних направлений внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе — создание системы цифровых сервисов АПК, которая поможет повысить результативность мер государственной поддержки для различных сельхозтоваропроизводителей [2, 3, 8]. Однако процесс цифровизации в АПК происходит достаточно медленно, что связано с недостаточным уровнем развития инфраструктуры на селе, нехваткой высококвалифицированных кадров, отсутствием соответствующего нормативно-правового регулирования вопросов цифровизации в АПК.

Выводы

Значительный шаг был сделан в последнюю пятилетку, когда уровень цифровизации в сельском хозяйстве, благодаря государственной поддержке, существенно увеличился. Россия по данным 2019 г. входит в топ-15 стран по степени цифровизации сельского хозяйства. Рынок информационно-компьютерных технологий постоянно растет, и, по прогнозам Министерства сельского хозяйства РФ, должен вырасти не менее чем в 5 раз. Для достижения данных результатов необходимо не только внедрение

в отрасль технологий робототехники и искусственного интеллекта, анализа больших данных, но и электронной коммерции. Благодаря информатизации сельского хозяйства достигается упрощение взаимоотношений между сельхозтоваропроизводителями и органами власти (льготное кредитование, документооборот с применением цифровых платформ, рост квалификационного уровня персонала и т.д.). Несмотря на все достоинства цифровизации сельского хозяйства, важно помнить и о рисках, которые возникают в процессе внедрения современных технологий. Прежде всего это сокращение рабочих мест, либо замена действующих специалистов новыми, владеющими цифровыми навыками, а значит более высококвалифицированными, что может привести к росту безработицы среди сельского населения и росту социальной напряженности на селе.

Литература

- Алтухов А.И. Проблемы развития АПК страны и необходимость их ускоренного решения // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 4. С. 2-14.
- Винничек Л.Б., Глазунов И.В. Направления повышения эффективности интенсификации растениеводства // Московский экономический журнал. 2020. № 6. С. 49. doi: 10.24411/2413-046X-2020-10461
- Горбачев М.И., Петренко А.П. О подходах к разработке ИТ-индекса в АПК // Управление рисками в АПК. 2019. № 1. С. 63-69.
- Дворякина Е.Б., Белоусова Е.А. Связанность экономического пространства муниципальных районов РФ: диагностика и инструменты повышения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». 2020. Т. 14. № 1. С. 30-43.
- Мельников А.Б., Михайлушкин П.В., Коток Н.Ю. Оценка уровня продовольственной безопасности в мире // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1 (379). С. 4-6. doi: 10.24412/2587-6740-2021-1-4-6
- Огневцев С.Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 2. С. 77-80. doi: 10.24411/2587-6740-2019-12034
- Семенов А.Н., Кислицкий М.М., Агнаева И.Ю., Ворона В.Ю. Отечественный опыт формирования локального уровня сельской экономики средствами цифровых технологий // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2018. № 6. С. 73-85.
- Стадник А.Т., Шелковников С.А., Овсянко Л.А. Организационно-экономический механизм государственного финансирования инновационного развития молочно-продуктового подкомплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 3. С. 21-25. doi: 10.24411/2587-6740-2019-13039
- Стовба Е.В. Цифровые технологии как инновационный драйвер устойчивого развития сельских территорий // АПК: экономика, управление. 2020. № 7. С. 69-78. doi: 10.33305/207-69
- Шарапова Н.В. Механизм поддержки сельхозтоваропроизводителей в системе государственного регулирования отрасли: теория, методология, практика: монография. М., 2019. 300 с.
- Шарапов Ю.В. Инновационные методы цифровой экономики для сельскохозяйственных организаций // Вопросы устойчивого развития общества. 2020. № 7. С. 33-36. doi: 10.34755/IROK.2020.44.77.153
- Шелковников С.А., Кузнецова И.Г., Петухова М.С., Алексеев А.А. Цифровизация как тренд развития сельского хозяйства в условиях нового технологического уклада // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25. № 8. С. 119-126. doi: 10.21209/2227-9245-2019-25-8-119-126
- Эльдиева Т.М. Цифровые технологии — надежный спутник современного сельского хозяйства региона // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5. С. 55-57. doi: 10.24411/2587-6740-2019-15086
- Ayres, R.U., Williams, E. (2004). The digital economy: Where do we stand? *Technological Forecasting and Social Change*, no. 71 (4), pp. 315-339.
- Carlsson, B. (2004). The Digital Economy: what is new and what is not? *Structural Change and Economic Dynamics*, no. 15 (3), pp. 245-264.
- Christian S. Otchia (2018). Domestic agricultural value chain development and pro-poor growth: A computable gen-

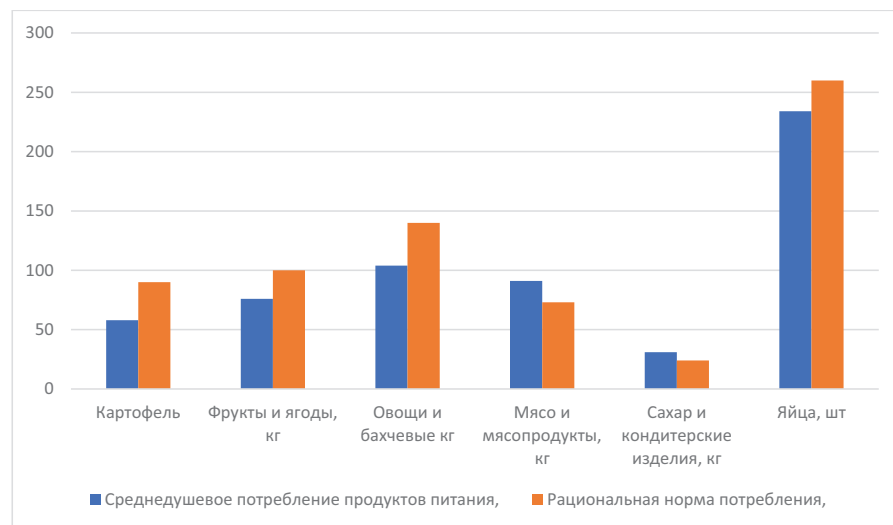


Рис. 5. Уровень потребления основных продуктов питания в РФ (2019 г.)



Рис. 6. Уровень покрытия местной телефонной сети в городской и сельской местности (2015-2019 гг.), %



eral equilibrium microsimulation application for the Democratic Republic of Congo. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rode.12557> (accessed: 29.07.2021).

17. Kulikov, I.M., Minakov, I.A. (2019). Food security: problems and prospects in Russia. *Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development*, vol. 19, no. 4, pp. 141-147.

18. Nabokov, V.I., Mingalev, V.D., Pustuyev, A.L., Sharapova, V.M., Grytsova, O.A., Rubayeva, O.D., Razorvin I.V. (2018). Marketing information analysis on educational service quality in terms of innovative activity. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, vol. 8, no. 5-MRCHSPCL, pp. 31-38.

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

20. Voronin, B., Potekhin, N., Chupina, I., Sharapova, V., Kot, E., Razorvin, I.V., Mokronosov, A., Lysenko, J. (2018). Consequences of economic sanctions for food security of Russia. *Journal of Environmental Management and Tourism*, vol. 9, no. 8 (32), pp. 1799-1804.

Об авторах:

Шарапова Наталья Владимировна, доктор экономических наук, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, sharapov.66@mail.ru

Шарапова Валентина Михайловна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента и предпринимательства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, agroprom3@sky.ru

Шарапов Юрий Владимирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>, iura.sharapov@list.ru

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

N.V. Sharapova, V.M. Sharapova, Yu.V. Sharapov

Ural State University of Economic, Yekaterinburg, Russia

The article deals with the problems of introducing information technologies in the agricultural sector. Despite the widespread use of modern information technologies in various industries, agricultural organizations lag behind in the level of implementation of such technologies. In recent years, the government of the Russian Federation, as part of the implementation of the national project "Digital Economy" with active government support, has been introducing modern information resources in order to increase labor productivity to ensure food security of the country's population. As a result of active actions on the part of the state, Russia is the only country that defeated hunger. According to the UN, only 0.27% of the population of the Russian Federation lives in conditions of "extreme vulnerability", while in the United States in these conditions is 0.8% of the population, and, for example, in Moldova — 4.5%. Despite the improvement in the situation related to the development of rural areas, a number of problems that rural residents face each year remain unresolved. First, in rural areas, the wage system remains low, manual labor remains quite high, which means low-paid work, there is no opportunity for regular advanced training, including due to the lack of Internet access, and the investment attractiveness is also of agricultural organizations characterized by low indicators. Thus, in order to solve these issues, it is necessary to continue the active introduction of modern technologies (robotization, artificial intelligence and other technologies will make it possible to more effectively manage agricultural production, which will improve the quality of agricultural products, increase the efficiency of logistics and storage of food products produced by domestic agricultural producers. Also, business informatization allows quick management decisions, which will make it possible to timely meet the demand for high-quality food products, increase labor productivity, increase yields per hectare of land, and increase milk yield. Thus, the introduction of modern information technologies will make it possible to more effectively use the existing potential of agricultural producers and attract external financial resources.

Keywords: informatization, sustainable development of rural areas, digital economy, food security, artificial intelligence.

References

1. Altukhov, A.I. (2018). Problemy razvitiya APK strany i neobkhodimost' ikh uskorennoy resheniya [Problems of the development of the agro-industrial complex of the country and the need for their accelerated solution]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 4, pp. 2-14.

2. Vinnichek, L.B., Glazunov, I.V. (2020). Napravleniya povysheniya effektivnosti intensivatsii rasteniyevodstva [Directions for increasing the efficiency of crop production intensification]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], no. 6, p. 49. doi: 10.24411/2413-046X-2020-10461

3. Gorbachev, M.I., Petrenko, A.P. (2019). O podkhodakh k razrabotke IT-indeksa v APK [On approaches to the development of an IT index in the agro-industrial complex]. *Upravlenie riskami v APK* [Agricultural risk management], no. 1, pp. 63-69.

4. Dvoryadkina, E.B., Belousova, E.A. (2020). Svyazannost' ekonomicheskogo prostranstva munitsipal'nykh rayonov RF: diagnostika i instrumenty povysheniya [The connectivity of the economic space of the municipal regions of the Russian Federation: diagnostics and tools for increasing]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Ekonomika i menedzhment»* [Bulletin of South Ural State University. Series "Economics and management"], vol. 14, no. 1, pp. 30-43.

5. Mel'nikov, A.B., Mikhailushkin, P.V., Kotok, N.Yu. (2021). Otsenka urovnya prodovol'stvennoy bezopasnosti v mire [Assessment of the level of food security in the world]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (379), pp. 4-6. doi: 10.24412/2587-6740-2021-1-4-6

6. Ognitsev, S.B. (2019). Tsifrovizatsiya ekonomiki i ekonomika tsifrovizatsii APK [Digitalization of the economy and the economy of digitalization of the agro-industrial complex]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 77-80. doi: 10.24411/2587-6740-2019-12034

7. Semin, A.N., Kisilitskii, M.M., Agnaeva, I.Yu., Vorona, V.Yu. (2018). Otechestvennyi opyt formirovaniya lokal'nogo urovnya sel'skoi ekonomiki sredstvami tsifrovoykh tekhnologii [Digital technologies as an innovative driver of sustainable development of rural areas]. *EHTAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika* [ETAP: economic theory, analysis, and practice], no. 6, pp. 73-85.

8. Stadnik, A.T., Shelkovnikov, S.A., Ovsyanko, L.A. (2019). Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm gosudarstvennogo finansirovaniya innovatsionnogo razvitiya molochno-produktovogo podkompleksa [Organizational and economic mechanism of state financing of innovative development of the dairy subcomplex]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3, pp. 21-25. doi: 10.24411/2587-6740-2019-13039

9. Stovba, E.V. (2020). Tsifrovye tekhnologii kak innovatsionnyi driver ustoychivogo razvitiya sel'skikh territorii [Digital technologies as an innovative driver of sustainable rural development]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 7, pp. 69-78. doi: 10.33305/207-69

10. Sharapova, N.V. (2019). *Mekhanizm podderzhki sel'khozovaroizvoditelei v sisteme gosudarstvennogo regulirovaniya otrasli: teoriya, metodologiya, praktika: monografiya* [Mechanism for supporting agricultural producers in the system of state regulation of the industry: theory, methodology, practice: monograph]. Moscow, 300 p.

11. Sharapov, Yu.V. (2020). Innovatsionnye metody tsifrovoy ekonomiki dlya sel'skokhozyaystvennykh organizatsii [Innovative methods of the digital economy for agricultural organizations]. *Voprosy ustoychivogo razvitiya obshchestva*, no. 7, pp. 33-36. doi: 10.34755/IROK.2020.44.77.153

12. Shelkovnikov, S.A., Kuznetsova, I.G., Petukhova, M.S., Alekseev, A.A. (2019). Tsifrovizatsiya kak trend razvitiya sel'skogo khozyaystva v usloviyakh novogo tekhnologicheskogo uklada [Digitalization as a trend in the development of agriculture in the context of a new technological order]. *Vestnik Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Trans-

baikalskaya gosudarstvennaya universiteta], vol. 25, no. 8, pp. 119-126. doi: 10.21209/2227-9245-2019-25-8-119-126

13. Ehl'dieva, T.M. (2019). Tsifrovye tekhnologii — nadezhnyi sputnik sovremennogo sel'skogo khozyaystva regiona [Digital technologies are a reliable companion of modern agriculture in the region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5, pp. 55-57. doi: 10.24411/2587-6740-2019-15086

14. Ayres, R.U., Williams, E. (2004). The digital economy: Where do we stand? *Technological Forecasting and Social Change*, no. 71 (4), pp. 315-339.

15. Carlsson, B. (2004). The Digital Economy: what is new and what is not? *Structural Change and Economic Dynamics*, no. 15 (3), pp. 245-264.

16. Christian S. Otchia (2018). Domestic agricultural value chain development and pro-poor growth: A computable general equilibrium microsimulation application for the Democratic Republic of Congo. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rode.12557> (accessed: 29.07.2021).

17. Kulikov, I.M., Minakov, I.A. (2019). Food security: problems and prospects in Russia. *Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development*, vol. 19, no. 4, pp. 141-147.

18. Nabokov, V.I., Mingalev, V.D., Pustuyev, A.L., Sharapova, V.M., Grytsova, O.A., Rubayeva, O.D., Razorvin I.V. (2018). Marketing information analysis on educational service quality in terms of innovative activity. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, vol. 8, no. 5-MRCHSPCL, pp. 31-38.

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

20. Voronin, B., Potekhin, N., Chupina, I., Sharapova, V., Kot, E., Razorvin, I.V., Mokronosov, A., Lysenko, J. (2018). Consequences of economic sanctions for food security of Russia. *Journal of Environmental Management and Tourism*, vol. 9, no. 8 (32), pp. 1799-1804.

About the authors:

Natalia V. Sharapova, doctor of economic sciences, head of the department of accounting and auditing, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, sharapov.66@mail.ru

Valentina M. Sharapova, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of management and entrepreneurship, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, agroprom3@sky.ru

Yuri V. Sharapov, candidate of economic sciences, associate professor of the department of business informatics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>, iura.sharapov@list.ru

sharapov.66@mail.ru





РЕГУЛИРОВАНИЕ ИМПОРТА КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**З.И. Латышева, Е.В. Скрипкина, Ю.В. Лисицына,
О.И. Севрюкова, Д.А. Зюкин**

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

В статье проводится анализ проблемы регулирования импорта продовольственной продукции в рамках обеспечения продовольственной безопасности страны. С момента введения продовольственного эмбарго в России удалось обеспечить дальнейшую динамику развития аграрного производства, однако полностью уйти от импортозависимости даже по стратегически важным видам продукции не удалось. В статье проанализирована динамика импорта по ключевым видам продовольственной продукции; выделены наиболее крупные партнеры России, осуществляющие импорт продовольствия; проанализировано влияние изменения объемов импорта ключевых видов продовольственной продукции, поставляемых крупнейшими партнерами, на изменение общего объема импорта; предложены меры регулирования импорта продовольственной продукции как инструмента стимулирования внутреннего агропроизводства. В ходе исследования было установлено, что объем импорта по ключевым видам продовольственной продукции увеличился в динамике по всем категориям, кроме мяса и пищевых мясных субпродуктов, а также овощей, сахара и сахаросодержащей продукции. Сокращение импорта мяса и пищевых мясных субпродуктов не влияет на состояние внутреннего агропродовольственного рынка и является следствием наращивания отечественного производства, тогда как сокращение импорта овощей периодически приводит к дефициту продукции на внутреннем рынке, повышению цен и, как следствие, снижению доступности базовых овощных культур для населения. Увеличение импорта по большинству видов продовольственной продукции свидетельствует о недостаточной эффективности мер по реализации политики импортозамещения, что предопределяет более активное использование инструментов государственного регулирования для сбалансированного развития внутреннего рынка и обеспечения продовольственной безопасности страны. В исследовании предлагаются направления импорторегулирования, которые включают координирование развития внутреннего производства, переработки и таможенного регулирования.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, продовольственное эмбарго, экспортно-импортные отношения, импортозамещение, импортозависимость, регулирование импорта.

Введение

Импорт является неотъемлемым элементом круглогодичного обеспечения российского населения необходимой продовольственной продукцией. Достаточно продолжительный период времени Россия импортировала ключевые виды продовольственной продукции в объемах гораздо больших, чем способен был произвести российский агропромышленный комплекс. Такая зависимость от импортных поставок поставила под угрозу не только продовольственную безопасность в стране, но и национальную безопасность в целом, в связи с чем была разработана Доктрина продовольственной безопасности, в которой были обозначены основные цели, задачи и параметры повышения продовольственной независимости государства.

Продовольственная сфера России, как и вся экономика, продолжает переживать трансформационные процессы в условиях ведения санкционной войны. Это выступает препятствием в инвестиционно-инновационном процессе, однако одновременно несет и мотивационную составляющую для отечественных аграриев [1].

Зернопродуктовый подкомплекс продолжает оставаться ключевым элементом АПК России, успехи в котором позволили увеличить динамику и эффективность развития смежных аграрных направлений. При полном обеспечении внутренних потребностей в зерне в стране имеется высокий экспортный потенциал, особенно

по пшенице, на мировом рынке которого Россия занимает главенствующее положение [2]. Однако при всех успехах зернового хозяйства необходимо решить ряд системных проблем, являющихся препятствием для высокоэффективного производства и переработки зерна. Основными задачами являются совершенствование производственно-логистической инфраструктуры и дальнейшая интенсификация производства зерна, которые могут выступить драйверами для развития и других аграрных направлений, учитывая мультипликативную значимость отрасли [3, 4].

После введения продовольственного эмбарго ситуация с развитием внутреннего аграрного производства по некоторым направлениям заметно улучшилась, что позволило сократить импортную зависимость и даже в некоторых случаях перейти от импортопотребления к экспортоориентированной стратегии. Однако сохраняется и ряд очень острых проблем, например, решить проблему с обеспечением россиян качественными молочными продуктами отечественного производства в полной мере так и не удалось, поэтому до сих пор доля импортной продукции на отечественном рынке остается высокой [5].

Несмотря на активизацию политики импортозамещения, к ней надо подходить здраво, с учетом интересов различных групп потребителей. Импортное продовольствие не только

угроза, но и мерило качества российской агропродукции и стимул к обеспечению повышения ее конкурентоспособности. Также важно сохранять альтернативные источники поставок, чтобы нивелировать угрозы сезонных колебаний на рынке по определенным продуктам [6]. Также следует помнить, что некоторые виды продукции в силу природно-климатических условий не могут производиться в России, тогда как спрос на них на отечественном рынке имеется, поэтому запрет на их ввоз вызывает экономические трудности и формирует предпосылки к социальному недовольству. Оптимальное сочетание интересов агропроизводителей и потребителей является объективной закономерностью формирования конкурентоспособного агрорынка и эффективного производства [7].

Особенно важным данный момент становится в условиях снижения реальной покупательной способности населения на фоне затяжного структурного кризиса, потому как доступность качественного продовольствия для населения является одним из ключевых параметров обеспечения продовольственной безопасности страны [8].

Следовательно, особую актуальность приобретает вопрос импорторегулирования продовольствия, так как, с одной стороны, невозможно полностью отказаться от импортной продукции в силу недостаточности мощностей собственного аграрного производства, а с другой — этого



не нужно делать, так как импортная продукция в качестве альтернативного варианта будет стимулировать внутреннее производство к повышению качества продукции и снижению ее стоимости для конечного потребителя.

Методика исследования

Активизация процесса импортозамещения, ставшая следствием введения продовольственного эмбарго, привела к увеличению объемов отечественного производства по ключевым видам продовольственной продукции и к изменениям в структуре внешней торговли, как в отношении состава внешнеторговых партнеров, так и в отношении объемов экспорта и импорта продукции. Поскольку отказаться от импорта продовольственной продукции в условиях глобализации не может практически ни одна страна мира, главным образом из-за того, что это нецелесообразно для внутреннего рынка, высокую актуальность имеет вопрос регулирования импорта. В связи с этим необходимо проанализировать изменение объемов импорта по ключевым видам продовольственной продукции, выделить крупнейших внешнеторговых партнеров по импорту и предложить меры для повышения эффективности импорторегулирующих в Российской Федерации.

Анализ проводился за период 2015–2020 гг., то есть период от введения продовольственного эмбарго до начала новой волны кризиса, связанной с ограничительными мерами в национальной экономике, вызванными распространением коронавирусной инфекции. Исследование проводилось с использованием общенаучных инструментов и статистических методов анализа, посредством обобщения и интеллектуального анализа данных.

Результаты исследования

Анализируя изменение объемов импорта основных видов продовольственной продукции, можно отметить крупное снижение импортных поставок мяса и пищевых мясных субпродуктов,

а также сахара и кондитерских изделий из сахара, высокий прирост импорта отмечается по категории готовых продуктов из мяса, рыбы и прочих ракообразных, моллюсков и молочной продукции (табл.).

Наиболее ощутимый успех в снижении импортозависимости наблюдается по категории мяса и пищевых мясных субпродуктов — более чем на половину упали объемы импорта. В относительном выражении сопоставимые показатели только в разделе сахарной продукции и кондитерских изделий из сахара. Импорт большинства видов продовольствия, несмотря на продовольственное эмбарго и активную политику импортозамещения, в денежном выражении вырос. Особенно выделяется динамика роста импорта молочной продукции, который в абсолютном значении оказался самым значительным в денежном выражении из всех категорий, при высоком проценте относительного прироста. Это свидетельствует о том, что проблема развития молочного подкомплекса в Российской Федерации остается нерешенной, чему благоприятствует недостаточно эффективное импорторегулирование поставок молока, главным образом из Беларуси.

Стоимость импорта свыше 1 млрд долл. в год наблюдается по категории масличных и семян масличных, рыбы и ракообразных, жиров и масел животного или растительного происхождения, какао и продуктов из него. По этим категориям продовольственной продукции относительный прирост импорта превысил 20%, но перечисленные категории продукции, кроме рыбы и ракообразных, могут быть использованы в кондитерской промышленности. Такую продукцию Россия активно стала экспортировать в страны ближнего зарубежья, что, безусловно, позволяет получать больше прибыли для экономики за счет более высокой валовой добавленной стоимости конечного продукта. В целом динамику развития импорта ключевых видов продовольственной продукции стоит оценить скорее отрицательно, поскольку

сокращение объемов импорта наблюдается всего по 5 из 13 анализируемых категорий.

По итогам 2020 г. можно выделить крупнейших партнеров России по импорту ключевых видов продовольственной продукции (рис. 1).

Основным партнером по импорту продовольственной продукции для России является Беларусь. Именно с Беларусью происходит обмен практически по всем ключевым категориям продовольственной продукции. В особо крупных объемах из Беларуси поступает молочная продукция и яйца птиц, что, собственно, и является одним из важных факторов, тормозящих развитие молочной отрасли в России. Импорт молочной продукции является самым крупным по объему. Причем импорт из Беларуси в 14 раз выше, чем импорт из Новой Зеландии, занимающей вторую позицию среди крупнейших поставщиков молочной продукции. Практически наравне с Новой Зеландией поставляет молочную продукцию Аргентина, последующие по величине партнеры по импорту молока отгружают в 2 и более раза меньше, чем Аргентина.

Второй категорией с наиболее крупными объемами по импорту являются овощи, которые в силу природно-климатических условий не могут производиться в России круглогодично. При этом крупнейшим импортером овощей для России является, как ни странно, Китай. Стоит отметить, что в 2015 г. объемы поставок овощей из Китая и Турции были практически одинаковыми, но после введения санкционных ограничений Россия более активно начала развивать отношения с Азербайджаном, Узбекистаном, Туркменистаном, Аргентиной и Италией, объемы импорта овощей из которых в динамике возросли в разы.

Масличные семена и плоды в самых крупных объемах импортируются из Бразилии, вдвое и втрое меньшие объемы поступают соответственно из Парагвая и Франции. Существенное снижение импорта масличных и семян коснулось США и Парагвая, по остальным партнерам отмечается прирост объемов. Несмотря на обширные собственные возможности по вылову,

Таблица

Динамика объемов импорта основных видов продовольственной продукции в 2015–2020 гг., млн долл. США

Вид продукции	Год						Прирост 2020 г. к 2015 г.	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	млн долл.	%
Молочная продукция; яйца птиц; мед натуральный; пищевые продукты животного происхождения, в другом месте не поименованные или не включенные	2056	2135	2630	2335	2967	2898	842	41,0
Масличные семена и плоды; прочие семена, плоды и зерно; лекарственные растения и растения для технических целей; солома и фураж	1521	1670	1816	1891	1722	1869	348	22,9
Овощи и некоторые съедобные корнеплоды и клубнеплоды	1900	1396	1795	1843	1831	1729	-171	-9,0
Рыба и ракообразные, моллюски и прочие водные беспозвоночные	1356	1392	1626	1802	1797	1682	326	24,0
Мясо и пищевые мясные субпродукты	3119	2282	2670	2066	1878	1437	-1682	-53,9
Жиры и масла животного или растительного происхождения и продукты их расщепления; готовые пищевые жиры; воски животного или растительного происхождения	1065	1088	1212	1340	1273	1402	337	31,6
Какао и продукты из него	992	971	1049	1180	1249	1222	230	23,2
Продукты переработки овощей, фруктов, орехов или прочих частей растений	1087	1074	1182	1286	1233	1174	87	8,0
Готовые продукты из зерна злаков, муки, крахмала или молока; мучные кондитерские изделия	739	675	816	954	880	852	113	15,3
Готовые продукты из мяса, рыбы и прочих ракообразных, моллюсков	355	368	480	569	880	536	181	51,0
Злаки	335	344	358	328	278	328	-7	-2,1
Сахар и кондитерские изделия из сахара	598	485	401	406	362	315	-283	-47,3
Продукция мукомольно-крупяной промышленности; солод; крахмалы; инулин; пшеничная клейковина	117	135	129	123	121	113	-4	-3,4

Источник: Внешняя торговля России. Russian-trade.com [9].



Россия в крупных объемах импортирует рыбу, ракообразных и моллюсков. Крупнейшим поставщиком является Чили, разрыв в объемах импорта со вторым и третьим по величине импортерами является не столь существенным, как по другим категориям продукции. Импорт рыбы, ракообразных и моллюсков в разы увеличился из Турции, Индии, Эквадора и Аргентины.

Импорт жиров и масел животного или растительного происхождения, главным образом, заполняется за счет поставок из Индонезии, объемы поступления из которой в 5 раз больше,

чем из Беларуси, занимающей вторую позицию, и в 13 раз больше объемов из Швеции. Мясо и пищевые мясные субпродукты — это та категория, по которой Россия смогла перейти от импортопотребления к экспортоориентированной стратегии. Объемы импорта мяса и мясных пищевых субпродуктов существенно сократились, что произошло в основном за счет снижения поставок из Бразилии и Чили, объемы поставок из которых сократились в 4,5 и 9,8 раза соответственно, а также Парагвая, поставки из которого сократились практически на 1/3.

Динамику суммарных объемов импорта по группам ключевых партнеров России наглядно можно проследить на рисунке 2.

Изменения в импорте продовольственной продукции по категориям произошли за счет изменения объемов продукции, поставляемых основными поставщиками, поскольку приросты и сокращения объемов импортируемой продукции по году изменялись пропорционально изменениям объемов импорта основных поставщиков. Импорт ключевых видов продовольственной продукции по группам наиболее значимых поставщиков в динамике увеличился по всем категориям, кроме мяса, пищевых мясных субпродуктов и овощей. Это свидетельствует о том, что, несмотря на активизацию политики импортозамещения, объемы импорта продовольственной продукции выросли, хотя в рамках повышения продовольственной безопасности они должны были сократиться. Следовательно, необходимо разработать направления импорторегулирования продовольственной продукции, которые будут способствовать реализации ключевых целей и задач по обеспечению продовольственной безопасности страны (рис. 3).

Регулирование импорта, по нашему мнению, является неотъемлемым элементом обеспечения продовольственной безопасности страны. В России существуют направления сельскохозяйственного производства, проблема развития которых усугубляется невозможностью конкурировать с импортерами, с одной стороны, по цене, а с другой, по закрытию потребностей внутреннего рынка с позиции объемов. Следовательно, в первую очередь, необходимо стимулировать развитие внутреннего производства, в том числе применяя меры налогового регулирования и повышения инвестиционной привлекательности отдельных направлений [10, 11].

В качестве второго направления импорторегулирования следует избрать развитие переработки и пищевой промышленности. Отечественный рынок должен заполняться готовой продукцией из сырья отечественного производства, поэтому необходимо стимулировать его применение в процессе производства продовольственных товаров. В части таможенного регулирования следует применять гибкую политику тарифного и нетарифного регулирования.

Выводы и рекомендации

В динамике объемы импорта ключевых видов продовольственной продукции возросли. Произошло это за счет увеличения торговли с основными партнерами России по импорту продовольствия, что произошло вопреки активизации политики импортозамещения. Стоит отметить, что, например, импорт мяса и пищевых мясных субпродуктов снизился наполовину за счет развития свиноводства и птицеводства, и на внутреннем рынке не возникает проблем с данными видами продукции ни по цене, ни по количеству. Снизился также и импорт овощей, хотя для отечественного рынка это оборачивается периодическим серьезным повышением цен на базовые овощи, что вызывает волну возмущений в обществе и вынуждает власть вмешиваться в процессы регулирования ценообразования на рынке. Структура торговых партнеров России по импорту продовольствия довольно обширная и преобладают в ней страны ЕАЭС, Латинской Америки, Восточной Европы и Азии. Проводить политику импорторегулирования

Мясо и пищевые мясные субпродукты (2>V<535 млн долл. США)

- Беларусь, Бразилия, Парагвай, Аргентина, Индия, Уругвай, Колумбия, Казахстан, Чили, Австралия, Мексика, Новая Зеландия

Молочная продукция; яйца птиц; мед натуральный; пищевые продукты животного происхождения (30>V<2060 млн долл. США)

- Беларусь, Новая Зеландия, Аргентина, Нидерланды, Уругвай, Казахстан, Франция, Швейцария, Сербия, Германия

Овощи и некоторые съедобные корнеплоды и клубнеплоды (20>V<327 млн долл. США)

- Китай, Азербайджан, Иран, Турция, Израиль, Египет, Беларусь, Узбекистан, Марокко, Аргентина, Италия, Индия, Киргизия, Туркменистан, Сербия

Масличные семена и плоды (25>V<566 млн долл. США)

- Бразилия, Парагвай, Франция, США, Турция, Аргентина, Германия, Китай, Индия, Сербия, Румыния, Испания, Казахстан

Рыба и ракообразные, моллюски и прочие водные беспозвоночные (40>V<332 млн долл. США)

- Чили, Фарерские о-ва, Китай, Турция, Вьетнам, Беларусь, Эквадор, Индия, Аргентина, Гренландия, Армения

Жиры и масла животного или растительного происхождения и продукты их расщепления (10>V<843 млн долл. США)

- Индонезия, Беларусь, Швеция, Италия, Малайзия, Испания, Нидерланды, Германия, Индия, США

Рис. 1. Крупнейшие партнеры России по объему импорта ключевых видов продовольственной продукции в 2020 г.



Рис. 2. Динамика суммарного импорта ключевых видов продукции по группам крупнейших поставщиков в 2015-2020 гг., млн долл. США

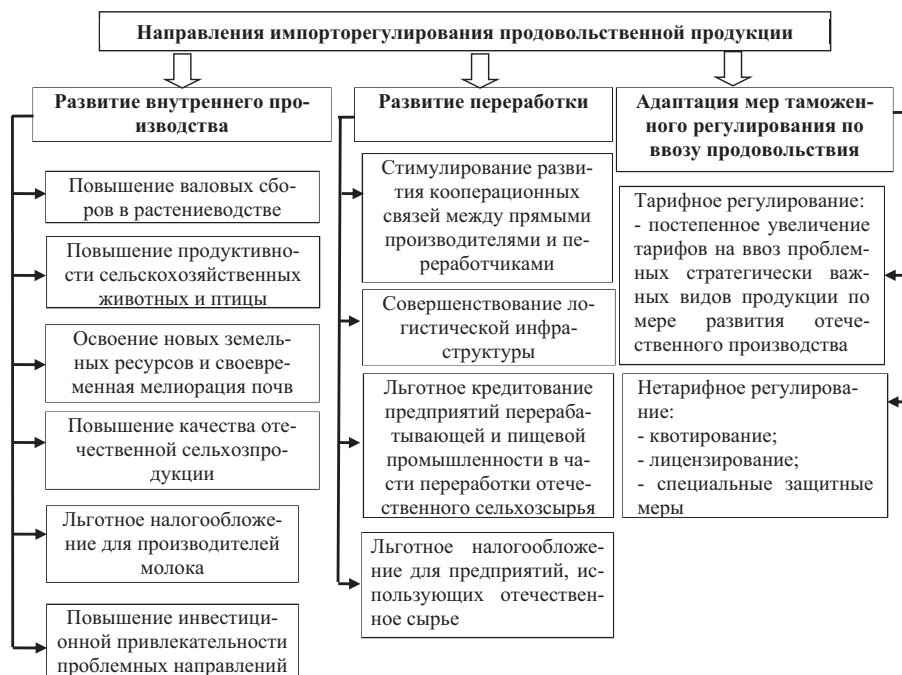


Рис. 3. Направления регулирования импорта продовольственной продукции

необходимо максимально гибко, поскольку ситуация с внутренним производством и наполняемостью внутреннего рынка меняется очень стремительно. Следовательно, все мероприятия по реализации мер регулирования импорта необходимо проводить комплексно, соблюдая гибкие сроки, чтобы максимально ускорить процессы, обеспечивающие достижение продовольственной безопасности страны.

Литература

1. Липченко Е.А. Продовольственная безопасность в условиях структурных трансформаций продовольственной сферы экономики // АПК: экономика, управление. 2020. № 9. С. 4-10.
2. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, no. 32, pp. 87-101.

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

4. Зюкин Д.А. Интенсификация как условие реализации производственно-экономического потенциала зернового хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6. С. 42-45.

5. Алтухов А.И., Стрекозов Н.И., Трафимов А.Г., Чинаров В.И. Рациональное размещение и углубление специализации молочного скотоводства — основа экономики его развития // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 94-105.

6. Гончаренко К.А., Печерица Е.В. Влияние импортозамещения на состояние экономической доступности продовольствия в РФ // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2021. № 1 (33). С. 71-77.

7. Семькин В.А., Соловьева Т.Н., Сафронов В.В., Терехов В.П. Развитие экономической конкуренции как объективная закономерность эффективного функционирования рыночного хозяйства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 40-44.

8. Соловьева Т.Н., Зюкин Д.А. Бедность населения как препятствие развития агропродовольственного производства в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (381). С. 19-22.

9. Внешняя торговля России. *Russian-trade.com*. Режим доступа: <https://russian-trade.com/> (дата обращения: 30.05.2021).

10. Баутин В.М., Липченко Е.А. Государственная аграрная политика: структуризация инвестиций в экономике аграрного региона // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 4. С. 2-5.

11. Latysheva, Z.I., Skripkina, E.V., Kopteva, N.A., Zhilyakov, D.I., Nikiforov, A.I. (2020). Improving the state regulatory system of the agribusiness. *Cuestiones Políticas*, vol. 37, no. 65, pp. 116-126.

Об авторах:

Латышева Зоя Ивановна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6196-8969>, zoyal@mail.ru

Скрипкина Елена Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2222-6361>, skripkina_ev_1510@mail.ru

Лисицына Юлия Викторовна, аспирант экономического факультета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1509-915X>, ylisitsyna@gmail.com

Северюкова Оксана Ивановна, доцент кафедры экономики, управления и гуманитарных наук,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1236-9871>, kurskgsa-news@yandex.ru

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

IMPORT REGULATION AS A FACTOR OF ENSURING FOOD SECURITY

Z.I. Latysheva, E.V. Skripkina, Yu.V. Lisitsyna,
O.I. Sevryukova, D.A. Zyukin

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

The article analyzes the problem of regulating the import of food products within the framework of ensuring the country's food security. Since the introduction of the food embargo in Russia, it has been possible to ensure further dynamics of the development of agricultural production, but it has not been possible to completely avoid import dependence even for strategically important types of products. The article analyzes the dynamics of imports by key types of food products; the largest partners of Russia that import food are identified; the influence of changes in the volume of imports of key types of food products supplied by the largest partners on the change in the total volume of imports is analyzed; measures to regulate the import of food products as a tool to stimulate domestic agricultural production are proposed. During the study, it was found that the volume of imports for key types of food products increased in dynamics in all categories, except for meat and edible meat offal, as well as vegetables, sugar and sugar-containing products. The reduction in imports of meat and edible meat offal does not affect the state of the domestic agri-food market and is a consequence of the increase in domestic production, while the reduction in imports of vegetables periodically leads to a shortage of products on the domestic market, higher prices, and, as a result, a decrease in the availability of basic vegetable crops for the population. The increase in imports for most types of food products indicates the insufficient effectiveness of measures to implement the import substitution policy, which determines the more active use of state regulatory instruments for the balanced development of the domestic market and ensuring the country's food security. The study suggests the directions of import regulation, which include coordinating the development of domestic production, processing and customs regulation.

Keywords: food security, food embargo, export-import relations, phase-out of import, import dependence, import regulation.

References

1. Lipchenko, E.A. (2020). Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh strukturnykh transformatsii prodovol'stvennoy sfery ekonomiki [Food security in the context of structural transformations of the food sector of the economy]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 9, pp. 4-1.
2. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, no. 32, pp. 87-101.
3. Zyukin, D.A., Svyatova, O.V., Zolotareva, E.L., Bystritskaya, A.Yu., Alekhina, A.A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product subcomplex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of Russian grain export. *Amazonia Investiga*, no. 9 (25), pp. 461-470.
4. Zyukin, D.A. (2018). Intensifikatsiya kak uslovie realizatsii proizvodstvenno-ehkonomicheskogo potentsiala zernovogo khozyaistva [Intensification as a condition for the realization of the production and economic potential of the grain economy]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 42-45.

5. Altukhov A.I., Strekozov N.I., Trafimov A.G., Chinarov V.I. (2019). Ratsional'noe razmeshchenie i uglublenie spetsializatsii molochnogo skotovodstva — osnova ehkonomiki ego razvitiya [Rational placement and deepening of specialization of dairy cattle breeding — the basis of the economy of its development]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 3, pp. 94-105.

6. Goncharenko, K.A., Pecheritsa, E.V. (2021). Vliyanie importozameshcheniya na sostoyanie ehkonomicheskoi dostupnosti prodovol'stviya v RF [The impact of import substitution on the state of economic availability of food in the Russian Federation]. *Natsional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie* [National security and strategic planning], no. 1 (33), pp. 71-77.

7. Semykin, V.A., Solov'eva, T.N., Safronov, V.V., Terekhov, V.P. (2017). Razvitie ehkonomicheskoi konkurentsii kak ob'ektivnaya zakonomernost' ehkektivnogo funktsionirovaniya rynochnogo khozyaistva [The development of economic competition as an objective law of the effective functioning of the market economy]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 1, pp. 40-44.

8. Solov'eva, T.N., Zyukin, D.A. (2021). Bednost' naseleniya kak prepyatstvie razvitiya agroprodovol'stvennogo proizvodstva v Rossii [Population poverty as an obstacle to the development of agro-food production in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 19-22.

9. Vneshnyaya trgovlya Rossii [Foreign trade of Russia]. Russian-trade.com. Available at: <https://russian-trade.com/> (accessed: 30.05.2021).

10. Bautin, V.M., Lipchenko, E.A. (2019). Gosudarstvennaya agrarnaya politika: strukturizatsiya investitsii v ehkonomie agrarnogo regiona [State agrarian policy: structuring of investments in the economy of the agrarian region]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 4, pp. 2-5.

11. Latysheva, Z.I., Skripkina, E.V., Kopteva, N.A., Zhiyakov, D.I., Nikiforov, A.I. (2020). Improving the state regulatory system of the agribusiness. *Cuestiones Políticas*, vol. 37, no. 65, pp. 116-126.

About the authors:

Zoya I. Latysheva, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of accounting and finance, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6196-8969>, zoyal@mail.ru

Elena V. Skripkina, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of accounting and finance, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2222-6361>, skripkina_ev_1510@mail.ru

Yulia V. Lisitsyna, postgraduate student of the economy science, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1509-915X>, ylisitsyna@gmail.com

Oksana I. Severyukova, associate professor of the department of economics, management and humanities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1236-9871>, kursksha-news@yandex.ru

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

nightingale46@rambler.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ 2021



Uz Agro Expo

СЕЛЬСКОЕ
ХОЗЯЙСТВО



Uz Prod Expo

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.
УПАКОВКА

24 25 26 НОЯБРЯ

УЗЭКСПОЦЕНТР

ТАШКЕНТ, УЗБЕКИСТАН

INFO@IEG.UZ

998 71 238 59 59



INTERNATIONAL
EXPO GROUP

WWW.IEG.UZ

ЭКСПОРТ КАК ЭТАП ДАЛЬНЕЙШЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

О.В. Святова¹, Д.И. Жиликов², Ю.В. Плахутина²,
О.В. Петрушина², Ю.В. Лисицына²

¹ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

²ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова», г. Курск, Россия

В статье анализируется проблема реализации политики импортозамещения в контексте укрепления продовольственной безопасности страны. После введения продовольственного эмбарго в Российской Федерации делается основной упор на развитие аграрного производства, что расширило возможности для наращивания экспортного потенциала по значимым видам продовольственной продукции. В исследовании была проанализирована динамика экспорта и импорта основных видов продовольственной продукции, а также соотношение объемов экспорта и импорта в стоимостном выражении. В ходе работы было установлено, что с момента введения продовольственного эмбарго и активизации политики импортозамещения по некоторым видам продовольственной продукции удалось перейти от импортозамещения к экспортной ориентации. Таких результатов удалось достичь по следующим категориям продукции: мясо и пищевые мясные субпродукты, сахар и кондитерские изделия из сахара, а также в отношении овощей и некоторых съедобных корнеплодов и клубнеплодов, о чем свидетельствуют приросты экспорта и снижение импорта по данным видам продукции. С точки зрения анализа стоимостных соотношений, стоит отметить, что самой результативной является торговля злаками, а также зависящей от производства зерна продукцией мукомольно-крупяной промышленности. Успешным является ситуация в отношении сахара и кондитерских изделий из сахара, так как в стоимостном выражении экспорт по данному виду продукции вдвое больше импорта. Благоприятной является ситуация по развитию экспорта рыбы, ракообразных и моллюсков, а также жиров и масел животного и растительного происхождения. В работе были предложены направления развития российского экспорта, как следующего этапа политики импортозамещения.

Ключевые слова: внешняя торговля, экспорт, импорт, политика импортозамещения, продовольственная продукция, уровень жизни населения.

Введение

После введения продовольственного эмбарго в 2015 г. в России активизировалась работа по развитию политики импортозамещения. Отечественный рынок продовольствия долгие годы оставался зависимым от импорта стратегически важных видов продовольствия, что в случае исчезновения возможности пополнения российского рынка такой продукции за счет импорта поставило бы под угрозу национальную безопасность страны.

Роль институционального стержня аграрной политики Российской Федерации принадлежит Доктрине продовольственной безопасности, где изложены цели и перспективы развития аграрного производства страны по критерию безопасности продукции. Некоторые авторы обращают внимание на то, что в документе не обозначены приоритеты органического сельского хозяйства, что не сдерживает интенсификацию сельского хозяйства, приводящую к падению качества производимой продукции, снижению характеристик конечной продукции на прилавках для потребителей, ухудшению состояния сельскохозяйственных земель, загрязнению водных ресурсов и экологии и многим другим негативным последствиям [1, 2, 3].

Сельское хозяйство является одной из основополагающих отраслей российской экономики и его экспортный потенциал год от года растет. Во многом это объясняется политикой государства в области импортозамещения и в области инвестирования в развитие аграрного сектора [4, 5].

Наиболее успешными можно считать результаты в развитии экспорта зерна, так как на протяжении многих лет Россия сохраняет стабильное положение среди лидеров мирового экспорта зерновых [6, 7]. Более того, перспективы России на мировом рынке зерна расширяются, что,

с одной стороны, положительно характеризует развитие направления внутри страны, а с другой, обуславливает ухудшение продукции на внутреннем рынке, так как агропроизводители стараются реализовать продукцию за рубежом по более высокой цене, оставляя российским потребителям менее качественную [8].

Проведение политики импортозамещения, направленной на стимулирование отечественного производства и снижение импорта продовольствия из-за рубежа, отражается на показателях доступности продовольственной продукции для населения. Развитие внутреннего продовольственного рынка имеет высокую зависимость от реальных доходов и уровня жизни населения, так как этими факторами определяется платежеспособный спрос [9].

Сокращение реальных доходов населения, наблюдающееся в России после введения экономических санкций на фоне событий 2015 г., влияет, в первую очередь, на сегмент более качественной и дорогостоящей продукции сельскохозяйственного производства, такой как молоко и мясо крупного рогатого скота, обеспечить которыми отечественный рынок в полном объеме не удалось до сих пор [10]. В случае снижения уровня реальных доходов населения спрос на дорогостоящие виды сельскохозяйственной продукции упадет, что затормозит и без того сложно продвигающееся развитие молочного и мясного скотоводства в стране. Также снижение спроса на дорогостоящие виды продукции косвенно скажется на инвестиционной привлекательности животноводства, а также на развитии зернового хозяйства, усилив его экспортную ориентацию [11, 12].

Кроме того, уже сейчас наблюдается ухудшение ситуации на отечественном рынке с розничными ценами на масло подсолнечное и сахар, что в условиях падения реальных доходов

населения предопределяет экспортную ориентацию производителей и по этим видам продукции. Таким образом, высвобождающаяся продукция сельскохозяйственного производства, потребление которой в рациональных объемах население не может себе позволить в силу фактора снижающихся реальных доходов, будет попадать на экспортные рынки. В свою очередь, увеличение объемов сельскохозяйственного производства, вызванное реализацией политики импортозамещения, в условиях снижения реальных доходов населения может привести к искаженной хронологии повышения экспортного потенциала отечественного сельскохозяйственного производства. В этом случае этап насыщения отечественного рынка продукцией собственного производства минует в том виде, как это должно быть, а высвобождающаяся не потребленная продукция попадет на экспорт, в то время как российское население просто не может себе позволить потреблять производимую продукцию в силу снижения уровня жизни.

В связи с этим исследование изменений в объемах экспорта и импорта основных видов продовольственной продукции в условиях санкционного противостояния и реализации политики импортозамещения является весьма актуальным.

Методика исследования

Одним из наиболее значимых событий, оказавших влияние на развитие российской экономики, стало введение продовольственного эмбарго со стороны России в качестве ответных мер на действия стран Запада в адрес России. Введение продовольственного эмбарго послужило катализатором для организации процесса импортозамещения, поскольку с введением антироссийских санкций актуализировался вопрос обеспечения продовольственной



безопасности и, как следствие, вопрос обеспечения национальной безопасности в целом. В свою очередь, экономическая ситуация внутри страны обострилась, что привело к усугублению структурных проблем и падению уровня жизни населения, поэтому развитие АПК страны в, казалось бы, потенциально благоприятных условиях получило реальную угрозу в виде сужения внутреннего рынка. Следовательно, целесообразным является проведение анализа изменения объемов экспорта и импорта, свидетельствующих о характере изменений в отношении обеспечения продовольственной безопасности страны и эффективности реализации политики импортозамещения. Базисным периодом для анализа стоит выбрать 2015 г., когда

национальная экономика уже ощутила первые последствия от введения антироссийских санкций и собственных ответных мер. За отчетный период следует принять 2020 г., ознаменованный началом нового кризиса, вызванного распространением коронавирусной инфекции. В исследовании были использованы общенаучные инструменты анализа, обобщение, интеллектуальный анализ данных и статистические методы анализа.

Результаты исследования

Анализируя изменение объемов экспорта основных видов продовольственной продукции, можно отметить, что по всем позициям наблюдается положительная динамика (табл. 1).

Многokратное увеличение произошло в экспорте мяса и пищевых мясных субпродуктов, сахара и кондитерских изделий из сахара, масличных семян и плодов. При сопоставлении с динамикой импорта (табл. 2), становится очевидным, что по мясу и пищевым мясным субпродуктам, а также сахару и кондитерским изделиям из сахара удалось перейти от импортопотребления к экспортноориентированному развитию. Аналогичная ситуация сложилась в отношении овощей и некоторых съедобных корнеплодов и клубнеплодов.

Экспорт жиров и масел животного или растительного происхождения и продуктов их расщепления вырос более чем в 2 раза. Значительное увеличение экспорта произошло в отношении

Таблица 1

Динамика объемов российского экспорта основных видов продовольственной продукции в 2015-2020 гг., млн долл. США

Вид продукции	Годы						Прирост 2020 г. к 2015 г., %
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Злаки	5651	5606	7527	10458	7921	10126	79,2
Рыба и ракообразные, моллюски и прочие водные беспозвоночные	2788	3015	3482	4282	4663	4637	66,3
Жиры и масла животного или растительного происхождения и продукты их расщепления; готовые пищевые жиры; воски животного или растительного происхождения	1874	2209	2714	2669	3436	4271	127,9
Масличные семена и плоды; прочие семена, плоды и зерно; лекарственные растения и растения для технических целей; солома и фураж	393	520	641	763	1011	1735	341,5
Какао и продукты из него	444	484	554	640	726	743	67,3
Готовые продукты из зерна злаков, муки, крахмала или молока; мучные кондитерские изделия	513	519	558	579	688	756	47,4
Мясо и пищевые мясные субпродукты	119	219	324	407	591	882	641,2
Сахар и кондитерские изделия из сахара	176	245	490	415	512	737	318,8
Овощи и некоторые съедобные корнеплоды и клубнеплоды	403	479	495	407	469	489	21,3
Продукты переработки овощей, фруктов, орехов или прочих частей растений	231	224	259	297	341	414	79,2
Продукция мукомольно-крупяной промышленности; солод; крахмалы; инулин; пшеничная клейковина	262	243	229	262	328	359	37,0
Молочная продукция; яйца птиц; мед натуральный; пищевые продукты животного происхождения, в другом месте не поименованные или не включенные	227	225	260	252	273	304	33,9
Готовые продукты из мяса, рыбы и прочих ракообразных, моллюсков	123	132	168	182	195	232	88,6

Источник: Внешняя торговля России. Russian-trade.com [13].

Таблица 2

Динамика объемов российского импорта основных видов продовольственной продукции в 2015-2020 гг., млн долл. США

Вид продукции	Годы						Прирост 2020 г. к 2015 г., %
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Мясо и пищевые мясные субпродукты	3119	2282	2670	2066	1878	1437	-53,9
Молочная продукция; яйца птиц; мед натуральный; пищевые продукты животного происхождения, в другом месте не поименованные или не включенные	2056	2135	2630	2335	2967	2898	41,0
Овощи и некоторые съедобные корнеплоды и клубнеплоды	1900	1396	1795	1843	1831	1729	-9,0
Масличные семена и плоды; прочие семена, плоды и зерно; лекарственные растения и растения для технических целей; солома и фураж	1521	1670	1816	1891	1722	1869	22,9
Рыба и ракообразные, моллюски и прочие водные беспозвоночные	1356	1392	1626	1802	1797	1682	24,0
Продукты переработки овощей, фруктов, орехов или прочих частей растений	1087	1074	1182	1286	1233	1174	8,0
Жиры и масла животного или растительного происхождения и продукты их расщепления; готовые пищевые жиры; воски животного или растительного происхождения	1065	1088	1212	1340	1273	1402	31,6
Какао и продукты из него	992	971	1049	1180	1249	1222	23,2
Готовые продукты из зерна злаков, муки, крахмала или молока; мучные кондитерские изделия	739	675	816	954	880	852	15,3
Сахар и кондитерские изделия из сахара	598	485	401	406	362	315	-47,3
Готовые продукты из мяса, рыбы и прочих ракообразных, моллюсков	355	368	480	569	880	536	51,0
Злаки	335	344	358	328	278	328	-2,1
Продукция мукомольно-крупяной промышленности; солод; крахмалы; инулин; пшеничная клейковина	117	135	129	123	121	113	-3,4

Источник: Внешняя торговля России. Russian-trade.com [13].

злаков, продуктов переработки овощей, фруктов, орехов или прочих частей растений, готовых продуктов из мяса и рыбы, какао и продуктов из какао, а также наблюдается тенденция к увеличению экспорта и снижению импорта в отношении продукции мукомольно-крупяной промышленности, что положительно характеризует ситуацию в развитии перерабатывающей промышленности в целом.

Менее чем на 50% увеличился экспорт готовых продуктов из зерна злаков, муки, крахмала или молока, продукции мукомольно-крупяной промышленности, молока и яиц. Небольшое увеличение экспорта готовых продуктов из зерна злаков, муки, крахмала или молока, продукции мукомольно-крупяной промышленности объясняется тем, что российское население на фоне введения продовольственного эмбарго не имеет другого выбора, кроме как потреблять продукцию российского производства. В то же время на фоне снижения уровня жизни населения возможности потребления дорогостоящей продукции снижаются, поэтому растет потребление альтернативной более дешевой продукции, способной удовлетворять минимальные потребности организма.

Прирост экспорта молока и яиц оказался небольшим, в разы меньше, чем прирост импорта по данному виду продукции, что свидетельствует о невысокой эффективности мер политики импортозамещения в данном направлении и о слабом продвижении в решении проблемы развития молочного производства в стране. Более того, молочная продукция и яйца птиц — это единственная из анализируемых категорий, по которой прирост импорта оказался выше прироста экспорта.

Если сравнивать стоимостное выражение экспортно-импортных объемов торговли основными видами продовольственной продукции, то самой успешной является ситуация в отношении злаков, которые экспортируются в максимальных объемах, по сравнению с другими видами продукции, а стоимость импорта ниже только по категории продукции мукомольно-крупяной промышленности (рис. 1). Экспорт сахара и кондитерских изделий из сахара в стоимостном выражении вдвое больше импорта, и изменения показателей имеют диаметрально противоположные тенденции, что также позволяет судить об успешности развития данного направления. Благоприятной является ситуация по развитию экспорта рыбы, ракообразных и моллюсков, поскольку в стоимостном выражении страна экспортирует в 2,76 раза больше, чем импортирует. В 3 раза экспорт продукции мукомольно-крупяной промышленности выше импорта, практически таким же является и соотношение экспорта и импорта по категории жиров и масел животного и растительного происхождения.

Самый высокий прирост экспорта наблюдается по категории мясо и пищевые мясные субпродукты, равно как и самый высокий процент снижения импорта, но в стоимостном выражении отношение экспорта к импорту по данному виду продукции является самым низким из всех категорий.

Таким образом, несмотря на успехи в развитии экспорта по отдельным видам продовольственной продукции, как показало исследование динамики стоимостного выражения, импорт сохраняется на высоком уровне и по тем видам, которые показали значительный



Рис. 1. Отношение российского экспорта к импорту по основным видам продовольственной продукции в 2020 г., количество раз

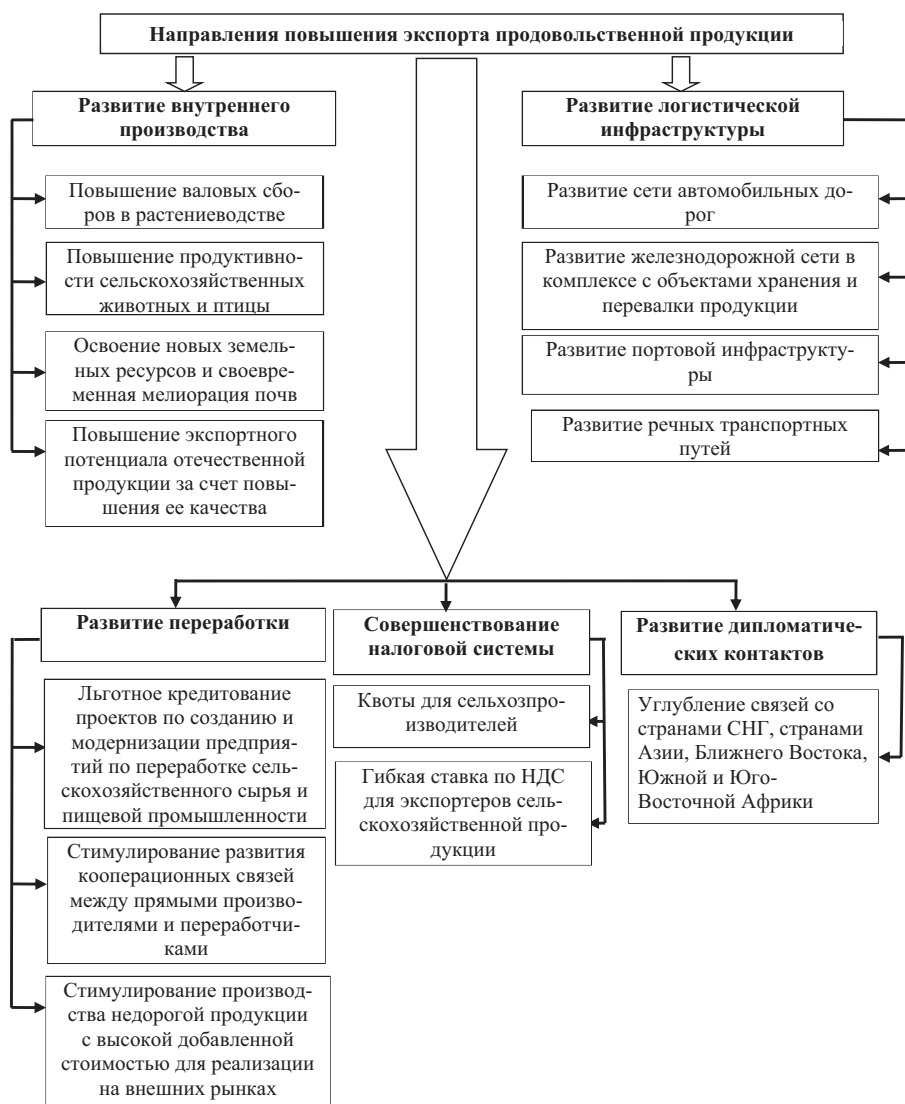


Рис. 2. Направления повышения российского экспорта продовольственной продукции



прирост экспорта в относительном выражении. Следовательно, необходимо совершенствовать направления экспорта основных видов продовольственной продукции, как следующего этапа политики импортозамещения посредством различных инструментов (рис. 2).

Повышение экспорта продовольственной продукции, на наш взгляд, должно достигаться как минимум за счет работы в пяти направлениях — повышение внутреннего производства, развитие переработки, развитие логистической инфраструктуры, совершенствование налоговой системы и развитие дипломатических контактов.

Развитие внутреннего производства позволит не только улучшить ситуацию с обеспечением продовольственной безопасности на внутреннем рынке и повысит экспортный потенциал АПК, но и простимулирует развитие экономики с позиции расширения рынка труда и повышения уровня жизни населения за счет создания новых рабочих мест. Развитие переработки с последующим экспортом готовой продукции с высокой долей валовой добавленной стоимости приведет к получению повышенной прибыли для экономики. Развитие логистической инфраструктуры ускорит и удешевит процесс перемещения продукции, что положительно скажется и на развитии внутреннего рынка. Применение гибких мер в налоговой политике позволит регулировать ситуацию с экспортом как слабо развивающихся направлений, стимулируя его, так и в отношении тех видов продукции, которые на тот или иной момент времени будут необходимы для стабилизации заполнения внутреннего рынка. Развитие дипломатических контактов со странами, где уровень жизни населения ниже, чем в России, гарантирует рынки сбыта для излишков

производимой продукции, а также укрепление внешнеполитических связей на фоне обеспечения их продовольствием в направлениях по достижению геополитических целей.

Выводы и рекомендации

Проблема реализации политики импортозамещения не теряет своей актуальности в современных постпандемических условиях и требует перехода от этапа простого импортозамещения к экспортоориентированной стратегии реализации российской продукции. Как показали исследования, по некоторым направлениям реализации продовольственной продукции удалось перейти от импортозамещения к экспортной ориентации, но по большинству из них требуется провести большую работу, чтобы обеспечить выход на внешние рынки сбыта без ущерба для внутреннего потребления. Повышать экспорт продовольственной продукции необходимо комплексно, реализуя меры в значимых направлениях, что будет способствовать скорейшему решению проблем в развитии отечественного производства агропродовольственной продукции, ее переработки, транспортировки и закреплении позиций на внешних рынках.

Литература

1. Липченко Е.А. Продовольственная безопасность в условиях структурных трансформаций продовольственной сферы экономики // АПК: экономика, управление. 2020. № 9. С. 4-10.
2. Зюкин Д.А. Интенсификация как условие реализации производственно-экономического потенциала зернового хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6. С. 42-45.
3. Зюкин Д.А. Учет эффекта масштаба при совершенствовании стратегии развития зернового хозяйства // АПК: экономика, управление. 2018. № 12. С. 52-58.

4. Баутин В.М., Липченко Е.А. Государственная аграрная политика: структуризация инвестиций в экономике аграрного региона // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 4. С. 2-5.

5. Зюкин Д.А. Модель экономического и государственного регулирования развития инфраструктуры зернового рынка // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 1. С. 47-50.

6. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 12, no. 32, pp. 87-101.

7. Zyukin, D., Zhilyakov, D., Bolokhontseva, Y., Petrushina, O. (2020). Export of Russian grain: prospects and the role of the state in its development. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 320-329.

8. Жилияков Д.И., Башкатова В.Я., Плахутина Ю.В., Петрушина О.В., Зюкин Д.А. Анализ состояния мирового рынка пшеницы и перспективы России по расширению экспортного потенциала // Экономические науки. 2020. № 2. С. 38-43.

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

10. Алтухов А.И., Семенова Е.И. Молочное скотоводство России: экономические проблемы и пути их решения // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. С. 33-38.

11. Latysheva, Z.I., Skripkina, E.V., Kopteva, N.A., Zhilyakov, D.I., Nikiforov, A.I. (2020). Improving the state regulatory system of the agribusiness. *Cuestiones Politicas*, vol. 37, no. 65, pp. 116-126.

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

13. Внешняя торговля России. Russian-trade.com. Режим доступа: <https://russian-trade.com/> (дата обращения: 30.05.2021).

Об авторах:

Святлова Ольга Викторовна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и учета,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3468-1396>, olga_svyatova@mail.ru

Жилияков Дмитрий Иванович, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансовых и экономических дисциплин,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4190-7015>, zhilyakov@yandex.ru

Плахутина Юлия Викторовна, кандидат экономических наук, преподаватель кафедры специальностей технического и социально-экономического профиля,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7659-6109>, juliasonina2008@yandex.ru

Петрушина Ольга Вячеславовна, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и финансов,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7550-8173>, petao@yandex.ru

Лисицына Юлия Викторовна, аспирант экономического факультета,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1509-915X>, ylisitsyna@gmail.com

EXPORT AS THE NEXT STAGE OF THE IMPORT SUBSTITUTION POLICY

**O.V. Svyatova¹, D.I. Zhilyakov², Yu.V. Plakhutina²,
O.V. Petrushina², Yu.V. Lisitsyna²**

¹Kursk State University, Kursk, Russia

²Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

The article analyzes the problem of implementing the import substitution policy in the context of ensuring the country's food security. After the introduction of the food embargo in the Russian Federation, great emphasis was placed on the development of agricultural production, which expanded the opportunities for increasing the export potential for the main types of food products. The study analyzed the dynamics of exports and imports of the main types of food products, as well as the ratio of exports and imports in value terms. During the work, it was found that since the introduction of the food embargo and the activation of the import substitution policy for some types of food products, it was possible to switch from import substitution to export orientation. Such results were achieved for the category of meat and edible meat offal, sugar and sugar confectionery, as well as for vegetables and some edible root crops and tubers, as evidenced by the increase in exports and a decrease in imports for these types of products. From the point of view of the analysis of cost ratios, it is worth noting that the most effective is the trade in cereals, as well as the products of the flour and grain industry that depend on grain production. The situation with regard to sugar and sugar confectionery is successful, since in value terms, exports for this type of product are twice as large as imports. The situation is favorable for the development of exports of fish, crustaceans and shellfish, as well as software and fats and oils of animal and vegetable origin. The paper suggests the directions of export development as the next stage of the import substitution policy.

Keywords: foreign trade, export, import, import substitution policy, food products, standard of living of the population.



References

1. Lipchenko, E.A. (2020). Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh strukturnykh transformatsii prodovol'stvennoy sfery ekonomiki [Food security in the context of structural transformations of the food sector of the economy]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 9, pp. 4-1.
2. Zyukin, D.A. (2018). Intensifikatsiya kak uslovie realizatsii proizvodstvenno-ekonomicheskogo potentsiala zernovogo khozyaistva [Intensification as a condition for realizing the production and economic potential of grain farming]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 42-45.
3. Zyukin, D.A. (2018). Uchet ehffekta masshtaba pri sovershenstvovanii strategii razvitiya zernovogo khozyaistva [Taking into account the economies of scale when improving the strategy for the development of grain farming]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 12, pp. 52-58.
4. Bautin, V.M., Lipchenko, E.A. (2019). Gosudarstvennaya agrarnaya politika: strukturizatsiya investitsii v ekonomike agrarnogo regiona [State agrarian policy: structuring of investments in the economy of the agrarian region]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh*

predpriyatiy [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 4, pp. 2-5.

5. Zyukin, D.A. (2020). Model' ekonomicheskogo i gosudarstvennogo regulirovaniya razvitiya infrastruktury zernovogo rynka [Model of economic and state regulation of grain market infrastructure development]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 47-50.

6. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 12, no. 32, pp. 87-101.

7. Zyukin, D., Zhilyakov, D., Bolokhontseva, Y., Petrushina, O. (2020). Export of Russian grain: prospects and the role of the state in its development. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 320-329.

8. Zhilyakov, D.I., Bashkatova, V.Ya., Plakhutina, Yu.V., Petrushina, O.V., Zyukin, D.A. (2020). Analiz sostoyaniya mirovogo rynka pshenitsy i perspektivy Rossii po rasshireniyu eksportnogo potentsiala [Analysis of the state of the world wheat market and Russia's prospects for expanding its export potential]. *Ekonomicheskie nauki* [Economic sciences], no. 2, pp. 38-43.

9. Reshetnikova, E.G. (2019). Povyshenie real'nykh dokhodov naseleniya kak faktor ekonomicheskoi dostupnosti prodovol'stviya [Increase in real incomes of the population as a factor of economic availability of food]. *Regional'nye agrosistemy: ekonomika i sotsiologiya* [Regional agrosystems: economics and sociology], no. 3, pp. 22-26.

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

11. Latysheva, Z.I., Skripkina, E.V., Kopteva, N.A., Zhilyakov, D.I., Nikiforov, A.I. (2020). Improving the state regulatory system of the agribusiness. *Cuestiones Politicas*, vol. 37, no. 65, pp. 116-126.

12. Zyukin, D.A., Svyatova, O.V., Zolotareva, E.L., Bystritskaya, A.Yu., Alekhina, A.A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product sub-complex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of Russian grain export. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 25, pp. 461-470.

13. Vneshnyaya torgovlya Rossii [Foreign trade of Russia]. Russian-trade.com. Available at: <https://russian-trade.com/> (accessed: 30.05.2021).

About the authors:

Olga V. Svyatova, doctor of economic sciences, professor of the department of economics and accounting, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3468-1396>, olga_svyatova@mail.ru

Dmitry I. Zhilyakov, candidate of economic sciences, associate professor of the department of financial and economic disciplines, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4190-7015>, zhilyakov@yandex.ru

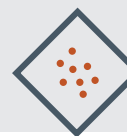
Yulia V. Plakhutina, candidate of economic sciences, lecturer of the department of technical and socio-economic specialties, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7659-6109>, juliasonina2008@yandex.ru

Olga V. Petrushina, senior lecturer of the department of accounting and finance, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7550-8173>, petao@yandex.ru

Yulia V. Lisitsyna, postgraduate student of the economy science, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1509-915X>, ylisitsyna@gmail.com

ylisitsyna@gmail.com

СТАБИЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК АЗОТА ОПТИГЕН®






7 параметров стабильности с Оптигеном®

СТАБИЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК РАСТВОРИМОГО ПРОТЕИНА	СТАБИЛЬНЫЙ ПРОДУКТ	СТАБИЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ	СТАБИЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ	СТАБИЛЬНО БЛАГОПРИЯТНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПЛАНЕТУ	СТАБИЛЬНАЯ ЦЕНА	СТАБИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО
Безопасный и прослеживаемый источник небелкового азота, стабильный по размеру, составу и физической форме Решение проблемы непостоянного качества белковых концентратов	Безопасный и прослеживаемый источник небелкового азота, стабильный по размеру, составу и физической форме	Устойчивое питание рубцовой микрофлоры, более эффективный рост микрофлоры при меньших затратах	Увеличение продолжительности использования корма, улучшение конверсии корма ведут к получению дополнительной продукции (молока или мяса)	Снижение потенциала глобального потепления рациона и повышение эффективности использования азота ведут к сокращению экскреции азота	Снижение потребности в источниках растительного белка, цена которых колеблется, и увеличение прибыльности за счет повышения продуктивности	Шесть предприятий по всему миру для максимального обеспечения потребностей клиентов

Безопасность и эффективность продукта подтверждены двадцатилетним опытом фермеров по всему миру.

Поговорите с нашей командой сегодня: +7 495 258 25 25
или посетите Alltech.com/russia



Сельское хозяйство обладает огромным потенциалом для формирования будущего нашей планеты. Мы стремимся создавать наиболее разумные и экологичные решения. Вместе мы можем создать Планету изобилия.
PlanetofPlenty.com



Alltech.com/russia

[AlltechEurope](https://www.facebook.com/AlltechEurope)

[@Alltech](https://twitter.com/Alltech)





ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.) ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Л.В. Петрова

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

В статье приведены результаты трехлетних исследований. В данной статье остановились на 6 основных хозяйственно-ценных признаках (урожайность зерна, масса зерна с растения, масса зерна с метелки, масса 1000 зерен, продуктивная кустистость), которые вводили в программу кластерного анализа для сортообразцов коллекции ВИР. Кластерный анализ позволил сгруппировать различные сортообразцы по комплексу признаков, выделил наиболее близкие сорта. Центральная Якутия относится ко второй зоне — Приленская, левобережная центральная. Вегетационный период в этой зоне несколько короче, могут возделываться в основном зерновые культуры с подбором скороспелых и среднеспелых сортов. Выборка номеров по кластерам показала, что первый кластер был самым немногочисленным. Наиболее многочисленными оказались II, III и IV кластеры. Стандартный сорт Покровский за три года изучения входил в II за 2017-2018 гг. и IV кластер за 2019 г. Кластерный анализ коллекционных сортообразцов овса за три года показал, что такие высокоурожайные сортообразцы, как из Великобритании K-15287/46, Германии (K-15380/1), Норвегии (K-15353/4), Польши (K-15293/49) и Португалии (K-15106/50) имеют стабильность в своих признаках и во все года группируются в один кластер. Выявленные сортообразцы можно использовать в практической селекции для подбора пар, включаемых в гибридизацию, по комплексу признаков.

Ключевые слова: овес посевной (*Avena sativa* L.), образцы, кластерный анализ, кластер, урожайность зерна, масса 1000 зерен, масса зерна с растения, масса зерна с метелки, продуктивная кустистость.

Введение

Овес является первой по значимости зернофуражной культурой в Якутии и основной для производства зеленой массы на силос в чистом виде и в смеси с другими культурами. По данным Министерства сельского хозяйства и заготовок Республики Саха (Якутия) посевная площадь зерновых культур по всей республике в 2019 г. составляет 10 399 га, в том числе посеvy овса 5 965 га, что соответствует 57,4% от структурных посевов зерновых культур [1].

Своеобразные природно-климатические условия Якутии ограничивают широкое и повсеместное возделывание сельскохозяйственных растений. К отрицательным факторам относятся: низкие температуры воздуха и почвы в начале вегетации, широкая амплитуда дневных и ночных температур в течение всего вегетационного периода, засушливость первой, а нередко и второй части лета, поздние весенние и ранние осенние заморозки, засоленность почвы и др.

Изучение исходного материала коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова необходимо проводить в течение 3-5 лет. В связи с большим генетическим разнообразием, многочисленностью изучаемых показателей для их анализа применяют многомерные статистические методы. По многолетним исследованиям селекционеров зерновых культур для подбора родительских форм будущих новых сортов зарекомендовал себя

метод кластерного анализа [2, 3]. При этом прямое использование генофонда затруднено [4], из-за низкой адаптивности материала и преобладания в потомстве рекомбинантов с низкой урожайностью, которые выбраковываются на первых этапах селекционного процесса [5].

Для этого мы использовали Статистическую программу Сорокина «Многомерные методы анализа — Кластерный анализ массива признаков — объект» [2].

Кластерный анализ, нашедший широкое признание с 80-х годов XX в., представляет группу методов многомерной статистики, предназначенных для разделения исходного множества объектов на группы. Упорядочение объектов в относительно однородные таксоны (кластеры) проводится путем попарного сравнения по выбранным критериям [6]. Принцип его действия заключается в разбиении множества исследуемых данных на отдельные кластеры. В массив исследуемых показателей и признаков можно включать огромное количество данных [7]. Выявление новых генетических факторов, определяющих высокую выразительность хозяйственно ценных признаков, в выделенных образцах коллекции будет способствовать созданию сортов с требуемыми параметрами [8, 9].

Кластерный анализ в отличие от обычной группировки в том, что он дает возможность производить разбиение объектов не по

одному признаку, а по ряду признаков [10]. Чем ближе число признаков друг к другу, тем больше вероятность для них попасть в один кластер. Среди всего массива данных необходимо определить перечень значимых показателей, на основе которых возможно успешное проведение анализа и получение результатов. Конечный результат из множества сортообразцов можно сделать подбор пар для скрещиваний.

Методы многомерной статистики позволяют селекционеру проводить объективную комплексную оценку исходного материала [11]. Кластерный анализ используется при изучении генетического родства [12], определении изменчивости хозяйственно-полезных признаков под воздействием разнообразных условий среды [13].

Цель исследований — оценка коллекционных сортообразцов по хозяйственно-ценным признакам методом кластерного анализа и выделение перспективных сортообразцов для подбора и скрещиваний пар в условиях Центральной Якутии.

Материал, условия и методика проведения исследования

Исследования проведены в 2017-2019 гг. в Покровском подразделении Якутского НИИ сельского хозяйства, в условиях Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия), расположенного в зоне средней тайги.



Анализ природно-климатических условий Центральной Якутии показывает, что земледелие в данной зоне развивается в исключительно своеобразных и экстремальных условиях, чем в других регионах не только России, но и земного шара. Климат Центральной Якутии является резко континентальным, который проявляется во всем его температурном режиме: низкие температуры со слабыми ветрами зимой резко контрастируют с высокими температурами воздуха летом с малой облачностью. В самый теплый месяц (июль) абсолютный максимум температуры воздуха достигает 36...39 °C. Годовое количество осадков составляет 250-300 мм.

Исследовалось 83 образца коллекции овса посевного из Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) и иностранной селекции (Великобритании, Швеции, Канады, Италии, Украины, Белоруссии, Казахстана, Португалии, США, Германии, Норвегии). Стандартом является сорт Покровский. В опыте использовали ручной посев, площадь деланки — 1 м².

Почвы опытного участка мерзлотные, таежно-палевые, резкой степени осолоделые (49,1%), обладающие высоким потенциальным плодородием.

В кластерном анализе в основу группировки были взяты признаки урожайность зерна, масса зерна с растения, масса зерна с метелки, масса 1000 зерен, продуктивная кустистость.

За годы исследований (2017-2019 гг.) по данным метеостанции Хангаласского улуса г. Покровск Республики Саха (Якутия) вегетационный период характеризовался как недостаточного увлажнения. Сумма активных температур воздуха выше +10°C с посева до созревания овса посевного изменялась от 1688 до 1801, сумма осадков достигала от 116,6 до 144,0 мм. Наиболее низким по осадкам был 2019 г. (ГТК=0,65), более увлажненным при ГТК 0,77-0,81 были 2017 и 2018 гг. (рис.1).

Кластерный анализ отбора образцов по комплексу хозяйственно ценных признаков осуществлялся с использованием компьютерной программы Snedecor. При оценке единичности близких показателей сортообразцов использовали Евклидово расстояние [14]. Наблюдения и учеты проведены согласно общепринятым методикам [15, 16].

Результаты исследований и обсуждение

В кластерном анализе в основу при построении дендрограмм использовались максимум коэффициент корреляции и метод полных связей [14].

На основе кластерного анализа по комплексу хозяйственно — ценным признакам получены дендрограмм, отобраны высокоурожайные сортообразцов, овса посевного для последующего использования в селекционном процессе. В годы исследований были получены разное количество кластеров.

В 2017 году было всего два кластера (рис. 2). В первый кластер вошли 32 сортообразца, в том числе 7 образцов из США (K-15256/75,

K-15258/66, K-15267/9, K-15417/69, K-15108/26, K-15093/72, K-15339/30), по три образца из Кировской области (K-15275/5, K-15186/82, K-15062/23) и Ульяновской области (K-15330/7, K-15333/54, K-15328/47), по два образца Омской области (K-15340/63, K-15062/79), Германии (K-15419/76, K-15420/65) и Белоруссии (K-15408/13, K-15121/41), и по одному образцу из Бурятии (K-15341/57), Литвы (K-15234/81), Казахстана (Никола/8), Алтайский край (K-15338/71, K-15418/68), Тюменской области (K-15283/28), Туниса (K-15249/24), Канады (K-15301/17), Швеции (K-15391/39), Словакии (K-15372/64), Колумбии (K-15111/42), Италии (K-15298/22) и Норвегии (K-15053/20). Кластер представлен низкоурожайными генотипами, для которых характерны низкие показатели таких элементов урожайности, как масса зерна с растения 2,5 г, масса зерна с метелки 1,1 г, масса 1000 зерен 31,8 г.

Кластер номер два объединил 51 образец овса посевного, в том числе 13 сортообразцов из США, Германии (K-15376/77, K-15378/62, K-15380/1, K-15410/52, K-15416/31, K-15375/25, K-15425/44, K-15415/67, K-15426/74, K-15412/10,

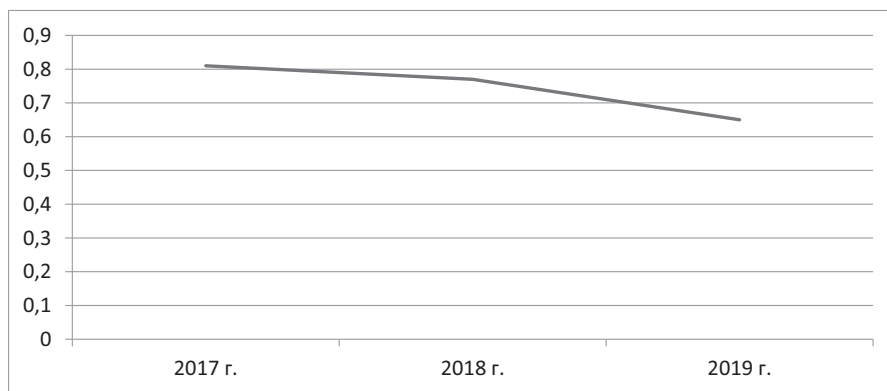


Рис. 1. Гидротермический коэффициент за 2017-2019 гг.

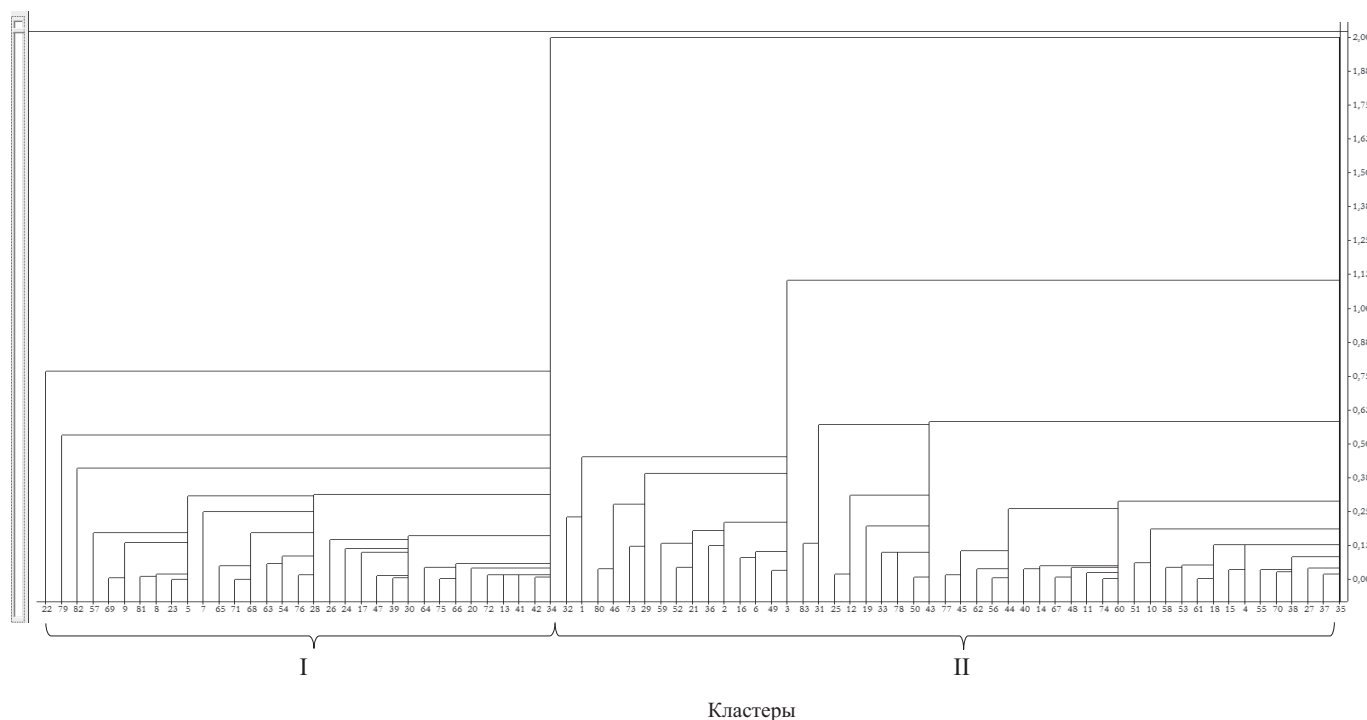


Рис. 2. Дендрограмма кластеризации образцов коллекции овса посевного по основным хозяйственно ценным признакам в 2017 г.



К-15423/38, К-15377/27, К-15421/37), по пять образцов из Польши (К-15428/36, К-15248/59, К-15293/49, К-15294/78, К-15291/58), по четыре образца из Швеции (К-15393/73, К-15394/40, К-15392/51, К-15395/18), Московской области (К-15279/21, К-15281/12, К-15006/56, К-15278/60) и Норвегии (К-15357/80, К-15353/4, К-15348/6), по три образца из Украины (К-15384/16, К-15382/34, К-15383/3), по два образца из Ульяновской области (К-15069/45, К-15180/70), Красноярского края (К-15100/33, К-15318/55),

Ленинградской области (К-15320/43, К-15064/35) и Казахстана (Арман/2, К-15390/53), по одному образцу из США (К-15264/32), Великобритании (К-15287/46), Кемеровской области (К-15184/29), Якутии сорт (Покровский/83), Чехии (К-15134/19), Португалии (К-15106/50), Новосибирской области (К-15335/14), Словакии (К-15191/48), Алтайского края (К-15336/11), Бурятии (К-15342/61), Екатеринбурга (К-15182/15). Второй кластер, со средней урожайностью зерна 144 г/м², масса зерна с растения 2,9 г,

масса зерна с метелки 1,6 г, масса 1000 семян 36 г, продуктивная кустистость 2,5 шт (табл.). Наибольшее сходство стандарта обнаружено с образцом *A. sativa* L. из Германии К-15416/31 ($r_{\max}=0,60$).

2018 г. характеризовался ранней теплой весной, жарким летним периодом с неравномерным распределением осадков и теплой продолжительной осенью с малым количеством осадков. Кластерный анализ распределил сортообразцы на 3 кластера (рис. 3).

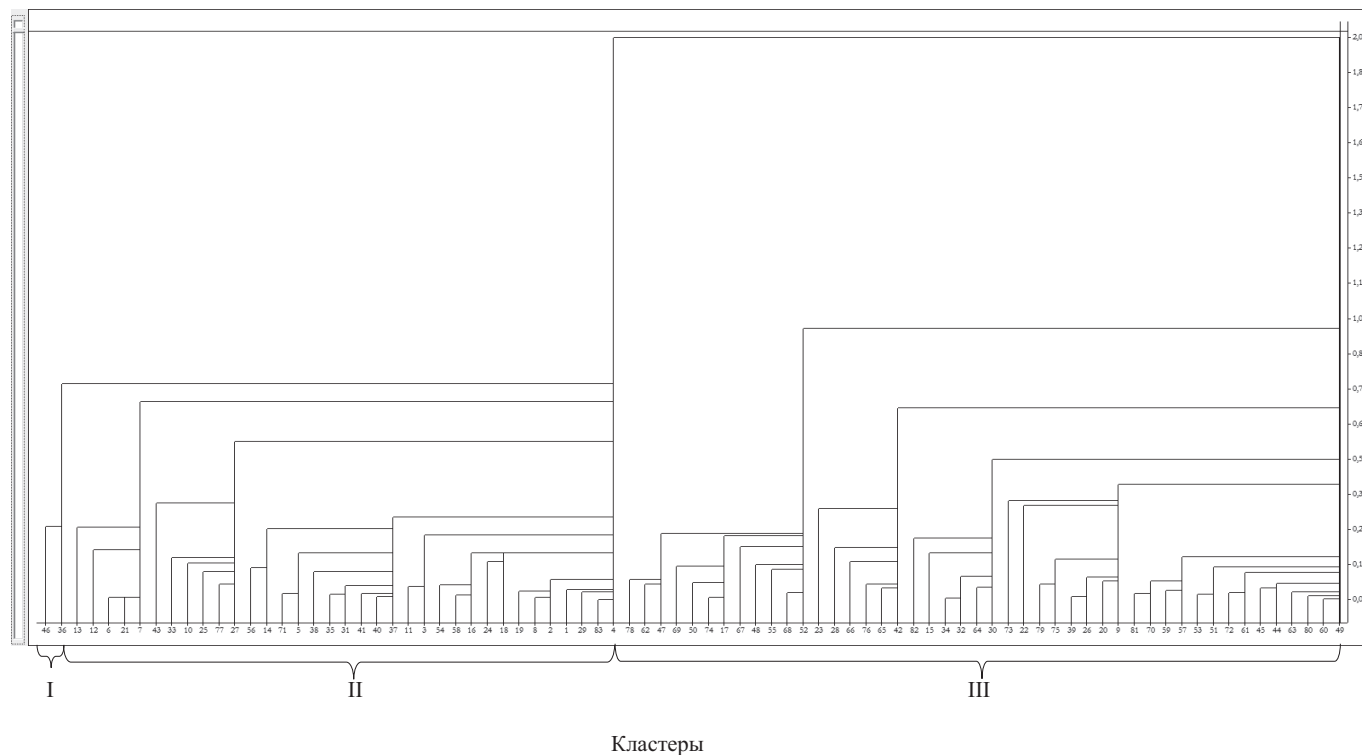


Рис. 3. Дендрограмма кластеризации образцов коллекции овса посевного по основным хозяйственно ценным признакам в 2018 г.

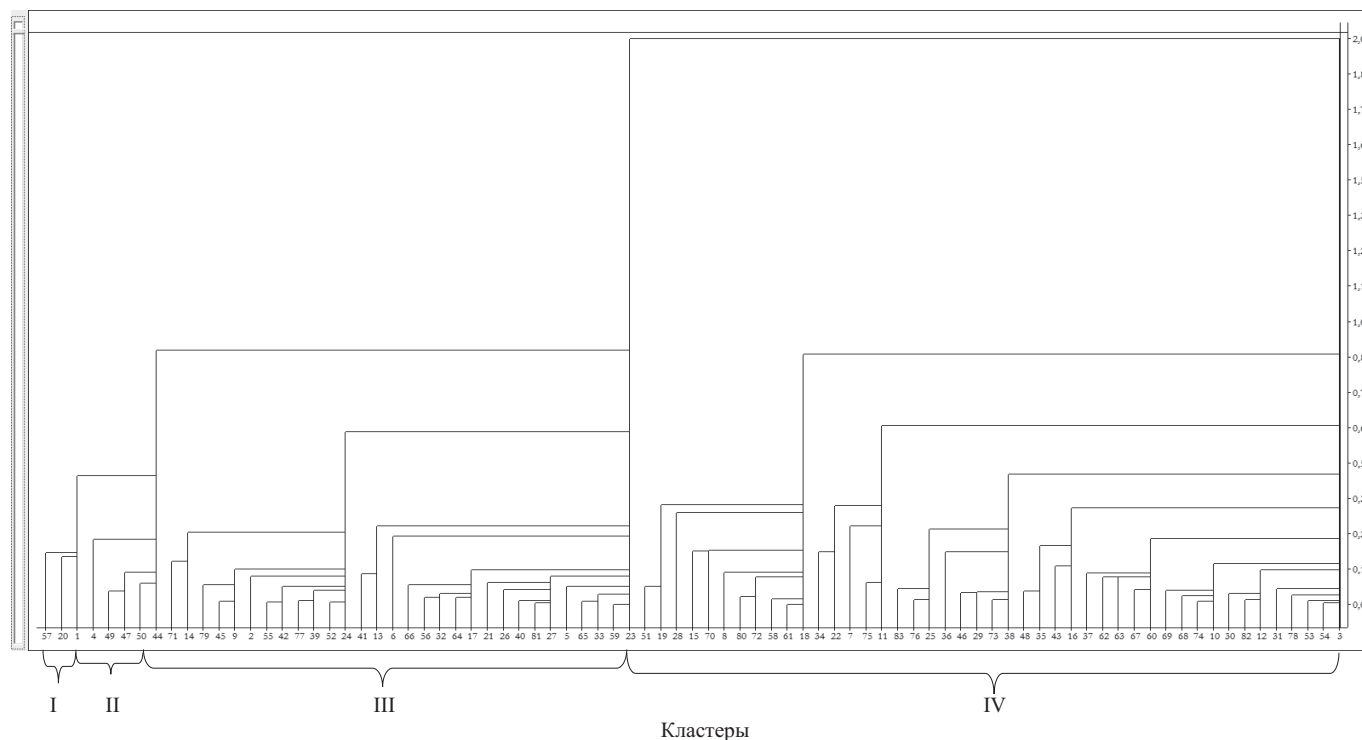


Рис. 4. Дендрограмма кластеризации образцов коллекции овса посевного по основным хозяйственно ценным признакам в 2019 г.



Таблица

Результаты кластерного анализа образцов овса посевного по основным хозяйственно ценным признакам, 2017-2019 гг.

Показатель	Кластер			
	1	2	3	4
2017 г.				
Урожайность зерна	91,4	144,0	-	-
Масса зерна с растения	2,5	2,9	-	-
Масса зерна с метелки	1,1	1,6	-	-
Масса 1000 зерен	31,8	36,3	-	-
Продуктивная кустистость	3,1	2,5	-	-
2018 г.				
Урожайность зерна	254	150	228	-
Масса зерна с растения	3,7	3,3	4,1	-
Масса зерна с метелки	2,0	1,9	1,4	-
Масса 1000 зерен	35,0	36,8	33,2	-
Продуктивная кустистость	3,2	2,4	3,4	-
2019 г.				
Урожайность зерна	295	301	186	320
Масса зерна с растения	5,2	5,7	3,8	4,4
Масса зерна с метелки	1,0	1,3	1,0	1,6
Масса 1000 зерен	35,8	41,2	31,7	37,0
Продуктивная кустистость	3,8	4,5	4,8	3,3

В первый кластер был отнесен только один сортообразец — К-15287 из Великобритании с высокой урожайностью зерна 254 г/м², массой зерна с растения 3,7 г, массой 1000 зерен 35,0 г, продуктивной кустистостью 3,2 шт. и массой зерна с метелки 2,0 г.

Во второй кластер вошло 35 сортообразцов, в том числе 8 сортообразцов из Германии (К-15376/77, К-15380/1, К-15416/31, К-15375/25, К-15412/10, К-15423/38, К-15377/27, К-15421/37), по три образца из Московской области (К-15006/56, К-15281/12, К-15279/21), по два образца из Польши (К-15428/36, К-15291/58), Белоруссии (К-15408/13, К-15121/41), Ульяновской области (К-15330/7, К-15333/54), Ленинградской области (К-15320/43, К-15064/35), Алтайского края (К-15336/11, К-15338/71), Швеции (К-15394/40, К-15395/18), Украины (К-15383/3, К-15384/16) и Казахстана (Никола/8, Арман/2), по одному образцу из Норвегии (К-15348/6), Красноярского края (К-15100/33), Новосибирской области (К-15335/14), Кировской области (К-15275/5), Чехии (К-15134/19), Кемеровской области (К-15184/29), Туниса (К-15249/24) и Якутии сорт (Покровский/83). Сорт якутской селекции (стандарт) отнесен во второй кластер. Наиболее тесная связь стандарта сорта Покровский обнаружена с образцом из Норвегии К-15353/4. Второй кластер, со средней урожайностью зерна 150 г/м², масса зерна с растения 3,3 г, масса зерна с метелки 1,9 г, масса 1000 семян 37 г, продуктивная кустистость 2,4 шт.

В третий кластер вошло 47 образцов т.е. большинство исследуемых образцов из Германии и США по семь образцов (К-15378/62, К-15410/52, К-15415/67, К-15419/76, К-15420/65, К-15425/44, К-15426/74), из США (К-15417/69, К-15258/66, К-15264/32, К-15256/75, К-15108/26, К-15267/9, К-15093/72), по три образца из Норвегии (К-15353/4, К-15357/80, К-15053/20), из Польши (К-15294/78, К-15248/59, К-15293/49), из Ульяновской области (К-15328/47, К-15180/70, К-15069/45), из Швеции (К-15393/73, К-15391/39, К-15392/51) и Омской области (К-15339/30, К-15062/79, К-15340/63), по два образца из Словакии (К-15191/48, К-15372/64), Кировской области (К-15275/23, Кировской области (К-15275/23, К-15186/82) и Бурятии (К-15341/57, К-15342/61) и по одному образцу из Португалии (К-15106/50), Канады (К-15301/17), Красноярского края (К-15318/55), Алтайского края (К-15418/68), Колумбии (К-15111/42), Екатеринбург (К-15182/15), Украины (К-15382/34), Италии (К-15298/22), Литвы (К-15234/81), Московской области (К-15278/60), Тюменской области (К-15283/28) и Казахстана (К-15390/53). Наибольшее сходство обнаружено между образцами из Алтайского края К-15418) и Германии (К-15410) ($r_{\max}=0,98$), Германии (К-15420) и Колумбии (К-15111) ($r_{\max}=0,70$). Средняя урожайность зерна у данных сортообразцов составил 228 г/м², масса зерна с растения 4,1 г, масса 1000 зерен 33 г, продуктивная кустистость 3,4 шт.

В 2019 году кластерный анализ по совокупности 5 признаков распределил сортообразцы на четыре кластера. В I кластер вошло всего два сортообразца из Бурятии (К-15341/57) и из Норвегии (К-15053/20) с урожайностью зерна 285 — 306 г/м², массой зерна с растения 4,4 — 6,1 г, массой 1000 зерен 35,6-36,0 г, продуктивной кустистостью 3,6-4,0 шт. и массой зерна с метелки 1,0 г.

Во II кластер отнесены всего пять сортообразцов из Германии (К-15380/1), Норвегии (К-15353/4), Польши (К-15293/49), Ульяновской области (К-15328/47) и Португалии (К-15106/50) со средней урожайностью 301 г/м², с массой зерна с растения 5,7 г, массой зерна с метелки 1,3 г, массой 1000 зерен 41 г, продуктивность кустистости 4,5 г.

В III кластер отнесены 30 сортообразцов или 36% исследуемых образцов: по пять сортообразцов из Германии (К-15376/77, К-15377/27, К-15410/52, К-15425/44, К-15420/65), по четыре сортообразца из США (К-15108/26, К-15267/9, К-15258/66, К-15264/32), по два сортообразца из Красноярского края (К-15318/55, К-15100/33), Белоруссии (К-15121/41, К-15408/13, Московской области (К-15006/56, К-15279/21) и Швеции (К-15391/39, К-15394/40), по одному образцу из Алтайского края (К-15338/71), Новосибирской области (К-15335/14), Ульяновской области (К-15069/45), Казахстана (Арман/2), Колумбии (К-15111/42), Туниса (К-15249/24), Норвегии (К-15348/6), Словакии (К-15372/64), Канады (К-15301/17), Литвы (К-15234/81), Кировской области (К-15275/5), Польши (К-15248/59) и Омской области (К-15062/79). Кластер представлен низкоурожайными генотипами, для которых характерны низкие показатели таких элементов урожайности, как масса зерна с растения 3,8 г, масса зерна с метелки 1,0 г, масса 1000 зерен 32 г.

В четвертый кластер вошло большинство исследуемых 46 образцов или 55%: по девять сортообразцов из Германии К-15375/25, К-15378/62, К-15412/10, К-15415/67, К-15416/31, К-15419/76, К-15421/37, К-15423/38, К-15426/74, по три образца из США (К-15093/72, К-15256/75, К-15417/69), Швеции К-15392, К-15393, К-15395, Польши К-15291, К-15294, К-15428, Украины К-15382/34, К-15383/, К-15384 и Ульяновской области К-15180, К-15330, К-15333, по 2 образца из Кировской области К-15186, К-15275, Ленинградской области К-15064, К-15320, Московской

области К-15278, К-15281, Казахстана Никола, К-15390, Омской области К-15339, К-15340, Алтайского края К-15336, К-15418, по 1 образцу из Чехии К-15134, Тюменской области К-15283, Екатеринбург К-15182, Норвегии К-15357, Бурятии К-15342, Италии К-15298, Республики Саха (Якутии) сорт Покровский, Великобритании К-15287, Кемеровской области К-15184, Словакии К-15191. В этот кластер включены высокопродуктивные сортообразцы со средней урожайностью 320 г/м², с массой зерна с растения 4,4 г, массой зерна с метелки 1,6 г, массой 1000 зерен 37 г, продуктивность кустистостью 3,3 г. Сорт Покровский (стандарт) отнесен в четвертый кластер. Наиболее тесная связь стандарта сорта Покровский обнаружена с образцом из Германии К-15375/25 ($r_{\max}=0,32$). Значения элементов структуры урожая представлены в таблице.

Наиболее тесная связь сорта Покровский за 2017-2019 гг. изучения обнаружена с образцами из Германии К-15416/31, К-15375/25, К-15420/65, К-15418/68, К-15410/52, К-15111/42. Как видно из таблицы, при помощи кластерного анализа нам удалось сгруппировать образцы по взаимодействию элементов структуры урожая друг с другом за каждый год. Данная программа сгруппировала образцы по взаимодействию параметров в один кластер.

Выводы

Таким образом, из коллекции овса посевного выделены образцы, рекомендуемые для условий Центральной Якутии как источники хозяйственно ценных признаков, в дальнейшем предполагается использовать и селекционном процессе для подбора родительских пар, включаемых в гибридизацию. Использование методов многомерной классификации позволило одновременно учесть всю совокупность изучаемых признаков, значения которых в каждом кластере были неоднородные.





Кластерный анализ коллекционных сортов образцов овса за три года показал, что такие высокоурожайные сортообразцы, как из Великобритании (K-15287/46, Германии (K-15380/1), Норвегии (K-15353/4), Польши (K-15293/49) и Португалии (K-15106/50) имеют стабильность в своих признаках и во все года группируются в один кластер.

Литература

1. Сельское хозяйство в Республике Саха (Якутия): Статистический сборник. Саха (Якутия), Якутск, 2020. 167 с.
2. Петрова Л.В., Платонова А.З. Кластерный анализ сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) по элементам структуры урожая в условиях Центральной Якутии // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 56-78.
3. Петрова Л.В. Селекция овса в условиях Якутии. Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова. Новосибирск, 2018.

Об авторе:

Петрова Лидия Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0762-716X>, pelidia@yandex.ru

4. Friedrich C., Longin H., Reif J.C. Redesigning the exploitation of wheat genetic resources. *Trends Plant Sci.* 2014;19(10):631-636.
5. Souza E., Sorrells M.E. Prediction of progeny variation in oat from parental genetic relationships. *Theor. Appl. Genet.* 1991;82(2):233241. DOI: 10.1007/BF00226219.
6. Мандель И.Д. Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1988. 176 с.
7. Paklin N.A. Clustering algorithms in the Data Mining BaseGroup Labs service. [Electronic resource] // Socio-economic phenomena and processes. 2017. Number 3. <http://basegroup.ru>. (date of treatment 03.24.2020).
8. Randhawa H.S., Graf R.J., Pozniak C., Clarke J.M., Asif M., Hucl P., Spaner D., Fox S.L., Humphreys D.G., Knox R.E., Depauw R.M., Singh A.K., Cuthbert R.D. Application of molecular markers to wheat breeding in Canada. *Plant Breed.* 2013;132(5):458-471.
9. Wessels E., Botes W.C. Accelerating resistance breeding in wheat by integrating marker-assisted selection and doubled haploid technology. *S. Afr. J. Plant Soil.* 2014;31(1):35-43.

10. Шаманин В.П., Петуховский С.Л., Краснова Ю.С. Кластерный анализ сортовой мягкой яровой пшеницы по элементам структуры урожая в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2016. № 4. 147 с.
11. Корнева С.П. Использование кластерного анализа для повышения эффективности отборов в расщепляющихся гибридных популяциях // Молодые ученые Сибирского региона — аграрной науке. Омск, 2004. Вып. 4. С. 127-131.
12. Маратынов С.П. Кластерный анализ саратовских сортов яровой пшеницы по коэффициентам родства // Цитология и генетика. 1989. № 4. С. 37-43.
13. Yau S.K., Ortis-Ferrera G., Srivastava J.P. Cluster analysis of bread wheat lines grow in diverse rain fed environment // RACHIS. 1989—8, 2, P. 31-35.
14. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.
15. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1978. 347 с.
16. Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. 1984. 41 с.

EVALUATION OF COLLECTION VARIETAL SAMPLES OF SOWN OATS (*AVENA SATIVA* L.) BY ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS BY THE METHOD OF CLUSTER ANALYSIS IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

L.V. Petrova

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

The article presents the results of three years of research. In this article, we focused on 6 main economically valuable characteristics (grain yield, grain weight from a plant, grain weight from a panicle, weight of 1000 grains, productive bushiness), which were introduced into the program of cluster analysis for varietal samples of the VIR collection. Cluster analysis made it possible to group different cultivars by a set of characteristics, and identified the closest varieties. Central Yakutia belongs to the second zone — Prienskaya, left-bank central. The growing season in this zone is somewhat shorter, mainly cereals can be cultivated with the selection of early and medium-ripened varieties. A sample of numbers by cluster showed that the first cluster was the smallest. Clusters II, III, and IV were the most numerous. The standard variety Pokrovsky for three years of study was included in the II for 2017-2018, and the IV cluster for 2019. Cluster analysis of collection oat varieties for three years showed that such high-yielding varieties as from Great Britain K-15287/46, Germany (K-15380/1), Norway (K-15353/4), Poland (K-15293/49) and Portugal (K-15106/50) have stability in their characteristics and are grouped in one cluster in all years. The identified cultivars can be used in practical breeding for the selection of pairs included in hybridization, according to a set of characteristics.

Keywords: seed oats (*Avena sativa* L.), samples, cluster analysis, cluster, grain yield, weight of 1000 grains, grain weight per plant, grain weight per panicle, productive bushiness.

References

1. Agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia): Stat. Sakha (Yakutia) stat. Yakutsk, 2020. 167 p.
2. Petrova L.V., Platonova A.Z. (2019). Cluster analysis of cultivars of common oats (*Avena sativa* L.) by the elements of the yield structure in the conditions of Central Yakutia. *News of the Timiryazev Agricultural Academy.* 2019;(1):56-78.
3. Petrova L. (2018). Oats breeding under Yakutia's condition: monograph. FSBSI «Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov». Novosibirsk, 135 p.
4. Friedrich C., Longin H., Reif J.C. Redesigning the exploitation of wheat genetic resources. *Trends Plant Sci.* 2014;19(10):631-636.
5. Souza E., Sorrells M.E. Prediction of progeny variation in oat from parental genetic relationships. *Theor. Appl. Genet.* 1991;82(2):233241. DOI:10.1007/BF00226219.

6. Mandel I.D. (1988). Cluster analysis. Moscow: Finance and Statistics. 176 p.
7. Paklin N.A. (2017). Clustering algorithms in the Data Mining BaseGroup Labs service. [Electronic resource]. Socio-economic phenomena and processes. Number 3. <https://basegroup.ru/>. (date of treatment 03.24.2020).
8. Randhawa H.S., Graf R.J., Pozniak C., Clarke J.M., Asif M., Hucl P., Spaner D., Fox S.L., Humphreys D.G., Knox R.E., Depauw R.M., Singh A.K., Cuthbert R.D. Application of molecular markers to wheat breeding in Canada. *Plant Breed.* 2013;132(5):458-471.
9. Wessels E., Botes W.C. Accelerating resistance breeding in wheat by integrating marker-assisted selection and doubled haploid technology. *S. Afr. J. Plant Soil.* 2014;31(1):35-43.
10. Shamanin V.P., Petukhovskiy S.L., Krasnova Yu.S. Cluster analysis of soft spring wheat varieties by crop structure elements in the southern forest-steppe of Western Siberia. *Bulletin of KrasGAU.* 2016;(4):147.

11. Korneva S.P. Using cluster analysis to improve the selection efficiency in splitting hybrid populations. *Young scientists of the Siberian region — agricultural science.* Omsk, 2004;(4): 127-131.
12. Maratynov S.P. Cluster analysis of Saratov spring wheat varieties by kinship coefficients. *Cytology and genetics.* 1989;(4):37-43.
13. Yau S.K., Ortis-Ferrera G., Srivastava J.P. Cluster analysis of bread wheat lines grow in diverse rain fed environment. *RACHIS.* 1989—8, 2, Pp. 31—35.
14. Sorokin O.D. (2004). Applied statistics on the computer. *Novosibirsk*, 162 p.
15. Dospekhov B. (1985). Methodology of field experience. *Moscow: Kolos*, Pp. 351.
16. International classifier of CMEA of the genus *Avena* L. 1984. 41 p.

About the author:

Lidia V. Petrova, candidate of agricultural sciences, senior researcher ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0762-716X>, pelidia@yandex.ru

pelidia@yandex.ru



ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ

Л.Н. Пуртова¹, А.Н. Емельянов²

¹ ФГБУН «ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии», г. Владивосток, Россия

² ФГБУН «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», Приморский край, Уссурийский район, поселок Тимирязевский, Россия

Исследовано влияние поверхностной обработки, в условиях полевого опыта с посевами бобовых трав и применением удобрений на территории Приморского края, на физико-химические показатели агрогенных почв, биологическую активность и процесс гумусообразования. Внесение минеральных удобрений на всех вариантах опыта значительно активизировало деятельность микрофлоры и процессы трансформации органического вещества. Это способствовало росту ферментативной активности и явилось позитивным моментом в повышении плодородия почв. Установлено, что применение удобрений (N45P60K60, N90P120K120) на исследуемых вариантах с поверхностной обработкой способствовало активизации микробиологических процессов и возрастанию активности ферментов из класса оксидоредуктаз (фенолоксидаз, пероксидаз). В большинстве случаев повышение активности этих ферментов свойственно вариантам со средним уровнем содержания гумуса. Значения коэффициента глубины гумификации на вариантах с боронованием с внесением удобрений, были выше таковых по сравнению с дискованием. Рост ферментативной активности содействовал возрастанию интегрального показателя биологического состояния почв. Активизация процесса гумусообразования сопровождалась увеличением коэффициента глубины гумификации. Более высокие значения эмиссии CO₂, как одного из показателей микробиологической активности, зафиксированы для более гумусированных горизонтов PU агрогенных почв. Обогащенность каталазой (Ka) горизонте PU исследуемых почв изменялась от ниже средних до средних значений. Дискование почв (вариант 4 (контроль), вариант 6 (N90P120K120+дискование) способствовало усилению Ka. Степень обогащенности Ka горизонта PU на этих вариантах опыта средняя. Показатели ферментативной активности, эмиссии CO₂ и интегрального показателя биологического состояния почв, отражающих состояние почвенной микрофлоры и протекания процессов трансформации органического вещества почв, можно рекомендовать в качестве индикаторов состояния плодородия почв и благополучия складывающейся экологической обстановки.

Ключевые слова: агрогенные почвы, ферменты, гумус, обработка почв, плодородие, эмиссия CO₂.

Введение

Использование почв в системе земледелия изменяет протекание почвенных процессов под влиянием агроэкологических факторов. Негативные изменения в гумусообразовании, микрофлоре, загрязнение почв тяжелыми металлами ведёт к ухудшению экологической обстановки и падению уровня плодородия почв [1]. Поэтому разработка методов диагностики, объективно оценивающих состояние плодородия и складывающуюся экологическую ситуацию в почвах, вовлеченных в систему земледелия, приобретает особую значимость и актуальность. Ферментативная активность почв характеризует интенсивность протекания биохимических процессов, связанных с гумусообразованием и отражает экологическую обстановку в почвах [2-5,10]. Ферменты из класса оксидоредуктаз катализируют окислительно-восстановительные процессы. Эти ферменты участвуют в синтезе гумусовых соединений почвы. Важная роль оксидоредуктаз (фенолоксидаз и пероксидаз) в формировании гумуса, как одного из важнейших показателей плодородия почв, освещена в работе Ф.Х. Хазиева [2]. По соотношению пероксидазной и полифенолоксидазной активности определяют коэффициент глубины гумификации [5].

Вовлечение почв в земледелие нередко способствует усилению минерализации органического вещества и уменьшению содержания гумуса, что ведет к возрастанию углекислоты в атмосфере. [6]. Продуцирование углекислоты является объективным индикатором интенсивности разложения органического вещества почв микрофлорой, который позволяет охарактеризовать одну из важнейших сторон биологического круговорота веществ. К одному из экологически чистых приемов повышения плодородия почв, активизирующий процесс гумусообразования, относится фитомелиорация. В последние годы все большие площади

сельскохозяйственных угодий занимают ценной кормовой культурой — козлятником восточным (*Calega orientalis*), который сочетает высокую продуктивность с отличными кормовыми достоинствами при устойчивом семеноводстве, рациональном использовании агроклиматических условий территории и устойчивом повышении плодородия почвы [7,8].

Как природный фитомелиорант *Calega orientalis* обладает способностью симбиотически усваивать атмосферный азот и накапливать его в почве. За счет мощной, хорошо развитой корневой системы он легко усваивает фосфор и калий, а поступающая масса корневых и пожнивных остатков, улучшает структуру и плодородие почвы, обогащая ее органическим веществом [8]. Травостой с участием корневищных трав рекомендуется улучшать способом омоложения, путем поверхностной обработки дернины дискованием или фрезерованием. Однако посевы трав без использования удобрений в регионе оказываются малоэффективными. Поэтому, наряду с поверхностной обработкой почв, возникает необходимость в их применении. Актуальными являются работы по выбору индикаторных показателей для мониторинга состояния плодородия почв.

Цель работы — установление особенностей воздействия различных приёмов обработки с посевами бобовых трав (*Galega orientalis*. Loam) на показатели биологической активности, плодородия и экологического состояния почв.

Объекты и методы исследований

Объект исследований — агроёмномугусовые глеевые почвы с дифференциацией профиля на генетические горизонты: PU–AU–G–CG [9]. Отбор почвенных образцов проводили в первой декаде осени в 2017 и 2018 гг. на опытных полях «ФНЦ Агробиотехнологии Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в полевом опыте заложенном в

мае 2017 г. На многолетних травостоях (*Galega orientalis*. Loam), по схеме: 1. Контроль без обработки и внесения удобрений. 2. N45P60K60, без обработки. 3. N90P120K120, без обработки. 4. Дискование (контроль). 5. N45P60K60 + дискование. 6. N90P120K120 + дискование. 7. Боронование (контроль). 8. N45P60K60 + боронование. 9. N90P120K120 + боронование. Повторность опыта четырёхкратная. Площадь каждой деланки 100 м². Почвенные образцы отбирались из пахотного горизонта почв (0-20 см). При исследовании физико-химических и агрохимических свойств почв в работе применены общепринятые в почвоведении методы [10]. Содержание гумуса оценивали по Д.С. Орлову с соавт. [12]. Каталитическую активность исследовали газометрически по Галстану, полифенолоксидазную и пероксидазную — методом Л.А. Карягиной и Н.А. Михайловой [2]. Обогащенность почв каталазой оценивали по шкале Д.Г. Звягнцева [11]. Эмиссию CO₂ устанавливали абсорбционным методом в условиях in exр. [13]. Экологическое состояние почв оценивали по интегральному показателю биологического состояния (ИБПС), по методике разработанной Р.Ф. Хасановой с соавторами [14]. Статистическая обработка данных произведена посредством программы Statistica Version 10.

Результаты и обсуждение

Исследованные почвы приурочены к территории, для которой свойственны высокие показатели среднегодовой нормы выпадения осадков, с колебанием в пределах от 530 мм до 900 мм. Основная масса осадков выпадает в период вегетации растений (315-780 мм), более половины (212-691 мм) приходится на июль-сентябрь. Показатели радиационного баланса составляют до 52,2 ккал/см² год. Сумма активных температур колеблется от 2450 °С до 2500°С [1]. В полевом опыте с посевами (*Galega orientalis*. Loam), судя по параметрам актуальной



Содержание гумуса, эмиссия CO₂ и ферментативная активность агротёмногумусовой глеевой почвы при разных системах агротехнической обработки с посевами *Calega orientalis* / Content of humus agrodarkhumus gley soil *Calega orientalis* crops under different agricultural systems processing

Вариант опыта Variant experience	Гумус / Humus, %	Пероксидаза Peroxidase	Полифенол оксидаза Polyphenol oxidase	Каталаза, мл O ₂ /1г почвы за 1 мин Catalase ml of O ₂ / 1g soil for 1 min	ИПБС, % IPBS, %	Коэффици- ент глубины гумифика- ции, %/ Coefficient depths humification	Эмиссия CO ₂ гC-CO ₂ м²/сут. CO ₂ emission g C-CO ₂ m² / day%
		мг 1,4 бензохинона 1 г почвы за 30 мин/ mg 1,4 of benzoquinone 1 g of soil for 30 min					
1. Контроль без обработки и внесения удобрений/ 1. Control without treatment and fertilization	5,17	0,70	0,29	1,5	27.0	27,0	1,64
2. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ без обработки/ 2. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ without treatment	6,10	1,48	0,64	2,3	50.8	43,9	2,24
3. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ без обработки/ 3. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ without treatment	7,14	1,73	0,77	3,6	67.1	44,5	3,65
4. Дискование (контроль)/ 4. Disking (control)	4,97	1,48	0,66	3,5	68.8	44,6	3,65
5. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + дискование/ 5. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + disking	5,48	1,89	0,86	2,3	60.8	46,1	2,29
6. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + дискование/ 6. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + disking	4,86	2,30	1,06	4,2	53.4	50,0	2,29
7. Боронование (контроль)/ 7. Harrowing(control)	4,60	1,12	0,56	3,0	50.1	54,4	1,92
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + боронование/ 8. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + harrowing	5,79	1,48	0,80	2,9	59.1	59,1	1,15
9. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + боронование/ 9. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + harrowing	6,15	2,72	1,48	1,9	81.7	81,7	2,24

Примечание: ИПБС — интегральный показатель биологического состояния почв.

Note: IPBS is an integral indicator of soil biological state.

кислотности (рНв), для горизонта PU агротёмногумусовых глеевых почв свойственна в основном слабокислая реакция среды (от 6,0 до 6,5). Обменная кислотность (рНс) изменялась от слабокислой (5,5) до кислой (4,9). На варианте 7 — боронование (без внесения удобрений) — 4,9; вариант 2 (N₄₅P₆₀K₆₀ без обработки), 8 (N₄₅P₆₀K₆₀ + боронование) — 5,1; 1 (контроль без обработки), 9 (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ + боронование), 6 (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ + дискование) — 5,5. Значительные величины гидролитической кислотности до 6,25 м-экв/100г почвы установлены для вариантов опыта без обработки и внесения удобрений (1), без обработки с внесением удобрений N₄₅P₆₀K₆₀ (2) и N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ (3) — 5,37 м-экв/100г почвы. Дискование почв привело к снижению параметров гидролитической кислотности (до 3,26 м-экв/100г почвы). Применение минеральных удобрений способствовало повышению содержанию фосфора в почвах (до 21 мг/100 г. почвы — варианты 9, 6) и калия (от 10,0 до 20,0 мг/100г почвы — 3, 4, 5, 8, 9). На вариантах 1 и 7 содержание калия достигало средних значений (от 5,10 до 6,5 мг/почвы). Вероятно, это обусловлено потреблением и выносом элемента с вегетативной массой растений. Горизонты PU исследуемых почв среднегумусированы, содержание гумуса достигало ниже средних (от 4,60 до 4,97% — варианты 4, 6, 7) и средних значений (от 5,17 — вариант 1, до 5,79% — вариант 8) (табл.). Внесением минеральных удобрений способствовало усилению протекания процесса гумусообразования. Увеличение показателей содержания гумуса (от 6,10 до 7,14%) зафиксированы на вариантах 2. (N₄₅P₆₀K₆₀) и 3. (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀). На варианте 9 (боронование + N₉₀P₁₂₀K₁₂₀) по сравнению с аналогичным вариантом с дискованием почв (6) количество гумуса превышало таковое на 1,18%. На наш взгляд, связано это с активизацией роста корневой системы растений. Азот, входящий в состав удобрений, оказывал существенное стимулирующее влияние на её развитие [15], а также активизировал деятельность микрофлоры. Усиление микробиологических процессов трансформации органического вещества способствовало большому поступлению остатков растительного происхождения при проведении боронования почв. Подтверждением этому служило повышение оксидоредуктазной (пероксидазной и

полифенолоксидазной) ферментативной активности в горизонте PU. Судя по полифенолоксидазной активности, превращение органических соединений ароматического ряда в компоненты гумуса, более интенсивно происходит на варианте 9 (боронование + N₉₀P₁₂₀K₁₂₀). Возрастанием аэрации почв при бороновании способствует ускорению окислительных процессов и увеличению окислительно-восстановительного потенциала, а внесение минеральных удобрений активизирует деятельность микроорганизмов в почве. Возрастание активности пероксидаз в горизонте PU (вариант 9), играющих важную роль в образовании гумуса, обусловило увеличение коэффициента глубины гумификации [14]. Активность полифенолоксидаз и пероксидаз повысилась, что усилило процессы гумусообразования. В большинстве случаев повышение активности этих ферментов свойственно вариантам со средним уровнем содержания гумуса. Значения коэффициента глубины гумификации на вариантах с боронованием с внесением удобрений, были выше таковых по сравнению с дискованием (табл.). Внесение минеральных удобрений на всех вариантах опыта значительно активизировало деятельность микрофлоры и процессы трансформации органического вещества. Это способствовало росту ферментативной активности и явилось позитивным моментом в процессе трансформации органического вещества почв и повышения плодородия почв.

Каталазная активность (Ка) является одним из показателей биологической активности почв. Обогащенность каталазой горизонте PU исследуемых почв изменялась от ниже средних до средних значений. Дискование почв (вариант 4 (контроль), вариант 6 (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ + дискование)) способствовало усилению Ка. Степень обогащенности Ка горизонта PU на этих вариантах опыта средняя. Проведение боронования с внесением удобрений (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀) привело к снижению каталазной активности. Интегральный показатель биологического состояния почв (ИПБС), рассчитанный на основе ферментативной активности (каталазной, фенолоксидазной, пероксидазной), был высоким во всех вариантах опыта (за исключением контроля без обработки и внесения удобрений). Это указывало на значительную активность микрофлоры в процессах

трансформации органического вещества почв с посевом бобовых трав, активизацию гумусообразования и повышение плодородия почв, обусловленные поверхностной обработкой с внесением удобрений. Подтверждением служило усиление эмиссии CO₂ на вариантах опыта с внесением удобрений. При поверхностной обработке почв, по сравнению с контролем, более высокие показатели эмиссии CO₂ свойственны вариантам 4, 5 и варианту 9.

Установлена наиболее тесная корреляционная связь между содержанием гумуса и эмиссией CO₂ (вариант без обработки почв (r = 0,98)). После проведения поверхностной обработки почв, из-за изменения трансформации органического вещества микрофлорой и ферментативной активности почв статистически достоверная корреляция между этими показателями не проявлялась. Различия в изменении параметров эмиссии CO₂ и оксидоредуктазной ферментативной активности свидетельствовал об отличиях в протекании процессов трансформации органического вещества микрофлорой и процессов гумусообразования при различных системах обработки почв. Тесная связь (r = +0,94) установлена между ИПБС и показателями эмиссии CO₂ при проведении боронования с использованием минеральных удобрений (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀).

Заключение

Проведение поверхностной обработки агротёмногумусовых глеевых почв с посевами бобовых трав и внесением удобрений оказало различное влияние на протекание процесса гумусообразования. В горизонте PU, в исследуемых вариантах опыта с посевом бобовых трав (*Galega orientalis*. Loam), содержание гумуса изменялось в диапазоне ниже средних и средних значений. Внесение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ при бороновании и дисковании почв, стимулировало развитие микрофлоры и способствовало росту оксидоредуктазной активности (фенолоксидазной и пероксидазной). Это значительно усилило протекание процессов гумусообразования в почвах и явилось позитивным моментом в повышении уровня их плодородия. Возрастание параметров эмиссии CO₂ в этих вариантах опыта, на наш взгляд, обусловлено усилением активности микрофлоры в горизонте



ПУ агротемногомусовых глеевых почв. Использование минеральных удобрений на фоне боронования и дискования способствовало сохранению гумуса в почвах. Значительный рост ферментативной активности при бороновании почв с внесением минеральных удобрений вызвал возрастание интегрального показателя биологического состояния почв и коэффициента глубины гумификации. Таким образом, показатели ферментативной активности, эмиссии CO_2 и ИПБС отражающих состояние почвенной микрофлоры и протекающего гумусообразовательного процесса, можно рекомендовать в качестве индикаторов состояния плодородия почв и благополучия экологической обстановки.

Литература

1. Пуртова Л.Н., Тимофеева Я.О., Емельянов А.Н., Полохин О.В. Экологическое состояние агрогенных почв при использовании фитомелиорации // Вестник ДВО РАН. 2015. № 5. С. 22-28.

Об авторах:

Пуртова Людмила Николаевна, доктор биологических наук, главный научный сотрудник сектора органического вещества, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7776-7419>, Purtova@biosoil.ru

Емельянов Алексей Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7112-7856>, Emelyanov.prim@yandex.ru

INFLUENCE OF VARIOUS METHODS OF AGROTECHNICAL PROCESSING ON FERTILITY INDICATORS OF AGROGENIC SOILS OF PRIMORYE

L.N. Purtova¹, A.N. Emelyanov²

¹ Federal Research Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity

² Federal Research Center of agrobiotechnology of the Far East named after A.K. Chaika

The effect of surface tillage, in a field experiment with sowing leguminous grasses and the use of fertilizers in the Primorsky Territory, on the physicochemical indicators of agrogenic soils, biological activity and the process of humus accumulation, has been investigated. The application of mineral fertilizers in all variants of the experiment significantly intensified the activity of microflora and the processes of transformation of organic matter. This contributed to the growth of enzymatic activity and was a positive moment in increasing soil fertility. It was found that the use of fertilizers (N45P60K60, N90P120K120) on the studied variants with surface treatment promoted the activation of microbiological processes and an increase in the activity of enzymes from the class of oxidoreductases (phenoloxidases, peroxidases). In most cases, an increase in the activity of these enzymes is characteristic of variants with an average level of humus. The values of the humification depth coefficient on the variants with harrowing with fertilization were higher than those in comparison with disking. The growth of enzymatic activity promoted an increase in the integral indicator of the biological state of soils. The activation of the process of humus accumulation was accompanied by an increase in the coefficient of the depth of humification. Higher values of CO_2 emission, as one of the indicators of microbiological activity, were recorded for more humus-rich PU horizons of agrogenic soils. The enrichment in catalase (Ka) in the PU horizon of the studied soils varied from below average to average values. Soil disking (option 4 (control), option 6 (N90P120K120 + disking) promoted an increase in Ka. The degree of Ka enrichment of the PU horizon in these variants of the experiment is average. The parameters of CO_2 emission, the content of enzymes to characterize the intensity of biological processes assess the level of soil fertility and their ecological state can be used.

Keywords: fertility, agrogenic soils, enzymes, humus, CO_2 emission, soil cultivation.

References

- Purtova L.N., Timofeeva Y.A.O., Emel'yanov A.N., Polokhin O.V. (2015). *Ehkologicheskoe sostoyaniye agrogennykh pochv pri ispol'zovanii fitomeliyoratsii* [The ecological state of agrogenic soils using phytomelioration]. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian of the Russian Academy of Sciences*, no. 5. Pp. 22-28.
- Khaziev V.K. (2005). *Metody pochvennoy ehntzimologii* [Soil Enzymology Methods]. Moscow: Nauka.
- Li Xiao, Yimei Huard, Quanchao Zend, Junfeng Zhao, Junying Zhou. (2018). Soil enzyme activities and microbial biomass response to crop types on the terraces of the Loess Plateau, China. *Journal of soils and sediments*, no. 18. Pp. 1971-1980.
- Gul'ko, A.E., Khaziev, F.K. (1882). *Fenoloksidazy pochv: produkcirovaniye, immobilizatsiya, aktivnost'* [Soil phenol oxidases: production, immobilization, activity]. *Eurasian Soil Science*, no. 11. Pp. 55-66.
- Chunderova A.I. (1970). *Aktivnost' polifenoloksidazy i peroksidazy v dervno-podzolistykh pochvakh* [Polyphenol oxidase and peroxidase activities in sod-podzolic soils]. *Eurasian Soil Science*, no. 1. Pp. 22-28.

- Zavarzin G.A., Kudayarov V.N. (2006). *Pochva kak glavnyy istochnik uglekislotoy i rezervuar organicheskogo ugleroda na territorii Rossii* [Soil as the main source of carbon dioxide and a reservoir of organic carbon in Russia]. *Vestnik RAN*, vol. 76, no. 1. Pp. 14-29.
- Timonov V.Y.U., Balabanov S.S., Chernysheva N.M. et al. (2010). *Vliyaniye kozlyatnika vostochnogo na pochvennoye plodorodiye* [The influence of the eastern goat's rue on soil fertility]. *Vestnik Kurskoy gos. s.-kh. akademii*, no. 5. Pp. 57-59.
- Ehsedullaev S.G., Shmeleva N.V. (2015). *Vozdelnyaniye kozlyatnika vostochnogo — ehffektivnyy sposob povysheniya plodorodiya dervno-podzolistoy pochvy i produktivnost' sevooborota* [Cultivation of eastern goat's rue is an effective way to increase the fertility of sod-podzolic soil and the productivity of crop rotation]. *Zemledeliye*, no. 1. Pp. 13-15.
- Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. (2004). [Classification and diagnostics of soils in Russia]. Smolensk: Izd-vo Ojkumena.
- Arinushkina E.V. (1970). *Rukovodstvo po khimicheskoy analizu pochv* [Soil Chemical Analysis Guide]. Moscow: Izd-vo MGU.
- Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii (1991). [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moscow: Izd-vo MGU.

- продуктивность севооборота // Земледелие. 2015. № 1. С. 13-15.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Издательство Ойкумена, 2004. 342 с.
- Аринushкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ. 1991. 304 с.
- Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. № 8. С. 918-926.
- Шарков И.Н. Сравнительная характеристика двух модификаций абсорбционного метода определения дыхания почв // Почвоведение. 1987. № 10. С. 153-157.
- Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т., Семенова И.Н. Оценка экологического состояния почв степных агроэкосистем по показателям биологической активности // Вестник НВГУ. 2017. № 1. С. 103-108.
- Аллахвердиев Э.Р., Джафаров Ф.Т., Халилов С.А. Влияние норм удобрений на изменение питательного режима почвы на смешанных посевах ячменя и люцерны // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64. № 2. (380). С. 57-60.

About the authors:

Lyudmila N. Purtova, doctor of biological sciences, chief scientist of the organic matter sector, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7776-7419>, Purtova@biosoil.ru

Alexey N. Emelyanov, candidate of agricultural sciences, director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7112-7856>, Emelyanov.prim@yandex.ru

Purtova@biosoil.ru





ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СЕМЕНОВОДСТВА КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ СРЕДНЕРУССКОГО ЭКОТИПА И ОЦЕНКА ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

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

И.В. Бакулова, И.В. Кабунина

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

По мнению специалистов, коноплю посевную в ближайшей перспективе ожидают неограниченные возможности использования не только в традиционных пищевой и текстильной промышленности, но и в производстве строительных, биокomпозитных, изоляционных материалов, бумаги, медицинских препаратов, в военно-промышленном комплексе. В связи с интенсификацией конопляной отрасли особенную актуальность приобретает формирование достаточного количества посевного материала культуры для обеспечения коноплесеющих хозяйств необходимым количеством семян, так как существующие объемы заметно отстают от потребностей в них. Объектом исследований выступила технология производства семян высших репродукций сортов конопля Сурская, Вера, Надежда селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур». В статье отражены особенности технологии получения семян высших репродукций конопля посевной. Для оценки экономической эффективности производства семян высших репродукций конопля проведен учет основных затрат, для чего рассчитана технологическая карта. Общие производственные затраты на 1 га семенных посевов конопля посевной составили 58731,9 руб. Исходя из средней урожайности за 2016–2020 гг., себестоимость производства 1 ц семян высших репродукций конопля посевной сорта Сурская составляет 8636,9 руб., сорта Вера — 12767,9 руб., сорта Надежда — 17797,5 руб. Высокая цена реализации (50000 руб./ц) обеспечивает соответствующий уровень рентабельности производства семян. В зависимости от сорта он варьирует в пределах 180,9–478,9%, рентабельность продаж составляет 64,4–87,5%.

Ключевые слова: конопля посевная, среднерусский экотип, технология, семеноводство, безнаркотический сорт, эффективность.

Введение

Из конопля посевной (*Cannabis sativa* L.) получают множество как традиционных, так и инновационных экологически чистых продуктов различного направления использования. Конопляное растение выращивается, перерабатывается и используется для производства различных групп товаров. При двустороннем использовании получают урожай волокна и семян; при семенном направлении — главным образом семена; при прядильном направлении, дающим большую массу стеблей (зеленца), преследуют цель получить волокно [1]. Волокно конопля (выход его составляет 16–25%) длинное, грубое, но прочное и хорошо противостоит гниению при длительном пребывании в воде. Из волокна можно получить до 80% длинноволокнистой целлюлозы, которая используется как сырье для производства высококачественной бумаги [2]. В семенах конопля содержится до 38% высыхающего масла, 18–23% белка, 20% крахмала, 15% клетчатки, 4–5% золы [3, 4]. Ценность конопляного масла определяется очень высоким содержанием гамма-изомера токоферола — 85,2%, поэтому конопля является одним из лучших источников промышленного получения гамма-токоферола природного происхождения для нужд фармацевтической промышленности в антиоксидантах [5]. Цветы и листья богаты ценными фитохимическими веществами (каннабиноидами, терпенами и полифенолами), способствующими оздоровлению либо лечению лиц их использующих [6]. Высокие показатели биомассы (6–12 т/га) позволяют рассматривать коноплю как перспективную культуру для получения биотоплива [7]. Выход целлюлозы с 1 га конопля в 5–7 раз выше,

чем дает прирост древесины с 1 га леса, причем качество целлюлозы из конопля значительно выше, чем древесной [8].

Методика проведения исследований

Исследования проводились на опытных полях Обособленного подразделения Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур». Почвы изолированных участков представлены черноземом выщелоченным среднесиловым. Содержание гумуса — 8,0%, гидролизующего азота — 8,02–9,08 мг/100 г, подвижного фосфора — 17,41–19,72 мг/100 г почвы, $S_{\text{осн}}$ — 31,72 мг-экв./100 г почвы.

Семеноводство конопля посевной среднерусского экотипа ведется согласно Методическим указаниям «Производство сортовых семян конопля» [9].

Основой анализа экспериментальных данных служила совокупность методов: анализ и синтез, монографический, расчетно-конструктивный.

Результаты исследований

Начиная с 2010 г. в Российской Федерации отмечена положительная тенденция к увеличению промышленных посевов технической конопля. Если в 2010 г. они составляли 0,87 тыс. га, в 2019 году — 10,2 тыс. га, то в 2020 г. посевы возросли до 10,8 тыс. га. За 10 лет посевные площади под культурой увеличились в 12,4 раза.

В 2020 г. конопля возделывалась в 23 субъектах Российской Федерации: наибольшие посевные площади, занятые коноплей, расположены в Ивановской (1,9 тыс. га), Пензенской (1,7 тыс. га), Брянской (1,0 тыс. га), Калининградской

(0,9 тыс. га), Нижегородской (0,8 тыс. га) областях, в Республике Мордовия (1,3 тыс. га). Сортовые посевы в 2020 г. составили 9,3 тыс. га (86,1%), из них отечественных сортов не менее 70%. Государственный реестр в 2020 г. включал 31 сорт и гибрид конопля посевной, из которых лишь 16 сортов возделывается.

По оценке Минсельхоза РФ, реализация подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства технических культур в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы предусматривает доведение семеноводческих посевов до 845 га и получение более 400 т семян высших репродукций (рис. 1).

По данным экспертов, для обеспечения сырьевой независимости России необходимо обеспечить выращивание конопля на 50 тыс. га посевных площадей.

Основная задача семеноводства сортов конопля среднерусского экотипа заключается в ежегодном воспроизводстве высококачественных семян и поддержании их сортовых характеристик (рис. 2).

Одно из важнейших условий сохранения сортовых свойств конопля посевной — соблюдение пространственной изоляции полей для защиты от биологического засорения семеноводческих участков. Участки посевов конопля различных сортов должны находиться друг от друга на расстоянии не менее 2 км при наличии раздельных лесополос. Если лесополосы отсутствуют — на расстоянии 5 км.

Срок создания оригинальных семян — 3 года. В питомниках размножения первого года (ПР-1) проводится массовый отбор элитных



СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КОНОПЛИ

Производство оригинальных семян конопли к 2025 году



Рис. 1. Производство различных категорий семян конопли к 2025 г.



Рис. 2. Основные задачи семеноводства конопли посевной

растений. В Пензенском НИИСХ общая площадь ПР-1 по трем сортам — Сурская, Вера, Надежда — составляет 1,5 га, где ежегодно отбирается до 1000 родоначальных растений каждого сорта — продуктивных, с характерными признаками сорта. Соцветия отбираются в период массового созревания. Отобранные соцветия сушат, обмолачивают, очищенные семена используют для закладки питомников размножения первого года (ПР-1).

Растения на второй год в питомнике оценивают на сортовую принадлежность, продуктивность, содержание основных каннабиноидов. Методом газожидкостной хроматографии определяют содержание тетрагидроканнабинола (ТГК) и каннабидиола (КБД), на основании чего проводится жесткая браковка растений с повышенным содержанием наркотических соединений. Из растений, отобранных по комплексу хозяйственно ценных признаков, получают

семена, которые высеваются на третий год для получения оригинальных семян (ОС). В Пензенском НИИСХ посевные площади питомников ОС увеличились с 18,4 га в 2015 г. до 60,00 га в 2020 г. В 2021 г. засеяно уже 83,3 га.

Производство оригинальных семян однодомной конопли имеет специфическую особенность. Для поддержания генетически неустойчивого признака однодомности необходимо проведение сортовых и видовых прополок с целью удаления обычной пскони, а также нетипичных и слаборазвитых растений. Иначе, через 3-4 года однодомная конопля практически полностью перерождается в двудомную. Эти работы необходимо проводить своевременно и очень тщательно. Растения обычной пскони выпалывают строго до цветения, выносят их за пределы поля и закапывают на глубину 0,5 м. Прополка во время цветения приводит к увеличению количества мужских растений при

дальнейшем размножении. Данные семеноводческие приемы требуют больших затрат ручного труда, что сказывается на себестоимости производства оригинальных семян. Допустимый уровень содержания растений обычной пскони в сортовых посевах однодомной конопли по международным стандартам составляет: ЭС — 0,01%, РС-1 — 0,02%, РС-2 — 1,00% [10, 11].

Схема семеноводства конопли среднерусского экотипа включает следующие этапы: 1-й год — производство оригинальных семян; 2-й год — производство элитных семян; 3-й год — производство репродукционных семян. Согласно Постановлению Правительства РФ № 101 от 6 февраля 2020 г., законодательно запрещено использовать для посева семена сортовых конопли четвертой и последующих репродукций [12]. Это ограничение вызвано тем, что по мере снижения репродукции продуктивные свойства семян понижаются, а содержание ТГК увеличивается.

Ускоренное размножение семян, реализация генетического потенциала сорта возможны только при строгом соблюдении всех остальных приемов семеноводства — размещении семеноводческих питомников на участках с ровным рельефом по лучшим предшественникам, посеве в ранние сроки, внесении оптимизированных доз удобрений, своевременном проведении уходовых, защитных операций, уборочных работ, качественной послеуборочной обработке семян.

Конопля очень требовательна к плодородию почвы и может давать высокие урожаи только на высокоплодородных, перегнойных землях пониженного рельефа, легких и средних по механическому составу. Бессменная культура приводит к значительному снижению урожайности конопли [13].

Для посева используются однородные, нормального налива семена, по посевным качествам соответствующие действующему стандарту ГОСТ Р 52325-2005, где всхожесть семян не ниже 90%, а чистота не менее 98%.

Для получения высокого урожая семян и увеличения коэффициента размножения лучшими являются ширококормные посевы с междурядьями 70 см с пониженными нормами высева 0,6-0,7 млн семян/га (10-12 кг/га).

По данным исследований Пензенского НИИСХ, семена конопли среднерусского экотипа чаще поражаются возбудителями альтернариоза — 16,2-18,3%, фузариоза — 1,5-2,0%, серой гнили — 0,8-5,0% и мукора — 4,0-8,0%. Поэтому до посева семена необходимо протравить фунгицидом ТМТД, ВСК (3 л/т) и обработать регулятором роста Альбит, ТПС (50 мл/т) [14].

Ранний посев конопли при прогревании почвы до 8-10°C на глубину заделки семян способствует получению дружных всходов, их устойчивости к повреждениям конопляной блохой, создает оптимальные условия для развития растений.

Базовая схема возделывания конопли посевной среднерусского экотипа по чистому пару для получения оригинальных семян представлена в таблице 1.

Для нужд сельского хозяйства сейчас разработан целый ряд различных препаратов с микроэлементами для обработки вегетирующих растений. Применение внекорневой обработки на конопле является фактором повышения урожайности и качества коноплепродукции.



Таблица 1

Основные технологические приемы выращивания конопли посевной

Виды работ	Сроки	Примечание
Вспашка	август	Глубина 25-27 см. Ранняя пахота обеспечивает больший выход волокна и семян
Протравливание семян + обработка регулятором роста	апрель	ТМТД — 3 л/т; регулятор роста Альбит, ТПС (50 мл/т)
Ранневесеннее боронование	апрель	При наступлении физической «спелости» почвы
Внесение минеральных удобрений	апрель	$N_{60-90} P_{60-90} K_{60-90}$ в д.в. (с учетом содержания в почве), перед культивацией с обязательной заделкой в почву
Культивация с боронованием	апрель	Через 5-8 суток после боронования, глубина 6-8 см
Предпосевное прикатывание	апрель-май	Обеспечивается равномерная заделка семян на одинаковую глубину
Посев	конец апреля-начало мая	Глубина 3-4 см
Прикатывание после посева	май	Особенно эффективно в засушливых условиях
Внекорневая подкормка вегетирующих растений	май	Обработка растений в фазе 5-6 листьев
Опрыскивание посевов	май, начало июня	По мере появления сорняков и вредителей. Использование препаратов и их доз согласно регламенту применения
Сортопрочистка 3-кратная	июль	В фазах начала бутонизации–массовой бутонизации. Удаление нетипичных растений с корнем и вынос их за пределы поля
1 междурядная обработка	май	Первая обработка проводится только бритвами на глубину 5 см в период образования у растений 1-2 пар настоящих листьев. Перед началом работы необходимо найти посевные стыковые междурядья; они должны быть стыковыми и при междурядной культивации. На междурядной обработке обычно применяют челночный способ движения. В некоторых случаях целесообразно применение способа движения «односторонний челнок»
2 междурядная обработка	май	Вторая обработка проводится на глубину 8-10 см бритвами и стрелчатыми лапами при появлении 3-х пар листьев
3 междурядная обработка	начало июня	Третья обработка проводится только стрелчатыми лапами на глубину 8-10 см, до смыкания рядков
Дискование вокруг участка 3-кратное	1-е декады мая-июля	Уничтожение сорняков
Уборка прямым комбайнированием	сентябрь	Для прямой механизированной уборки конопли используются комбайны
Очистка вороха на току	сентябрь	Сразу после обмолота (через 2-3 часа). Для предварительной очистки наиболее приемлемы машины: ОВП-20, ОВС-25, СМ-4
Сушка семян	сентябрь	Доведение семян до влажности не более 13%
Сортировка семян	октябрь	Для сортировки используют «Петкус-Гигант». Для отделения крупных примесей из вороха верхние решета устанавливают с круглыми отверстиями от 5 мм, а для удаления мелких примесей подсевные решета с продолговатыми отверстиями шириной 1,7-2,2 мм, средние сортировальные решета устанавливаются с круглыми и продолговатыми отверстиями шириной 2,6-3,0 мм
Затаривание в мешки с укладкой в штабель в складе	октябрь	Затаривание в мешки по 30-35 кг, этикетирование (с указанием культуры, сорта, репродукции, года урожая, сортовой типичности, наименования и номера сортового документа) и укладка в штабеля на деревянные поддоны. Расстояние от поверхности пола до нижнего мешка не менее 15 см, высота штабеля не более 1,7 м

После появления всходов проводят трехкратное рыхление на разную глубину для уничтожения сорняков и улучшения водного и воздушного режима почвы. Многолетний опыт выращивания показывает, что такая обработка дает прибавку урожая семян до 20% и стеблей до 10%. Борьба с сорняками можно также при помощи гербицидов — Фюзилад форте, КЭ, Миура, КЭ против злаковых; Лонтрел Гранд, ВДГ против двудольных видов, можно использовать баковые смеси препаратов.

Важно своевременно провести обработку посевов инсектицидами от конопляной блошки, которая способна наполовину снизить урожай маслосемян.

Уборка семян конопли среднерусского эко-типа проводится прямым комбайнированием зерноуборочными комбайнами. Задержка с обмолотом, неблагоприятные погодные условия уборки снижают качество семян конопли. При определении срока обмолота семенных посевов надо учитывать степень влажности семян. Сухие семена при обмолоте дробятся, а влажные получают микроповреждения, снижающие их всхожесть. Оптимальной для уборки семян конопли является влажность 13-16%.

Из комбайна обмолоченная масса сразу же отвозится на ток, где ее пропускают через ОВП

или ОВС. Очищенные семена пропускают через сушилку или сушат под навесом на открытом воздухе, как можно чаще вороша слой в перпендикулярных направлениях. Слой семян при этом не должен превышать 10-15 см. При доведении семян до кондиционной влажности проводится финишная сортировка на зерноочистительных машинах, семена зашиваются в мешки, этикетируются, складываются в сухое помещение. Одновременно отбираются пробы семян для проведения предварительного анализа на посевные качества семян (всхожесть, засоренность).

Для оценки эффективности получения семян высших репродукций конопли среднерусского экотипа была составлена технологическая карта и рассчитана структура производственных затрат.

Из данных таблицы 2 видно, что общие производственные затраты на 1 га семенных посевов конопли посевной составляют 58731,9 руб.

Анализ структуры затрат показывает, что наибольшую долю составляют затраты на оплату труда — 30,5%, удобрения — 10,9%, ядохимикаты — 10,2%. Высокая доля оплаты труда обусловлена применением ручного труда при проведении трехкратных сортовых и видовых сортопрочинок.

В ОП Пензенский НИИСХ выход подработанных семян нестабилен по годам (рис. 3), в среднем за 2016-2020 гг. у сорта Сурская он составил 6,8 ц/га, у сорта Вера — 4,6 ц/га, у сорта Надежда — 3,3 ц/га.

Исходя из этого, себестоимость 1 ц семян сорта Сурская составила 8636,9 руб., сорта Вера — 12767,9 руб., сорта Надежда — 17797,5 руб.

Финансовые результаты от производства семян высших репродукций с 1 га представлены в таблице 3.

Рентабельность — это экономический показатель, который показывает, насколько эффективно используются вложенные средства. В наших расчетах такой высокий показатель за счет цены реализации 50000 руб./ц, которая обусловлена активным рыночным спросом на семена конопли.

Рентабельность продаж — также один из основных финансовых показателей, отражающий отношение прибыли к выручке. Она показывает, сколько прибыли получает компания с каждого рубля выручки. В нашем случае, в 1 руб. выручки от продажи семян сорта Сурская — 82,7 коп. прибыли, в 1 руб. выручки от продажи семян сорта Вера — 87,5 коп. прибыли, в 1 руб. выручки от продажи семян сорта Надежда — 64,4 коп. прибыли.



Таблица 2

Затраты на производство семян высших репродукций конопли посевной

	На 1 га		На 1 ц семян, руб.		
	тыс. руб.	структура, %	сорт Сурская	сорт Вера	сорт Надежда
Оплата труда	17902,3	30,5	2632,7	3891,8	5424,9
ГСМ	4108,1	7	604,1	893,1	1244,9
Автотранспорт	1112,8	1,9	163,6	241,9	337,2
Электроэнергия	704,8	1,2	103,6	153,2	213,6
Семена	5000	8,5	735,3	1087,1	1515,2
Удобрения	6400	10,9	941,2	1391,3	1939,4
Ядохимикаты	6024,5	10,2	885,8	1309,7	1825,6
Амортизация	3817,6	6,5	561,4	829,9	1156,8
Текущий ремонт	2933,5	5	431,4	637,7	888,9
Прочие прямые затраты	939,7	1,6	138,2	204,3	284,8
Итого прямых затрат	48943,3	83,3	7197,4	10639,9	14831,3
Накладные расходы	9788,6	16,7	1439,5	2128,0	2966,2
Всего затрат	58731,9	100	8636,9	12767,9	17797,5

Заключение

Конопля посевная среднерусского экотипа широко востребована сельхозтоваропроизводителями и переработчиками, поэтому семена данной культуры имеют высокую цену реализации и хорошо ликвидны по объемам. Технология производства семян конопли имеет ряд особенностей, требующих обязательного исполнения. За счет проведения специализированных семеноводческих операций с применением ручного труда, производство семян высших репродукций конопли посевной среднерусского экотипа высокозатратно. Себестоимость 1 ц семян сорта Сурская составляет 8636,9 руб., сорта Вера — 12767,9 руб., сорта Надежда — 17797,5 руб. Однако активный спрос на семена и рыночная цена реализации 50000 руб./ц определяют высокую доходность их производства. Уровень рентабельности производства семян в зависимости от сорта составляет от 180,9 до 478,9%. Рентабельность продаж варьирует в пределах 64,4-87,5%.

Литература

1. Иванов С., Адамович А., Руциныш А. Расширение возможностей использования продукции индустриальной конопли // Теоретический и научно-практический журнал. ИАЭП. 2017. Вып. 91. С. 118-125.
2. Александрова Л.Н. Корреляционная зависимость вегетативных и генеративных признаков конопли при декапитации // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 11-4. С. 5-8.
3. Смирнов А.А., Серков В.А., Зеленина О.Н. К вопросу общей концепции инновационного развития отечественного коноплеводства // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 34-36.
4. Серков В.А., Александрова М.Р., Смирнов А.Д. Развитие коноплеводства в России и мире // Сурский вестник. 2018. № 3 (3). С. 29-36.
5. Вировец В.Г., Верещагин И.В. Перспективный исходный материал на масличность в селекции ненаркотической посевной конопли // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 1. С. 019-023.
6. Разумова О.В., Александров О.С., Сухорада Т.И., Дивашук М.Г., Долгов С.В., Карлов Г.И. Использование полоспецифичных ДНК-маркеров для оценки качества семян однодомных сортов конопли посевной // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 28-35.
7. Субботин И.А., Порсев И.Н., Ильяшенко Ю.А. Элементы фитосанитарной технологии возделывания технической конопли в условиях Курганской области // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 352-359.
8. Серков В.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Новые направления селекции и совершенствование технологии семеноводства конопли посевной: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2019. 155 с.
9. Производство сортовых семян конопли (методические указания). М., 1988. С. 8-12.
10. Бакулова И.В. Первичное семеноводство безнаркотических сортов конопли посевной в условиях Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 4-8.
11. Серков В.А., Смирнов А.А., Бакулова И.В. и др. Возделывание однодомной конопли посевной среднерусского экотипа: практические рекомендации. Пенза, 2018. 37 с.
12. Постановление Правительства РФ № 101 от 6 февраля 2020 г. «Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешенных для культивирования для производства используемых в медицинских целях и (или) ветеринарии наркотических средств и психотропных веществ, для культивирования в промышленных целях, не связанных с производством или изготовлением наркотических средств и психотропных веществ, а также требований к сортам и условиям их культивирования». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202002100008> (дата обращения: 02.06.2021).

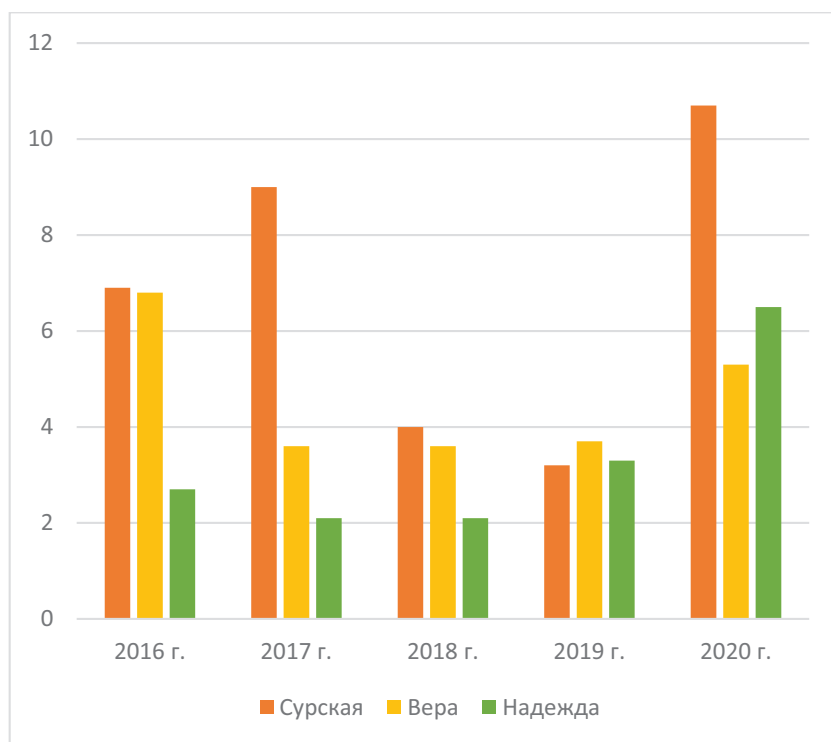


Рис. 3. Урожайность семян конопли посевной в питомниках оригинального семеноводства, ц/га

Таблица 3

Финансовые результаты производства семян конопли, руб.

Показатель	Сорт Сурская	Сорт Вера	Сорт Надежда
Урожайность, ц/га	6,8	4,6	3,3
Себестоимость семян, руб./ц	8 636,9	12 767,9	17 797,5
Цена реализации, руб./ц	50 000,0	50 000,0	50 000,0
Выручка от реализации, руб.	340 000	230 000	165 000
Производственные затраты, руб.	58 730,9	58 732,3	58 731,8
Чистая прибыль, руб.	281 269,1	201 267,7	106 268,2
Уровень рентабельности, %	478,9	342,7	180,9
Рентабельность продаж, %	82,7	87,5	64,4





13. Плотников А.М., Гладков Д.В., Субботин И.А. Урожайность семян конопли при применении минеральных удобрений и гербицидов // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 3 (69). С. 64-67.

14. Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В. Влияние элементов агротехники на формирование листовой поверхности, засоренность посевов и урожайность растений конопли посевной в условиях Среднего

Поволжья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64. № 1 (379). С. 26-30.

Об авторах:

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

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

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF SEED PRODUCTION OF HEMP SEED OF THE CENTRAL RUSSIAN ECOTYPE AND EVALUATION OF ITS EFFECTIVENESS

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

I.V. Bakulova, I.V. Kabunina

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

According to experts, in the near future, hemp is expected to be used not only in the traditional food and textile industries, but also in the production of construction, biocomposite, insulation materials, paper, medical preparations, and in the military-industrial complex. In connection with the intensification of the hemp industry, the formation of a sufficient amount of crop seed material to provide hemp-growing farms with the necessary amount of seeds is particularly relevant, since the existing volumes are noticeably behind the needs for them. The object of research was the technology of production of seeds of higher reproductions of hemp varieties Surskaya, Vera, Nadezhda of selection of the Federal Scientific Center of Bast Crops. The article reflects the features of the technology of obtaining seeds of higher reproductions of hemp seed. To assess the economic efficiency of the production of seeds of higher reproductions of the conopli, the main costs were taken into account, for which the technological map was calculated. The total production costs for 1 ha of seed crops of hemp were 58731.9 rubles. Based on the average yield for 2016-2020, the cost of production of 1 c of seeds of higher reproductions of hemp of the Surskaya variety is 8636.9 rubles, Vera varieties — 12767.9 rubles, Nadezhda varieties — 17797.5 rubles. The high selling price of 50,000 rubles/c provides an appropriate level of profitability of seed production. Depending on the variety, it varies in the range of 180.9-478.9%, the return on sales is 64.4-87.5%

Keywords: seed hemp, Central Russian ecotype, seed production technology, drug-free variety, efficiency.

References

- Ivanovs, S., Adamovichs, A., Rutsinysh, A. (2017). Rasshirenie vozmozhnostei ispol'zovaniya produktov industrial'noi konopli [Expansion of the possibilities of using industrial hemp products]. *Teoreticheskiy i nauchno-prakticheskiy zhurnal. IAEHP* [Theoretical and scientific-practical journal. IAEHP], issue 91, pp. 118-125.
- Aleksandrova, L.N. (2016). Korrelyatsionnaya zavisimost' vegetativnykh i generativnykh priznakov konopli pri dekapitatsii [Correlation dependence of vegetative and generative signs of cannabis during decapitation]. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* [Modern trends in the development of science and technology], no. 11-4, pp. 5-8.
- Smirnov, A.A., Serkov, V.A., Zelenina, O.N. (2011). K voprosu obshchei konseptsii innovatsionnogo razvitiya otechestvennogo konoplevodstva [On the issue of the general concept of innovative development of domestic hemp production]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 12, pp. 34-36.
- Serkov, V.A., Aleksandrova, M.R., Smirnov, A.D. (2018). Razvitiye konoplevodstva v Rossii i mire [Development of horse breeding in Russia and the world]. *Surskii vestnik*, no. 3 (3), pp. 29-36.
- Virovets, V.G., Vereshchagin, I.V. (2014). Perspektivnyi iskhodnyi material na maslitsnost' v selektsii nenarkoticheskoi posevnoi konopli [Perspective source material for oil content in the selection of non-narcotic seeded hemp]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university], no. 1, pp. 019-023.
- Razumova, O.V., Aleksandrov, O.S., Sukhorada, T.I., Divashuk, M.G., Dolgov, S.V., Karlov, G.I. (2014). Ispol'zovanie polospetsifichnykh DNK-markerov dlya otsenki kachestva semyan odnodomnykh sortov konopli posevnoi [The use

of gender-specific DNA markers for assessing the quality of seeds of monoecious varieties of hemp]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev agricultural academy], no. 4, pp. 28-35.

7. Subbotin, I.A., Porsev, I.N., Il'yashenko, Yu.A. (2017). Ehlementy fitosanitarnoi tekhnologii vozdeleyvaniya tekhnicheskoi konopli v usloviyakh Kurganskoi oblasti [Elements of phytosanitary technology of cultivation of technical hemp in the conditions of the Kurgan region]. *APK Rossii* [Agro-industrial complex of Russia], vol. 24, no. 2, pp. 352-359.

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

9. Proizvodstvo sortovykh semyan konopli (metodicheskie ukazaniya) (1988). [Production of varietal hemp seeds (guidelines)]. Moscow, pp. 8-12.

10. Bakulova, I.V. (2021). Pervichnoye semenovodstvo beznarkoticheskikh sortov konopli posevnoi v usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Primary seed production of non-narcotic varieties of hemp in the conditions of the Middle Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 5, pp. 4-8.

11. Serkov, V.A., Smirnov, A.A., Bakulova, I.V. i dr. (2018). Vozdeleyvaniye odnodomnoi konopli posevnoi srednerusskogo ehkotiya: prakticheskie rekomendatsii [Cultivation of monoecious hemp of the Central Russian ecotype: practical recommendations]. Penza, 37 p.

12. Postanovleniye Pravitel'stva RF № 101 ot 6 fevralya 2020 g. «Ob ustanovlenii sortov narkosoderzhashchikh rastenii, razreshennykh dlya kul'tivirovaniya dlya proizvod-

stva ispol'zuemykh v meditsinskikh tselyakh i (ili) veterinarii narkoticheskikh sredstv i psikhotropnykh veshchestv, dlya kul'tivirovaniya v promyshlennyykh tselyakh, ne svyazannykh s proizvodstvom ili izgotovleniem narkoticheskikh sredstv i psikhotropnykh veshchestv, a takzhe trebovaniy k sortam i usloviyam ikh kul'tivirovaniya» [Decree of the Government of the Russian Federation No. 101 of February 6, 2020 "On the establishment of varieties of narcotic plants allowed for cultivation for the production of narcotic drugs and psychotropic substances used for medical purposes and (or) veterinary medicine, for cultivation for industrial purposes not related to the production or manufacture of narcotic drugs and psychotropic substances, as well as requirements for varieties and conditions of their cultivation"]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202002100008> (accessed: 02.06.2021).

13. Plotnikov, A.M., Gladkov, D.V., Subbotin, I.A. (2018). Urozhainost' semyan konopli pri primeneni mineral'nykh udobrenii i gerbitsidov [Productivity of hemp seeds in the application of mineral fertilizers and herbicides]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International research journal], no. 3 (69), pp. 64-67.

14. Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V., Bakulova, I.V. (2021). Vliyaniye ehlementov agrotekhniki na formirovaniye listovoi poverkhnosti, zasorennost' posevov i urozhainost' rastenii konopli posevnoi v usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Influence of agricultural technology elements on the formation of the leaf surface, crop contamination and crop yield of hemp plants in the Middle Volga region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 64, no. 1 (379), pp. 26-30.

About the authors:

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

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

i.kabunina.pnz@fncl.ru



ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А.Н. Морозов, Д.В. Дубовик, Е.В. Дубовик, Б.С. Ильин

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

Проведены исследования по влиянию приемов основной обработки почвы: вспашка с оборотом пласта (20-22 см), комбинированная обработка (дискование + чизель, 20-22 см), поверхностная обработка (дискование, до 8 см), прямой посев (No-till) на влагообеспеченность и засоренность посевов озимой пшеницы и ярового ячменя в почвенно-климатических условиях Курской области. В результате исследований установлено, что в весенний период наибольший запас продуктивной влаги в метровом слое почвы формировался при прямом посеве и составлял под озимой пшеницей 120,2 мм, яровым ячменем — 117,0 мм. К уборке озимой пшеницы и ярового ячменя, при минимизации приемов основной обработки почвы и особенно прямом посеве, отмечалось снижение эффективного использования влаги на формирование урожая озимой пшеницы. Установлено влияние изучаемых приемов основной обработки почвы на уровень засоренности посевов. Так, в фазе весеннего кущения озимой пшеницы минимальное количество малолетних и многолетних сорняков отмечалось на вспашке (7,2 шт./м²), а максимальное при прямом посеве — 127,4 шт./м². Такая же закономерность выявлена и на посевах ярового ячменя. Здесь также наименьшая степень засоренности посевов была при вспашке (18,4 шт./м²), а самая высокая — при прямом посеве (380,8 шт./м²). Но на яровом ячмене уровень засоренности посевов к уборке на прямом посеве значительно снизился и стал немного меньше, чем на вспашке. В целом можно отметить, что наиболее благоприятные условия вегетации, как в фитосанитарном состоянии посевов, так и в достаточной их влагообеспеченности, отмечались на фоне вспашки, что способствовало более эффективному потреблению влаги и получению наиболее высокой урожайности озимой пшеницы и ярового ячменя.

Ключевые слова: обработка почвы, влагообеспеченность, засоренность посевов, озимая пшеница, яровой ячмень.

Введение

На современном этапе сельскохозяйственного производства, при переходе на ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур, в зоне неустойчивого увлажнения одними из основных факторов, характеризующих условия вегетации и формирования урожайности зерновых культур, являются водный режим почвы и фитосанитарное состояние посевов [1].

Водный режим почвы влияет на протекание физических, химических и микробиологических процессов, которые определяют содержание элементов питания в почве и поступление их с водой в растения [2]. В свою очередь, на водный режим почвы, кроме всех прочих факторов, оказывают влияние способы основной обработки почвы [3]. Благодаря улучшению фильтрационной способности, снижению испарения влаги и повышению мощности корнеобитаемого слоя, выбор рациональной системы основной обработки почвы может существенно улучшить влагообеспеченность посевов и повысить эффективность использования запасов продуктивной влаги [4].

Важным показателем, характеризующим фитосанитарные условия вегетации зерновых культур, является наличие сорных растений. Они составляют конкуренцию культурным растениям за основные жизненные факторы: выносятся питательные элементы из почвы, расходуют продуктивную влагу. Кроме этого, сорняки являются промежуточными хозяевами болезней и вредителей [5]. Все это приводит к снижению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур [6].

Одним из способов борьбы с сорной растительностью является механическая обработка почвы [7]. Однако, в связи с широким внедрением ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и переходом к минимизации обработки почвы, вплоть до

полного отказа от нее (технология No-till) [8, 9], наблюдается ухудшение фитосанитарного состояния посевов [10, 11]. В этой связи вопрос выбора основной обработки почвы при возделывании зерновых культур, в частности озимой пшеницы и ярового ячменя, остается открытым и требует дальнейшего изучения.

Целью исследований являлось изучение влияния минимизации приемов основной обработки почвы на изменение влагообеспеченности, засоренности и урожайности озимой пшеницы и ярового ячменя в почвенно-климатических условиях Курской области.

Условия, материалы и методы

Объектами исследования являлись системы основной обработки почвы, включающие отвальные, безотвальные и комбинированные способы обработки, а также прямой посев (технология No-till). При изучении технологических приемов основной обработки почвы в возделывании зерновых культур особое внимание уделялось возможности применения технологии No-till в почвенно-климатических условиях Курской области. При этом учитывалось, что положительный эффект от этой технологии начинается проявляться не ранее четвертого года систематического применения [12]. В этой связи приемы основной обработки почвы изучались во второй ротации четырехпольного зернового севооборота в стационарном полевом опыте ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская область, Курский район, п. Черемушки), заложенном в 2015 г. Севооборот развернут в пространстве и времени, со следующим чередованием культур: горох — озимая пшеница — соя — ячмень.

Схема опыта включала следующие варианты: вспашка с оборотом пласта (20-22 см), комбинированная обработка (дискование 8-10 см + чизель 20-22 см), поверхностная обработка (дискование до 8 см), прямой посев (No-till). Вариант

No-till включал прямой сев сеялкой Дон 114 без какой-либо обработки почвы. Приемы основной обработки почвы применялись систематически с 2015 г. для каждого варианта.

Исследования выполнены в 2019-2020 гг. на озимой пшенице (*Triticum aestivum* L.) сорта Немчиновская 17 и яровом ячмене (*Hordeum vulgare* L. annua) сорта Суздалец.

Почва опытного участка — чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый, со средним содержанием в пахотном слое гумуса — 5,3%, высоким содержанием подвижного фосфора — 189 мг/кг и повышенным обменного калия — 107 мг/кг. Реакция почвенной среды слабощелочная (рН — 5,4). Варианты в полевом опыте размещались систематически в один ярус. Площадь посевной делянки 6000 м² (60×100), повторность трехкратная. Технология возделывания культур севооборота общепринятая для региона за исключением изучаемых технологических приемов обработки почвы.

Запас доступной влаги в метровом слое почвы определяли в период сева (для озимой пшеницы в период весеннего отрастания) и перед уборкой урожая термостатно-весовым методом. Учет засоренности посевов культур севооборота выполнялся в период весеннего массового появления сорняков и перед уборкой урожая количественно-весовым методом [13]. Урожайность культур севооборота определяли методом сплошного учета поделочно с пересчетом на стандартную влажность и 100% чистоту.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

Результаты и обсуждение

В зерновом севообороте озимая пшеница размещалась по лучшему непаровому предшественнику (гороху), что обеспечивает достаточный период (от уборки предшественника до



посева озимых) для пополнения запаса продуктивной влаги в почве. Однако, в связи с нестабильным выпадением осадков в период с июля по август, большое значение имеет минимизация приемов основной обработки почвы, обеспечивающая сохранение запасов продуктивной влаги ко времени сева озимой пшеницы.

В проведенных нами исследованиях в фазе всходов озимой пшеницы запасы влаги в метровом слое почвы характеризовались как удовлетворительные и подтверждали лучшую обеспеченность влагой при применении поверхностной обработки и прямого посева. В дальнейшем при весеннем отрастании озимой пшеницы ввиду небольшого количества осадков осенне-зимнего периода тенденция сохранялась. Наибольший запас продуктивной влаги в метровом слое почвы наблюдался при прямом посеве и составлял 120,2 мм (табл. 1). В то же время в варианте со вспашкой запас влаги был ниже на 7,0 мм, поверхностной обработкой — на 12,9 мм, комбинированной обработкой — на 23,1 мм. К уборке озимой пшеницы запасы продуктивной влаги снизились и определялись водопотреблением сформировавшейся биомассы озимой пшеницы и сорных растений.

Расчет коэффициента водопотребления, характеризующего потребность сельскохозяйственных культур в воде для образования 1 т сухой биомассы, позволил установить более продуктивное потребление влаги в варианте с применением вспашки. При минимизации приемов основной обработки почвы и особенно прямом посеве отмечалось снижение эффективного использования влаги на формирование урожая озимой пшеницы.

Посевы озимой пшеницы характеризуются повышенной способностью к подавлению сорных растений, однако существенную роль в этом играет создание оптимальных условий вегетации культуры. По результатам исследований наиболее благоприятные условия для роста и развития озимой пшеницы складывались при вспашке. Ее применение обеспечило не только достаточное накопление продуктивной влаги, улучшение агрофизических свойств и повышение биологической активности почвы, но и низкую степень засоренности посевов. Так, в фазе весеннего кущения озимой пшеницы минимальное количество малолетних и многолетних сорняков отмечалось на вспашке (табл. 2). При использовании комбинированной обработки численность малолетних сорняков увеличилась в 3,3 раза, поверхностной обработкой — в 2,6 раза, прямого посева — в 18,9 раз. Количество многолетних сорных растений в варианте с комбинированной обработкой было выше в 3,0 раза, поверхностной обработкой — в 4,0 раза, прямым посевом — в 8,0 раз.

Основной фон засоренности озимой пшеницы составляли: латук компасный (*Lactuca serriola*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr), просо куриное (*Echinochloa crus-galli*) и др. В варианте с прямым посевом преобладал однолетний озимый злаковый сорняк коостер ржаной (*Bromus secalinus*). Из многолетних сорных растений встречались бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и осот полевой (*Sonchus arvensis*).

Учитывая, что количество сорных растений не всегда отражает их вредность было рассмотрено влияние способов основной обработки почвы на изменение воздушно-сухой массы сорняков и урожайность озимой пшеницы (рис. 1).

Минимизация приемов основной обработки почвы и прямой посев способствовали увеличению воздушно-сухой массы сорняков в фазе весеннего кущения озимой пшеницы в 7,2, 2,6 и 40,6 раза по сравнению с вспашкой. Перед уборкой наблюдалось увеличение массы сорняков с минимальным ее нарастанием при прямом посеве.

Следует отметить, что к моменту уборки нарастающая масса сорняков не составляла большой конкуренции растениям озимой пшеницы, потому как культура проходила завершающую стадию созревания зерна и практически

сформировала урожай. В результате, несмотря на увеличившуюся воздушно-сухую массу сорняков, наибольшая урожайность озимой пшеницы — 5,03 т/га была получена по вспашке. В варианте с комбинированной обработкой урожайность снизилась на 1,01 т/га, поверхностной обработкой — на 1,30 т/га, прямым посевом — на 1,97 т/га. Снижение урожайности озимой пшеницы при минимизации основной обработки почвы и особенно прямом посеве очевидно связано с засоренностью посевов в период весеннего возобновления вегетации озимой

Таблица 1

Влагообеспеченность и водопотребление озимой пшеницы

Вариант опыта	Запас доступной влаги в почве, мм		Суммарное водопотребление, м ³ /га	Сухое вещество озимой пшеницы, т/га	Коэффициент водопотребления
	весна	конец вегетации			
Вспашка	113,2	35,3	2975,0	10,56	282
Комбинированная обработка	97,1	50,6	2661,0	8,57	311
Поверхностная обработка	107,3	58,8	2681,0	7,76	346
Прямой посев	120,2	72,5	2673,0	6,15	435
НСР ₀₅	2,6	3,0	-	0,8	-

Таблица 2

Засоренность посевов озимой пшеницы в фазе весеннего кущения

Вариант опыта	Количество сорняков, шт./м ²		
	малолетних	многолетних	всего
Вспашка	6,4	0,8	7,2
Комбинированная обработка	20,8	2,4	23,2
Поверхностная обработка	16,8	3,2	20,0
Прямой посев	121,0	6,4	127,4
НСР ₀₅	11,8	2,1	8,1

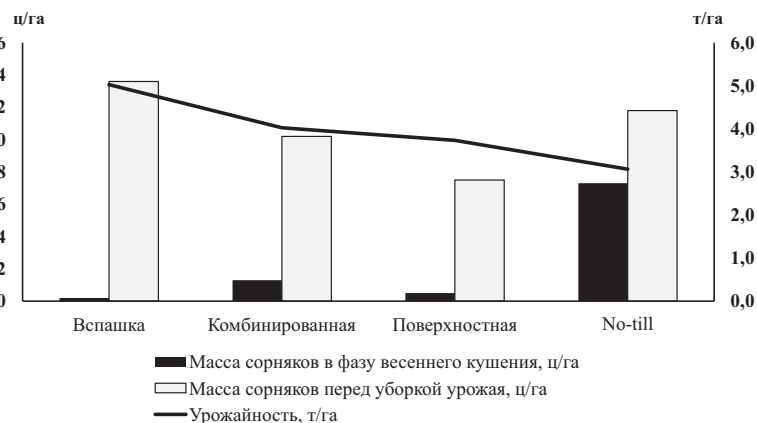


Рис. 1. Влияние приемов обработки почвы на воздушно-сухую массу сорняков и урожайность озимой пшеницы

Таблица 3

Влагообеспеченность и водопотребление ячменя

Вариант опыта	Запас доступной влаги в почве, мм		Суммарное водопотребление, м ³ /га	Сухое вещество ячменя, т/га	Коэффициент водопотребления
	начало вегетации	конец вегетации			
Вспашка	109,2	26,6	2998,0	6,28	477
Комбинированная обработка	116,8	51,8	2822,0	5,32	530
Поверхностная обработка	114,3	55,0	2765,0	5,04	548
Прямой посев	117,0	54,4	2798,0	4,85	577
НСР ₀₅	2,3	2,1	-	0,2	-



пшеницы и подтверждается высокой обратной корреляционной связью ($r = -0,81$ для количества сорняков и $r = -0,78$ для воздушно-сухой массы сорняков).

Изучаемые приемы основной обработки почвы оказывали влияние на влагообеспеченность посевов ярового ячменя (табл. 3). Так, в фазе всходов наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы наблюдались в варианте с прямым посевом (117,0 мм), что было на 2,4% выше по сравнению с поверхностной обработкой, на 0,2% выше, чем с комбинированной обработкой и на 7,1% выше, чем по вспашке. К уборке ячменя расход запасов продуктивной влаги определялся водопотреблением сформировавшегося агрофитоценоза ячменя и составил по вспашке 75,6%, комбинированной обработке — 55,7%, поверхностной обработке — 51,9%, прямому посеву — 53,5%.

Коэффициент водопотребления ячменя наименьшее значение имел по вспашке, что характеризует этот прием основной обработки почвы как наиболее эффективный в использовании влаги на формирование 1 т сухой биомассы ячменя. При минимизации приемов основной обработки почвы и особенно прямом посеве отмечается увеличение коэффициента водопотребления, которое свидетельствует о снижении эффективности потребления влаги при формировании урожая ячменя.

Результаты учета засоренности посевов ячменя показали, что изучаемые приемы основной

обработки почвы оказывают существенное влияние на динамику популяции сорных растений (табл. 4). Так, в фазе кущения в структуре сорного компонента при всех способах обработки почвы преобладали малолетние сорняки и составляли: на вспашке — 95,6%, комбинированной обработке — 85,4%, поверхностной обработке — 93,2%, прямом посеве — 98,9%. При этом в агрофитоценозе ячменя минимальное количество малолетних сорных растений наблюдалось в варианте с отвальной обработкой (вспашка). При переходе на комбинированную, поверхностную и нулевую обработку численность малолетних сорняков по сравнению с вспашкой была выше в 1,6, 1,9 и 21,4 раза соответственно по обработкам. По многолетним сорным растениям также отмечено увеличение их количества по сравнению со вспашкой в 6,0 раз при комбинированной обработке, в 3,0 раза при поверхностной обработке и в 5,0 раз при прямом посеве.

Перед уборкой ячменя в вариантах с применением вспашки, комбинированной и поверхностной обработок почвы, по сравнению с первоначальным уровнем, наблюдалось увеличение численности как малолетних, так и многолетних сорных растений. В то же время при нулевой обработке почвы отмечалось значительное увеличение численности многолетних (в 14,6 раза) и снижение количества малолетних (в 15,2 раза) сорняков. В результате в варианте с прямым посевом к концу вегетации

ячменя в структуре сорного компонента стали преобладать многолетние сорняки (70,2%), в основном представленные кислицей обыкновенной (*Oxalis acetosella*), а общая численность сорных растений по сравнению со вспашкой снизилась на 28,3%. В вариантах с применением комбинированной и поверхностной обработки почвы общее количество сорняков было выше по сравнению со вспашкой в 4,2 и 5,2 раза соответственно.

Для выявления вредоносного влияния сорного компонента в агрофитоценозе ячменя было рассмотрено влияние изучаемых приемов основной обработки почвы на изменение воздушно-сухой массы сорняков и его урожайность (рис. 2). Так, в фазе кущения ячменя при минимизации обработки почвы (комбинированная, поверхностная и прямой посев) воздушно-сухая масса сорняков была в 2,2-15,0 раз выше по сравнению со вспашкой.

Перед уборкой урожая масса сорняков по вспашке увеличилась в 8,3 раза, при комбинированной и поверхностной обработках — в 8,7 и 10,1 раза, а в варианте с прямым посевом отмечено незначительное снижение. Минимальный вес и нарастание воздушно-сухой массы сорняков при применении вспашки способствовали формированию наибольшего урожая ячменя (3,78 т/га). При переходе на комбинированную обработку почвы, по сравнению со вспашкой, урожайность снижалась на 0,76 т/га, поверхностную — на 1,00 т/га, прямой посев — на 1,29 т/га. Как видно, при минимизации приемов основной обработки почвы и прямом посеве отмечается снижение урожайности ячменя, что связано с засоренностью посевов в критический для роста и развития культуры период — фаза кущения ($r = -0,66$ для количества сорняков и $r = -0,69$ для воздушно-сухой массы сорняков).

Выводы

Приемы основной обработки почвы играют важную роль в регулировании условий вегетации зерновых колосовых культур, в частности создания благоприятного водного режима почвы и улучшения фитосанитарного состояния посевов.

Минимизация приемов основной обработки почвы и прямой посев при возделывании озимой пшеницы и ярового ячменя способствуют лучшей влагообеспеченности посевов в период появления всходов, но в то же время приводят к увеличению численности и массы сорняков в критические для роста и развития зерновых культур периоды, в результате чего возрастает непродуктивный расход влаги и снижается их урожайность. Наиболее благоприятные условия вегетации, как в фитосанитарном состоянии посевов, так и в достаточной их влагообеспеченности, отмечались на фоне вспашки, что способствовало более эффективному потреблению влаги и получению наиболее высокой урожайности озимой пшеницы и ярового ячменя.

Литература

- Дриггер В.К., Стукалов Р.С. Оценка No-till технологии выращивания озимой пшеницы, в сравнении с традиционной, в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 10. С. 39-42.
- Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Кудашкин П.И. Изменение показателей плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Приобья при использовании технологии No-till // Агрохимия. 2019. № 12. С. 16-21. doi: 10.1134/S000218811912010X

Влияние способов основной обработки почвы на засоренность посевов ячменя

Вариант опыта	Количество сорняков, шт./м ²		
	малолетних	многолетних	всего
Начало вегетации			
Вспашка	17,6	0,8	18,4
Комбинированная обработка	28,0	4,8	32,8
Поверхностная обработка	32,8	2,4	35,2
Прямой посев	376,8	4,0	380,8
НСР ₀₅	9,5	2,6	3,4
Перед уборкой урожая			
Вспашка	108,0	8,0	116,0
Комбинированная обработка	474,4	16,8	491,2
Поверхностная обработка	594,4	4,0	598,4
Прямой посев	24,8	58,4	83,2
НСР ₀₅	2,3	2,6	2,7

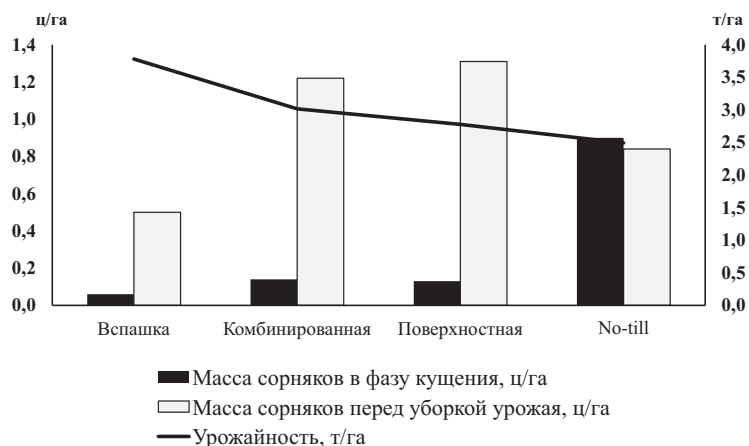


Рис. 2. Влияние приемов обработки почвы на воздушно-сухую массу сорняков и урожайность ячменя





3. Ильина Т.А., Ильин А.Н., Васильев О.А. Влияние технологий обработки на запасы влаги в серой лесной почве Чувашии // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (46). С. 8-11. doi: 10.12737/article_5a5f0410f0ba45.73690952
4. Гребенников А.М., Фрид А.С., Сапрыкин С.В., Чевердин Ю.И. Влияние применения различных способов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агрочерноземах // Агрохимия. 2019. № 8. С. 40-47. doi: 10.1134/S0002188119080052
5. Захаренко В.А. Экономическая оценка фитосанитарного состояния агроэкосистем в земледелии России // Агрохимия. 2003. № 10. С. 29-40.
6. Волынкина О.В., Гилев С.Д., Ионина Н.В. Засоренность посевов яровой пшеницы и ее продуктивность в

- различных агротехнологиях и зонах Курганской области // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 16-20.
7. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. 2014. № 5. С. 13-16.
8. Дригидер В.К., Иванов А.Л., Белобров В.П., Кутюва О.В. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева // Почвоведение. 2020. № 9. С. 1111-1120. doi: 10.31857/S0032180X20090038
9. Derpcsh, R., Franzluebbers, A.J., Duiker, S.W., Reicosky, D.C., Koeller, K., Friedrich, T., Sturny, W.G., Sa, J.C.M., Weiss, K. (2014). Why do we need to standardize no-tillage research? *Soil and Tillage Research*, vol. 137, pp. 16-22.

10. Тимофеев В.Н., Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы в условиях Северного Завуралья // Земледелие. 2016. № 2. С. 18-22.
11. Турусов В.И., Гармашов В.И., Нужная Н.А., Корнилов И.М. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от приемов обработки почвы, внесения минеральных удобрений и гербицидов // Защита и карантин растений. 2018. № 10. С. 13-16.
12. Дригидер В.К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву (методические рекомендации). Ставрополь: Сервисшкола, 2020. 69 с.
13. Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И. и др. Практикум по земледелию. М.: КолосС, 2004. 424 с.

Об авторах:

Морозов Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4870-2995>, alex.morozoff76@yandex.ru

Дубовик Дмитрий Вячеславович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1585-6990>, dubovikdm@yandex.ru

Дубовик Елена Валентиновна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, dubovikdm@yandex.ru

Ильин Борис Сергеевич, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7423-258X>, kniapp@mail.ru

MOISTURE AVAILABILITY AND WEED INFESTATION OF GRAIN CROPS DEPENDING ON THE PRACTICES OF PRIMARY TILLAGE

A.N. Morozov, D.V. Dubovik, E.V. Dubovik, B.S. Ilyin

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Studies have been conducted on the influence of primary tillage practices (moldboard plowing 20-22 cm deep), combined tillage (disking + chisel) 20-22 cm, surface tillage (disking) up to 8 cm, direct sowing (No-till), on the moisture availability and weed infestation of winter wheat and spring barley, under the soil and climatic conditions of Kursk region. As a result of the research, it was found that in the spring period, the largest reserve of productive moisture in the meter soil layer was formed in case of direct sowing and amounted to 120.2 mm under winter wheat, 117.0 mm under spring barley. By harvesting the winter wheat and spring barley, when minimized methods of primary tillage and especially direct sowing were used, there was a decrease in the effective use of moisture for the formation of winter wheat yield. The influence of the studied practices of primary tillage on the level of weed infestation of crops was established. Thus, in the spring tillering phase of winter wheat, minimum number of annual and perennial weeds was noted in case of plowing (7.2 pcs/m²), and maximum number with direct sowing (127.4 pcs/m²). The same pattern was revealed in spring barley. Here the lowest degree of weed infestation of crops was also with plowing (18.4 pcs/m²), and the highest degree with direct sowing (380.8 pcs/m²). But in spring barley the level of weed infestation of crops by harvesting time decreased significantly in case of direct sowing and became slightly less compared with plowing. In general, it can be noted that the most favorable growing conditions, both in the phytosanitary state of crops and in their sufficient moisture supply, were observed against the background of plowing, which contributed to more efficient moisture consumption and obtaining the highest yield of winter wheat and spring barley.

Keywords: tillage, moisture availability, weed infestation, winter wheat, spring barley.

References

1. Dridiger, V.K., Stukalov, R.S. (2015). Otsenka No-till tekhnologii vyrashchivaniya ozimoi pshenitsy, v sravnenii s traditsionnoi, v zone neustoiichivogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraia [Estimation of No-till technology of winter wheat cultivation in comparison with the traditional one in the zone of unstable moistening of Stavropol' krai]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 10, pp. 39-42.
2. Vlasenko, A.N., Vlasenko, N.G., Kudashkin, P.I. (2019). Izmenenie pokazatelei plodorodiya chernozema vyshchelochennogo lesostepi Priob'ya pri ispol'zovanii tekhnologii No-till [Change of fertility indicators of the leached chernozem of forest-steppe of Ob Region when using technology No-Till]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 12, pp. 16-21. doi: 10.1134/S000218811912010X
3. Il'ina, T.A., Il'in, A.N., Vasil'ev, O.A. (2017). Vliyanie tekhnologii obrabotki na zapasy vlagi v seroi lesnoi pochve Chuvashii [In the gray forest soil of Chuvashiya] *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], no. 4 (46), pp. 8-11. doi: 10.12737/article_5a5f0410f0ba45.73690952
4. Grebennikov, A.M., Frid, A.S., Saprykin, S.V., Cheverdin, Yu.I. (2019). Vliyanie primeneniya razlichnykh sposobov osnovnoi obrabotki na zapasy produktivnoi vlagi v agrochernozemakh [Effect of applying different methods of primary

- treatment to the stocks of productive moisture in agrochernozems]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 8, pp. 40-47. doi: 10.1134/S0002188119080052
5. Zakharenko, V.A. (2003). Ekonomicheskaya otsenka fitosanitarnogo sostoyaniya agroekosistem v zemledelii Rossii [Economic evaluation of the phytosanitary state of agroecosystems in Russia]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 10, pp. 29-40.
6. Volynkina, O.V., Gilev, S.D., Ionina, N.V. (2017). Zaso-rennost' posevov yarovoi pshenitsy i ee produktivnost' v razlichnykh agrotekhnologiyakh i zonakh Kurganskoi oblasti [Spring wheat crops weediness and its productivity in different agro-zones of the Kurgan]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 3, pp. 16-20.
7. Cherkasov, G.N., Pykhtin, I.G., Gostev, A.V. (2014). Voz-mozhnost' primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh sposobov osnovnoi obrabotki pochvy v razlichnykh regionakh [Possibility of applying no-till and surface methods of primary tillage in various regions]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 13-16.
8. Dridiger, V.K., Ivanov, A.L., Belobrov, V.P., Kutovaya, O.V. (2020). Vostanovlenie svoystv pochv v tekhnologii pry-amogo poseva [Restoration of soil properties by using direct sowing technology]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 9, pp. 1111-1120. doi: 10.31857/S0032180X20090038
9. Derpcsh, R., Franzluebbers, A.J., Duiker, S.W., Reicosky, D.C., Koeller, K., Friedrich, T., Sturny, W.G., Sa, J.C.M.,

- Weiss, K. (2014). Why do we need to standardize no-tillage research? *Soil and Tillage Research*, vol. 137, pp. 16-22.
10. Timofeev, V.N., Perfil'ev, N.V., V'yushina, O.A. (2016). Fitosanitarnee sostoyaniye posevov yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Phytosanitary state of spring wheat crops depending on tillage system under conditions of the Northern Trans-Ural region]. *Zemledelie*, no. 2, pp. 18-22.
11. Turusov, V.I., Garmashov, V.I., Nuzhnaya, N.A., Kornilov, I.M. (2018). Zaso-rennost' posevov ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot priemov obrabotki pochvy, vnesheniya mineral'nykh udobrenii i gerbitsidov [Weed infestation of winter wheat crops depending on methods of soil cultivation, application of mineral fertilizers and herbicides]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 10, pp. 13-16.
12. Dridiger, V.K. (2020). *Osobennosti provedeniya nauchnykh issledovaniy po minimizatsii obrabotki pochvy i pryamomu posevu (metodicheskie rekomendatsii)* [Features of conducting scientific research on minimized tillage and direct sowing (methodological recommendations)]. Stavropol, Servisskhola Publ., 69 p.
13. Vasil'ev, I.P., Tulikov, A.M., Bazdyrev, G.I. i dr. (2004). *Praktikum po zemledeliyu* [Laboratory manual for agronomy]. Moscow, KolosS Publ., 424 p.

About the authors:

Aleksandr N. Morozov, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4870-2995>, alex.morozoff76@yandex.ru

Dmitry V. Dubovik, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1585-6990>, dubovikdm@yandex.ru

Elena V. Dubovik, doctor of biological sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5999-9718>, dubovikdm@yandex.ru

Boris S. Ilyin, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7423-258X>, kniapp@mail.ru

dubovikdm@yandex.ru



ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

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

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

Исследования проводились в течение 2017–2020 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в Пензенской области. Представлены результаты лабораторного и полевого опытов по определению эффективности обработок семян протравителем ТМТД, ВСК и удобрением Изагри Форс, а также опрыскивания удобрением Изагри Фосфор растений однодомной конопли посевной сорта Надежда. Протравливание семян препаратом ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) обеспечивало подавление 95,3 и 85,5% семенной инфекции, уменьшение распространенности корневых гнилей на 4,2 и 1,8%, повышение полевой всхожести семян на 4,9 и 5,9%, сохранность растений к уборке урожая на 5,7 и 4,9% по сравнению с контролем. Доказано достоверное влияние изучаемого фактора на увеличение содержания масла в семенах на 0,24 и 0,31% и снижение воздушно-сухой массы сорняков в фазе 6–7 листьев на 31,9 и 26,4% по сравнению с контролем. При использовании удобрения Изагри Форс (1,0 и 0,5 л/т) для обработки семян биологическая эффективность протравливания составляла 47,2 и 37%. Распространенность корневых гнилей уменьшалась на 1,8 и 5,4% по сравнению контролем. Обработка семян удобрением в изучаемых дозах влияла на повышение полевой всхожести семян на 3,2 и 3,0%, на повышение сохранности растений к уборке урожая на 5,2 и 3,9% по сравнению с контролем. Внекорневая подкормка удобрением Изагри Фосфор (3,0 л/га) по вегетации растений обеспечивала прирост массы корня и растения на 10,3 и 9,3%, уменьшение воздушно-сухой массы сорняков в среднем за вегетацию на 17,4%, повышение урожайности стеблей на 9,0%, семян — на 6,3%, а также прибавку сбора масла на 13,9% по сравнению с необработанными растениями. Сочетание всех изучаемых факторов при использовании препаратов ТМТД, ВСК и Изагри Форс (5,0 и 1,0 л/т) на фоне внекорневой подкормки позволяло сформировать наибольшую прибавку урожая семян к контролю — 0,37 т/га (41,6%). При этом прибавка урожая стеблей составляла 1,22 т/га (21,9%).

Ключевые слова: конопля посевная, протравитель, минеральные удобрения, сила роста, семенная инфекция, корневые гнили, засоренность, урожайность, сбор масла.

Введение

Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.) является одной из древнейших сельскохозяйственных культур. Долгое время она была одной из важнейших сельскохозяйственных культур Российской империи и Советского Союза. Сегодня посевы культуры занимают всего 10,2 тыс. га. Однако в настоящее время отмечается повышенный интерес к конопле посевной как к сырью для таких отраслей промышленности, как медицинская, пищевая, косметическая, текстильная, легкая, бумажная, строительная, авиационная, автомобильная, военная и топливная [1–3].

Новые сорта конопли, обладающие значительным потенциалом продуктивности, способны реализовать свои возможности только на высоком агротехническом фоне. Важная роль в решении данной задачи принадлежит испытанию и внедрению в современные агротехнологии эффективных приемов защиты растений. Разработка комплексной системы защиты конопли посевной, как и любой культуры, включает обеспечение здорового семенного материала, здоровых культурных растений, здорового урожая с хорошим качеством сельскохозяйственной продукции, без причинения вреда агроценозу. В настоящее время ресурсосберегающие технологии предъявляют высокие требования к качеству подготовки семян, поскольку минимизация обработки почвы способствует накоплению и выживанию в ее верхнем слое вредных организмов, препятствующих нормальному развитию культурных растений. Протравливание является одним из главных и наиболее экологических приемов, по сравнению с другими способами защиты растений, при возделывании сельскохозяйственных культур. Для повышения устойчивости

растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, усиления ростовых процессов при обработке семян и растений все чаще применяются как регуляторы роста, так и минеральные удобрения, включающие макро- и микроэлементы. Применение микроэлементов является дальнейшей оптимизацией минерального питания, обеспечивающее улучшение физиологического процесса в растениях и снижение возможности поражения их болезнями, вредителями и сорняками. Обработка микроудобрениями совместно с протравителями является эффективным и экономически выгодным приемом [4–14]. Среди современных препаратов для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур широко применяется жидкое минеральное удобрение Изагри Форс, состоящее из двух комплексов: «Рост» и «Питание». Протравливание позволяет обеспечить молодое растение оптимальным набором микро- и макроэлементов, а также жизненно важными компонентами (аминокислотами). При внекорневой подкормке возможно использование удобрения Изагри Фосфор, богатое фосфором (277 г/л), комплексом аминокислот и микроэлементов в доступной форме. На конопле посевной в качестве протравителя долгое время успешно использовался препарат ТМТД, СП широкого спектра действия [15, 16]. В настоящее время разработана новая улучшенная жидкая препаративная форма протравителя ТМТД, ВСК. Благодаря этой форме препарат обладает более благоприятными токсикологическими характеристиками и удобен в применении. Протравитель способствует подавлению таких заболеваний, как белая и серая гнили, фузариоз, плесневение семян. Для оптимизации приемов обработки семян и растений конопли в системе технологии возделывания

культуры представляется актуальным проведение оценки эффективности применения сочетаний современных препаратов ТМТД, ВСК, Изагри Форс и Изагри Фосфор.

Цель исследований — изучить влияние предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений на увеличение урожайности и качества основных видов продукции конопли посевной сорта Надежда в условиях Среднего Поволжья.

Задачи исследований:

- изучить эффективность влияния предпосевной обработки семян конопли посевной на морфобиологические процессы при прорастании и посевные качества семян конопли посевной;
- выявить воздействие испытываемых препаратов на биоморфометрические показатели растений конопли посевной;
- определить влияние испытываемых препаратов на урожайность и качество основных видов продукции конопли посевной.

Научная новизна заключается в разработке оптимизированных приемов возделывания конопли посевной, позволяющих внедрить в производство культуры современный препарат защитного действия от болезней и жидкие минеральные удобрения, с целью получения высоких урожаев коноплепродукции.

Материалы и методы

С целью разработки эффективных приемов возделывания конопли посевной в ФГБНУ ФНЦ ЛК в условиях Пензенской области в 2017–2020 гг. в полевом опыте изучали эффективность применения различных вариантов протравливания семян конопли и применение внекорневой подкормки (табл. 1).

Схема опыта (2017-2020 гг.)

Варианты опыта		
Фактор А — протравливание химическим препаратом	Фактор В — обработка семян удобрением	Фактор С — обработка растений удобрением по вегетации
Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без обработки)	Контроль (без обработки)
	Изагри Форс в нормах расхода 1,0 л/т «Рост» + 1,0 л/т «Питание»	Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 0,5 л/т «Рост» + 0,5 л/т «Питание»	Контроль (без обработки)
ТМТД, ВСК (400 г/л тирама), норма расхода 5,0 л/т	Контроль (без обработки)	Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 1,0 л/т «Рост» + 1,0 л/т «Питание»	Контроль (без обработки)
	Изагри Форс в нормах расхода 0,5 л/т «Рост» + 0,5 л/т «Питание»	Изагри Фосфор (3,0 л/га)
ТМТД, ВСК (400 г/л тирама), норма расхода 2,5 л/т	Контроль (без обработки)	Контроль (без обработки)
	Изагри Форс в нормах расхода 1,0 л/т «Рост» + 1,0 л/т «Питание»	Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 0,5 л/т «Рост» + 0,5 л/т «Питание»	Контроль (без обработки)

Таблица 1

Обработку посевного материала препаратами проводили вручную, путем встряхивания в круглодонной колбе объемом 2 л суспензии препаратов с семенами (300 г) в течение 5-10 минут; расход рабочей жидкости — из расчета 10 л/т.

Опрыскивание посевов проводили в фазе 5-6 листьев растений конопля при помощи ранцевого опрыскивателя «Kwaza» со щелевым распылением. Объем расходования рабочей жидкости — 200 л/га.

Исследования выполняли на сорте однодольной конопля среднерусского экотипа Надежда. Контроль и анализ данных проводили согласно Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов, а математическую обработку результатов опыта — по Б.А. Доспехову [17, 18].

Площадь учетной делянки 10 м² повторность 4-кратная. Расположение делянок последовательное ярусами. Предшественник чистый пар. Норма высева — 0,8 млн всхожих семян/га. Посев осуществлялся сеялкой СН-16.

Химический анализ почвенных образцов проводили на глубину пахотного горизонта (0-30 см). Почва опытного участка — тяжелосуглинистый среднесуглинистый выщелоченный чернозем с pH_{кон.} — 4,8; содержание гумуса — 8,0%, легкогидролизуемого азота — 9,08 мг/100 г, подвижного фосфора — 19,72 мг/100 г, обменного калия — 13,4 мг/100 г почвы.

Годы проведения эксперимента характеризовались неодинаковыми параметрами гидро-термического режима. Погодные условия вегетационного периода 2017 г. определялись как нестабильные по метеорологическим данным, засушливые периоды чередовались с избыточным выпадением осадков по сравнению со среднесезонными показателями (ГТК 0,68). Вегетационный период 2018 г. можно охарактеризовать как сильно засушливый (ГТК 0,32). В 2019 г. период вегетации растений был сравним с погодными условиями 2017 г. (ГТК 0,67). В 2020 г. ГТК за период от всходов до массового созревания семян составлял 0,86.

Результаты и обсуждение

За время проведения эксперимента в ходе фитозащиты семян установлено наличие семенной инфекции, представленной возбудителями альтернариоза (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.) — до 17,7%, фузариоза (*Fusarium sp. Link.*) — до 2,1%, пенициллеза (*Penicillium glaucum Link.*) — до 1,1%, а также грибами из рода мукор (*Mucor sp. Micheli.*) — до 2,6% (табл. 2).

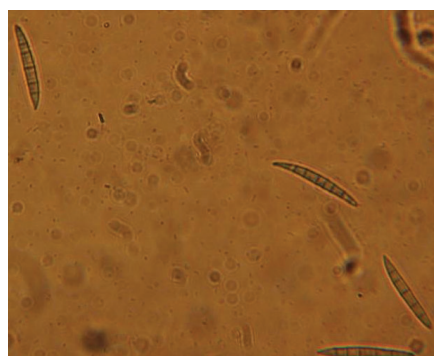
Оценка эффективности изучаемых препаратов в лабораторных условиях показала, что обработка семян конопля фунгицидом ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) обеспечивала подавление 95,3 и 85,5% семенной инфекции. При использовании удобрения Изагри Форс (1,0 и 0,5 л/т) биологическая эффективность составляла 47,2 и 37,0%. При совместном применении препаратов данный показатель находился в пределах от 87,7 до 91,9%.

В ходе проведения корреляционного анализа установлена взаимосвязь между засоренностью семян патогенами и распространенностью корневых гнилей ($r = 0,708 \pm 0,18$). Протравливание семян изучаемыми препаратами влияло на распространенность корневых гнилей на ранних стадиях развития растений конопля. Возбудителями заболеваний являлись в основном грибы из родов фузариум (*Fusarium sp.*) и альтернария (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), (рис. 1).

Таблица 2

Влияние протравителя и минерального удобрения на зараженность фитопатогенами семян конопля посевной сорта Надежда в лабораторном опыте (среднее за 2017-2020 гг.)

Варианты опыта		Зараженность фитопатогенами, %				Общая зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %
Фактор А — протравливание химическим препаратом	Фактор В — обработка семян удобрением	<i>Fusarium sp. Link.</i>	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	<i>Penicillium glaucum Link.</i>	<i>Mucor sp. Micheli.</i>		
Контроль	Контроль	2,1	17,7	1,1	2,6	23,5	—
	Изагри Форс (1 л/т)	2,1	9,8	0	0,5	12,4	47,2
	Изагри Форс (0,5 л/т)	1,8	11,9	0,4	0,7	14,8	37,0
ТМТД, ВСК (5 л/т)	Контроль	0	1,1	0	0	1,1	95,3
	Изагри Форс (1 л/т)	0,5	1,7	0	0,2	2,4	89,8
	Изагри Форс (0,5 л/т)	0,2	1,6	0	0,2	2,0	91,5
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Контроль	0,9	2,3	0	0,2	3,4	85,5
	Изагри Форс (1 л/т)	0,2	1,4	0	0,3	1,9	91,9
	Изагри Форс (0,5 л/т)	0,7	2,2	0	0	2,9	87,7
НСП ₀₅		—				4,3	—



(а)



(б)

(а) — конидии *Fusarium sp.*; (б) — конидии *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.
Рис. 1. Возбудители корневых гнилей конопля посевной сорта Надежда



За годы эксперимента, при 20,4% распространенности корневых гнилей в контрольном варианте, установлено достоверное воздействие факторов А и В на снижение пораженности заболеванием растений конопли, находящихся в фазе 6-7 листьев (рис. 2). Взаимодействие

этих двух факторов обеспечивало наибольшее уменьшение распространенности корневых гнилей в вариантах при совместном протравливании семян препаратами ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т и Изагри Форс в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т на 10,9 и 11,0%, а также в вариантах

с применением изучаемых протравителей в нормах расхода 2,5 и 0,5 л/т, соответственно, на 11,8% по сравнению с контролем без обработок.

Внекорневая подкормка не оказывала влияние на данный показатель, однако выявлено взаимодействие изучаемого фактора с другими. На фоне внекорневой подкормки при протравливании препаратом ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т распространенность корневых гнилей уменьшалась на 7,5%, при применении удобрения Изагри Форс в норме расхода 0,5 л/т — на 13,4% по сравнению с контролем без обработок.

Предпосевная обработка семян оказывала положительное влияние на всхожесть семян и сохранность растений (табл. 3). В лабораторных условиях обеззараживание семян протравителем ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) позволило повысить всхожесть семян на 8,0 и 7,9%, обработка удобрением Изагри Форс (1,0 и 0,5 л/т) — на 9,8 и 5,5% по сравнению с контролем без обработок.

При совместном применении препаратов ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т с Изагри Форс (1,0 и 0,5 л/т) данный показатель увеличивался на 7,6 и 5,8%. Протравливание ТМТД, ВСК в норме расхода 2,5 л/т с Изагри Форс в изучаемых нормах расхода обеспечивало повышение всхожести на 7,5 и 7,6%.

Доказано влияние факторов А и В на увеличение полевой всхожести при применении протравителя ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) на 4,9 и 5,9%, при применении удобрения Изагри Форс (0,5 и 1,0 л/т) — на 3,2 и 3,0% по сравнению с контролем. Установлено взаимодействие изучаемых

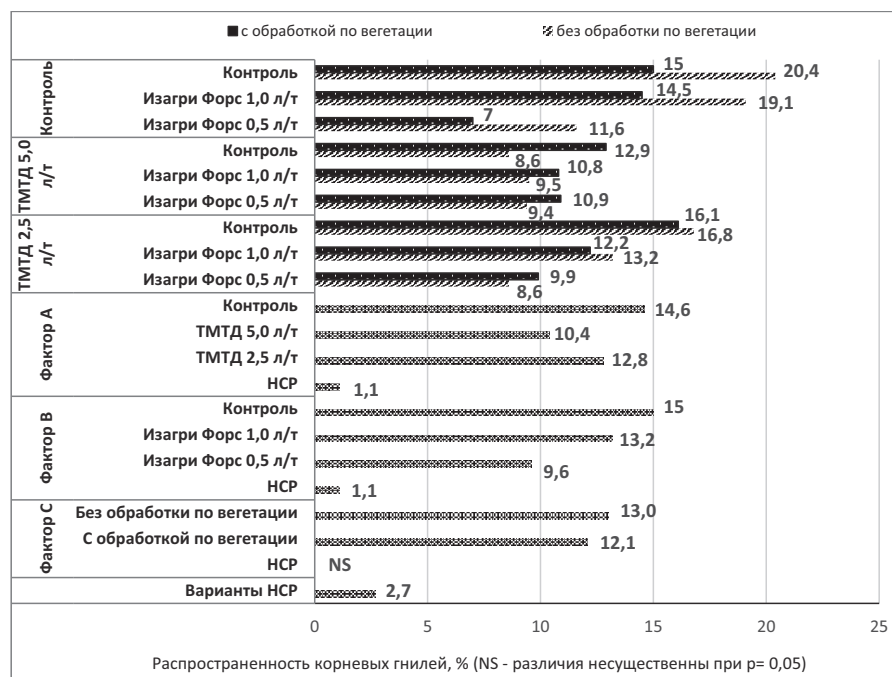


Рис. 2. Распространенность корневых гнилей в фазе 6-7 настоящих листьев в зависимости от применения изучаемых препаратов (среднее за 2017-2020 гг.)

Таблица 3

Влияние протравителя и минерального удобрения на всхожесть и сохранность растений к уборке конопли посевной сорта Надежда (2017-2020 гг.), %

Варианты опыта			Всхожесть						Сохранность растений к уборке по:					
			Лабораторная по:			Полевая по:			растений к уборке по:			фактору		
			вариантам	фактору			вариантам	фактору			вариантам	фактору		
Фактор А — протравливание химическим препаратом	Фактор В — обработка семян удобрением	Фактор С — обработка растений удобрением по вегетации		А	В	С		А	В	С		А	В	С
Контроль	Контроль	без обработки	78,8	83,9			59	62,8			77	83,3		
		с обработкой	—				63				75			
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	88,6				63				89			
		с обработкой	—				62				88			
ТМТД, ВСК (5 л/т)	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	84,3	85,9			60	67,7			86	89,0		
		с обработкой	—				70				85			
	Контроль	без обработки	86,8				66				87			
		с обработкой	—				67				88			
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	86,4	86,5	84,1	87,1	66	68,7	64,3	67,5	89	88,2	89,0	86,1
		с обработкой	—				66				90			
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	84,6				74				86			
		с обработкой	—				67				94			
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Контроль	без обработки	86,7	86,5	84,1	87,1	63	68,7	64,3	67,5	86	88,2	89,0	86,1
		с обработкой	—				68				90			
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	86,4				74				86			
		с обработкой	—				74				92			
Изагри Форс (0,5 л/т)	Контроль	без обработки	86,3	85,1		—	66	67,3		65,7	89	87,7		86,1
		с обработкой	—				67				86			
НСР ₀₅			4,0	NS	2,3	—	2,6	1,0	1,0	NS	4,5	1,8	1,8	1,4

Примечание: NS — различия незначительны при $p = 0,05$.



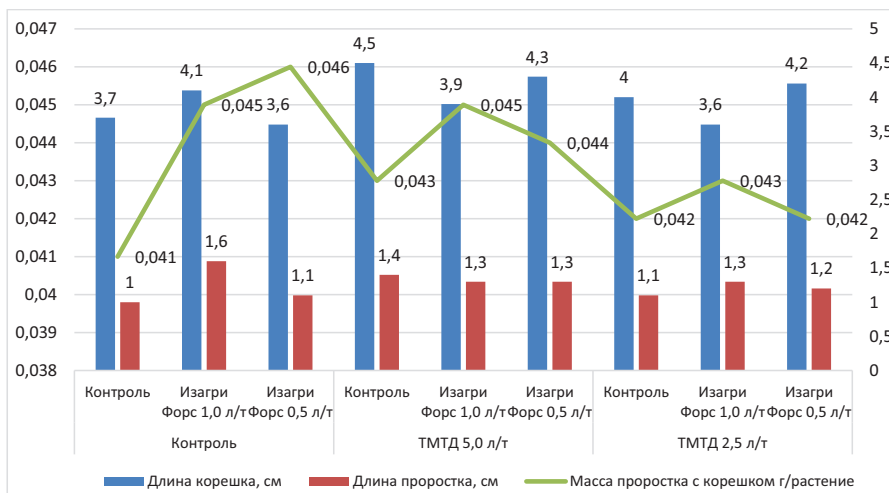


Рис. 3. Морфометрические показатели конопли посевной сорта Надежда в зависимости от применения изучаемых препаратов (лабораторный опыт, 2017-2020 гг.)

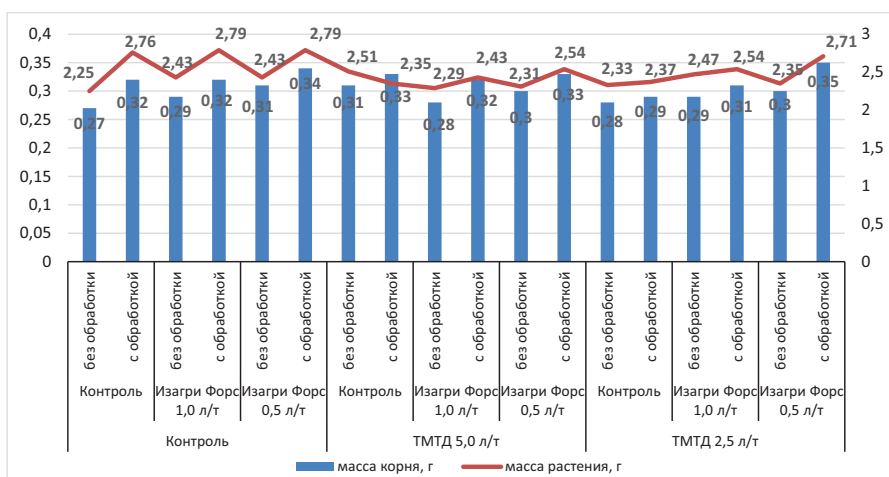


Рис. 4. Масса корня и растения конопли посевной сорта Надежда в фазе 6-7 пар листьев (2017-2020 гг.)

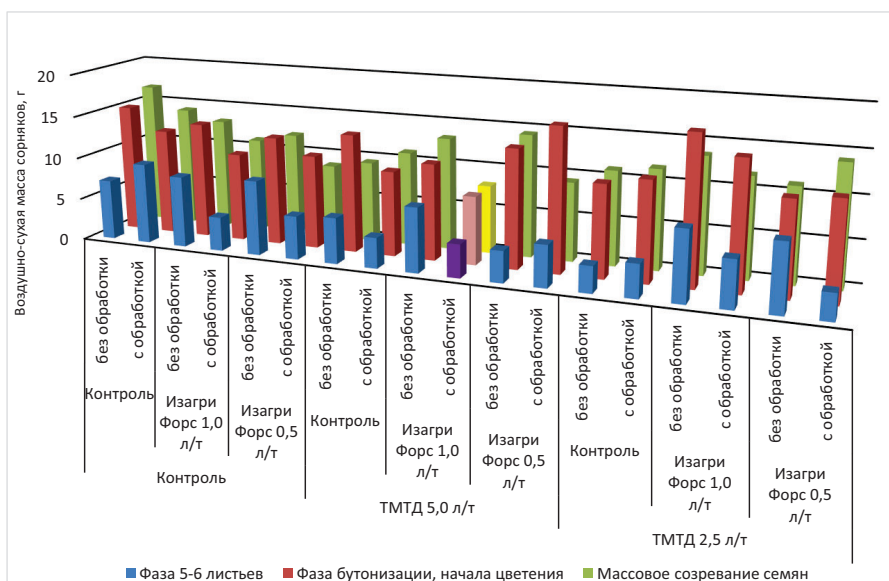


Рис. 5. Воздушно-сухая масса сорняков в зависимости от применения изучаемых факторов и фаз развития растений конопли сорта Надежда (2018-2020 гг.), г/м²

факторов, при котором обработка семян препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 2,5 и 1,0 л/т, как на фоне опрыскивания растений, так и без него, а также сочетание изучаемых протравителей в нормах расхода 5,0 и 0,5 л/т позволяли повысить данный показатель на 15,0% по сравнению с контролем без обработок.

Увеличение сохранности растений к уборке урожая обеспечивало действие изучаемых факторов при применении препаратов ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) на 5,7 и 4,9%, и Изагри Форс (1,0 и 0,5 л/т) — на 5,2 и 3,9%, при использовании внекорневой подкормки — на 1,5% по сравнению с контролем. Наибольшее влияние на повышение исследуемого параметра оказывало взаимодействие факторов А, В и С. При этом обработка семян препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 5 и 0,5; 1,0 л/т, а также 2,5 и 1,0 л/т на фоне внекорневой подкормки, позволяла повысить данный показатель на 13,0; 17,0 и 15,0% по сравнению с контролем без обработок.

Изучаемые факторы способствовали стимуляции ростовых процессов конопли (рис. 3).

Существенное увеличение длины корешка обеспечивало влияние фактора А при обработках протравителем ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т отдельно и в сочетании с удобрением (0,5 л/т) — на 21,6 и 16,2% по сравнению с контролем без обработок. При этом длина проростка увеличивалась на 40 и 30% соответственно.

Применение удобрения Изагри Форс в норме расхода 1,0 л/т повышало длину проростка на 60%, а в сочетании с препаратом ТМТД (5,0 и 2,5 л/т) — на 30,0% по сравнению с контролем без обработок.

Лучшие результаты по увеличению массы проростка с корешком на 9,8 и 12,2% по сравнению с контролем получены при обработках удобрением Изагри Форс (1,0 и 0,5 л/т). При совместном использовании препаратов Изагри Форс и ТМТД, ВСК наибольшее повышение данного параметра получено в нормах расхода 5,0 и 1,0 л/т — на 9,8% по сравнению с контролем без обработок.

В полевых условиях изучаемые факторы на ранних этапах развития растений оказывали большее влияние на массу корня и растения, чем на их длину и высоту. Существенное увеличение массы корня и растения отмечалось при опрыскивании конопли посевной по вегетации — в среднем на 10,3 и 9,3% по сравнению с контролем. Доказано взаимодействие данного фактора (С) с другими, обеспечивающее на фоне внекорневой подкормки при протравливании препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 2,5 и 0,5 л/т увеличение массы корня и растения на 29,6 и 20,4%, в нормах расхода 5,0 и 0,5 л/т — на 22,2 и 12,9%, соответственно, по сравнению с контролем без обработок (рис. 4).

Посевы конопли в связи с небольшой затеняющей поверхностью листьев в начале вегетации часто зарастают сорняками [19, 20]. На широко-рядных посевах сорняки уничтожаются 3-4-кратным рыхлением междурядий, но остаются засоренными рядки и защитная зона.

За годы исследований ботанический состав сорняков в опыте включал 11 видов сорных растений, относящихся к 8 семействам. Из многолетних сорняков наиболее распространенным был осот желтый, из однолетних — щирица запрокинутая, марь белая, горец вьюнковый, горец развесистый, чистец однолетний, пикульник зябра, смолевка обыкновенная, куриное просо и щетинник сизый.



Таблица 4

Урожайность растений конопли посевной сорта Надежда
в зависимости от применения протравителя и минеральных удобрений (2017-2020 гг.)

Варианты опыта			Урожайность, т/га									
Фактор А	Фактор В	Фактор С	стеблей				семян					
			варианты	факторы			варианты	факторы				
				А	В	С		А	В	С		
Контроль	Контроль	без обработки	5,57	6,30			0,89	1,07				
		с обработкой	6,37				1,10					
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	6,38				1,04					
		с обработкой	6,93				1,21					
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	5,80				1,00					
		с обработкой	6,76				1,20					
ТМТД, ВСК (5 л/т)	Контроль	без обработки	6,20	6,45			1,06	1,13				
		с обработкой	6,92				1,18					
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	6,15				1,10					
		с обработкой	6,79				1,26					
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	6,03				1,04					
		с обработкой	6,61				1,15					
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Контроль	без обработки	5,86	6,14	6,16		1,00	1,11	1,07			
		с обработкой	6,06				1,19					
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	5,93		6,39		1,03		1,14			
		с обработкой	6,17				1,19					
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	6,33		6,34		6,03		1,11		1,11	1,11
		с обработкой	6,51				6,57					
НСР ₀₅			0,65	NS	NS	0,22	0,15	NS	NS	0,05		

Примечание: NS — различия несутественны при $p = 0,05$.

Таблица 5

Влияние применения протравителя и минеральных удобрений на содержание масла в семенах
и сбор масла конопли посевной сорта Надежда (2017-2020 гг.)

Варианты опыта			Содержание масла в семенах, %				Сбор масла, т/га					
Фактор А	Фактор В	Фактор С									варианты	факторы
			А	В	С	варианты	А	В	С			
Контроль	Контроль	без обработки	33,54	34,04			0,30	0,37				
		с обработкой	34,04				0,38					
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	33,93				0,36					
		с обработкой	34,26				0,42					
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	34,22				0,35					
		с обработкой	34,22				0,41					
ТМТД, ВСК (5 л/т)	Контроль	без обработки	34,45	34,28			0,37	0,39				
		с обработкой	34,61				0,41					
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	34,37				0,38					
		с обработкой	34,09				0,44					
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	34,11				0,36					
		с обработкой	34,07				0,39					
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Контроль	без обработки	34,46	34,35	34,36		0,35	0,39	0,37			
		с обработкой	35,05				0,42					
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	34,20		34,15		0,36		0,40			
		с обработкой	34,04				0,41					
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	34,34		34,16		34,18		0,37		0,38	0,36
		с обработкой	34,01				34,27		0,41			
НСР ₀₅			0,54	0,22	NS	NS	0,07	NS	NS	0,02		

Примечание: NS — различия несутественны при $p = 0,05$.





Предпосевная обработка семян и опрыскивание растений удобрением Изагри Фосфор в зависимости от условий года влияли на конкурентоспособность конопли посевной по отношению к сорной растительности. Наибольший контроль над сорной растительностью осуществлялся на фоне внекорневой подкормки при обработке семян препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 5,0 и 1,0 л/т (рис. 5). При этом воздушно-сухая масса сорняков уменьшалась в фазах 5-6 листьев на 45,1%, бутонизации, начала цветения — на 47,0%; массового созревания семян — на 52,3% по сравнению с контролем без обработки.

В ходе корреляционного анализа выявлялась отрицательная взаимосвязь между воздушно-сухой массой сорной растительности в фазе массового созревания семян и урожайности стеблей и семян ($r = -0,591 \pm 0,20$ и $-0,610 \pm 0,20$).

По итогам четырех лет исследований установлено положительное влияние предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки на формирование продуктивности конопли посевной. Доказано достоверное влияние фактора С на увеличение урожайности стеблей и семян на 9,0 и 6,3% по сравнению с необработанными растениями (табл. 4). Установлено взаимодействие всех изучаемых факторов, при котором наибольшая урожайность семян формировалась при обработке препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в полных нормах расхода (5,0 и 1,0 л/т) на фоне внекорневой подкормки 1,26 т/га, прибавка к контролю — 0,37 т/га (41,6%). В данном варианте урожайность стеблей составляла 6,79 т/га, прибавка к контролю — 1,22 т/га (21,9%). Не уступали по урожайности семян и варианты с применением препаратов ТМТД, ВСК в половинной норме расхода (2,5 л/т) и Изагри Форс в изучаемых нормах расхода (1,0 и 0,5 л/т) на фоне внекорневой подкормки. При этом урожайность повышалась соответственно на 0,30 и 0,29 т/га (33,7 и 32,6%).

Семена конопли являются источником ценного пищевого и технического растительного масла. Конопляное масло оказывает лечебное действие при нарушениях липидного обмена. Сообщается, что конъюгированные жирные кислоты (CFA) — изомеры линолевой и линоленовой кислот (CLA и CLNA) могут позитивно влиять на процессы воспаления и энергетического метаболизма, способствуя антиканцерогенному и антиоксидантному эффектам [21-23].

В семенах конопли содержится до 38% высыхающего масла. Считается, что уникальность масла обусловлена высоким (до 80%) наличием полиненасыщенных незаменимых жирных кислот, которые не образуются в организме человека, но необходимы ему постоянно [20, 24-26]. Поэтому представляет интерес то, как протравитель и изучаемые удобрения влияли на содержание и сбор масла.

В ходе эксперимента установлено, что содержание масла в семенах варьировало от 33,54 до 35,05% (табл. 5). На повышение данного показателя доказано достоверное влияние фактора А при протравливании препаратом ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) — на 0,24 и 0,31% по сравнению с контролем. Взаимодействие данного фактора с фактором В обеспечивало увеличение масличности семян на 0,57-0,83%, с фактором С — на 1,07-1,51% по сравнению с контролем без обработок.

На сбор масла влияла внекорневая подкормка, обеспечивая увеличение изучаемого показателя на 0,06 т/га (20,7%) в сравнении с необработанными растениями (табл. 5). На фоне

внекорневой подкормки при использовании препарата ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) сбор масла повышался на 0,11 и 0,12 т/га (36,7 и 40,0%), при применении удобрения Изагри Форс (1,0 и 0,5 л/т) — на 0,12 и 0,11 т/га (40,0 и 36,7%) по сравнению с контролем без обработок. Наибольший сбор масла (0,44 т/га) достигался при использовании препаратов ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 5,0 и 1,0 л/га на фоне внекорневой подкормки. При этом прибавка к контролю составляла 0,14 т/га (46,7%).

Выводы

Обработка семян препаратом ТМТД, ВСК и удобрением Изагри Форс, а также внекорневое внесение удобрения Изагри Фосфор позволяли улучшить физиологические процессы в растениях, уменьшить возможность поражения их болезнями и засоренность посевов, повысить урожайность стеблей и семян с сохранением качественных показателей продукции.

Протравливание семян препаратом ТМТД, ВСК (5,0 и 2,5 л/т) обеспечивало подавление 95,3 и 85,5% семенной инфекции, уменьшение распространности корневых гнилей на 4,2 и 1,8%, повышение полевой всхожести семян на 4,9 и 5,9%, сохранность растений к уборке урожая на 5,7 и 4,9% по сравнению с контролем. В лабораторных условиях применение препарата (5,0 л/т) способствовало увеличению длины корешка на 10,5%. Доказано достоверное влияние изучаемого фактора на увеличение содержания масла в семенах — на 0,24 и 0,31% и снижение воздушно-сухой массы сорняков в фазе 6-7 пар листьев — на 31,9 и 26,4% по сравнению с контролем.

При использовании удобрения Изагри Форс для обработки семян (1,0 и 0,5 л/т) биологическая эффективность протравливания составляла 47,2 и 37,0%. Распространенность корневых гнилей уменьшалась, соответственно, на 1,8 и 5,4% по сравнению контролем. В лабораторных условиях при применении удобрения в норме расхода 1,0 л/т доказано достоверное увеличение длины проростка на 16,7% в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т — повышение массы проростка с корешком на 4,8%. В полевых условиях удобрение Изагри форс (0,5 л/т) обеспечивало увеличение массы корня на 6,7%. Обработка семян удобрением в изучаемых дозах влияла на повышение полевой всхожести семян на 3,2 и 3,0%, на повышение сохранности растений к уборке урожая на 5,2 и 3,9% по сравнению с контролем.

Внекорневая подкормка удобрением Изагри Фосфор по вегетации растений (3,0 л/га) обеспечивала прирост массы корня и растения на 10,3 и 9,3%, уменьшение воздушно-сухой массы сорняков в среднем за вегетацию на 17,4%, повышение урожайности стеблей на 0,54 т/га (9,0%), семян — на 0,07 т/га (6,3%), а также прибавку сбора масла на 0,05 т/га (13,9%) по сравнению с необработанными растениями.

Сочетание всех изучаемых факторов при использовании препаратов ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 5,0 и 1,0 л/т на фоне внекорневой подкормки позволяло сформировать наибольшую урожайность семян — 1,26 т/га, прибавка к контролю — 0,37 т/га (41,6%). При этом урожайность стеблей составляла 6,79 т/га, прибавка к контролю — 1,22 т/га (21,9%).

Литература

1. Романенко А.А., Скрипников С.Г., Сухорада Т.И. Конопля. Прошлое. Настоящее. Будущее // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 3. С. 39-41.

2. Григорьев С.В. Перспективы культуры конопли в России // ЛерПромБизнес. 2004. № 9. С. 34-37.
3. Интервью с экспертами. Нам не хватает объемов // Новое сельское хозяйство. 2020. № 3. С. 56-57.
4. Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Предпосевное протравливание семян (методические аспекты) // Защита и карантин растений. 2018. № 2. С. 3-7.
5. Серков В.А., Смирнов А.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Кривушин Н.В., Климова Л.В. Возделывание однодомной конопли посевной среднерусского экотипа: практические рекомендации. Пенза: Пензенский ГАУ, 2018. 37 с.
6. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии. М.: Колос, 2009. 670 с.
7. Привалов Ф.И., Цыганов А.Р. Микроудобрения в составе защитно-стимулирующих смесей // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 5. С. 31-33.
8. Цыганов А.Р., Персикова Т.Ф., Реуцкая С.Ф. Микроэлементы и микроудобрения: учебное пособие. Минск: ИД «Белорусская наука», 1998. 122 с.
9. Анисков П.И. Микроудобрения: справочник. СПб.: Агропромиздат, 1990. 272 с.
10. Prof. Dr. C.-Hennig. (1996). Hanf. Teil. 1. Band 7. Wissenschaftliche Untersuchung zum Thema "Anbau, Ernte und Aufbereitung sowie Verwendung von Hanf". Münster, Landwirtschaftsverlag, 175 p.
11. Screening of chemical fungicides in the control of *Rhizoctonia solani* causing or aerial web blight of soybean (2014). *J. Ecology, Environment and conservation Paper*, supplement issue, pp. 381-386.
12. Сагитов А.О., Султанова Н.Ж. Эффективность обработки семян сои защитно-стимулирующими составами // Защита и карантин растений. 2020. № 8. С. 15-16.
13. Лукомец В.М., Пивень В.Т. Протравливание семян биологически активными композициями как основной элемент защиты подсолнечника от болезней и почвообитающих вредителей // Защита и карантин растений. 2020. № 2. С. 18-23.
14. Ghosh, R., Barman, S., Khatun, J., Mandal, N.C. (2016). Biological control of *Alternaria alternata* causing leaf spot disease of *Aloe vera* using two strains of rhizobacteria. *Biological Control*, vol. 97, pp. 102-108.
15. Ткалич П.П. Система защиты конопли // Защита растений. 1983. № 1. С. 46-49.
16. Шкаликос В.А. Защита растений от болезней. М.: Колос, 2004. 255 с.
17. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ГНУ ВНИИЗР, 2009. 378 с.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 256 с.
19. Гатаулина Г.Г., Бугаев П.Д., Долгодворов В.Е. Растениеводство. М.: ИНФРА-М, 2019. С. 37-45.
20. Баздырев Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. М.: Колос, 2004. С. 16-17.
21. Fontes, A.L., Pimentel L., Rodriguez-Alcala, L. M., Gomes, A. (2018). Effect of PUFA substrates on fatty acid profile of *Bifidobacterium breve* Ncimb 702258 and CLA/CLNA production in commercial semi-skimmed milk. *Sci. Rep.*, vol. 8 (1), pp. 155-191.
22. Peng, M., Tabashsum, Z., Patel, P., Bernhardt, C., Biswas, D. (2018). Linoleic acids overproducing *Lactobacillus casei* limits growth, survival, and virulence of *Salmonella typhimurium* and enterohaemorrhagic *Escherichia coli*. *Front Microbiol.* vol. 9, pp. 26-63.
23. Serkov, V.A., Danilov, M.V., Koshelyaev, V.V., Volodkin, A.A. (2018). Effect of growth regulators on the content of basic cannabinoids in the plants of monoecious *cannabis sativa*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9 (5), pp. 567-572.
24. Clarke, R.C. (1996). The future of Cannabis as a source of nutraceuticals and pharmaceuticals. *Zbornik Radova Naucnod instituta za Ratarstvo*, vol. 26, pp. 121-130.
25. Hoppner, F. (1997). Influence of seed density and row distance on yield of seeds and oil of fibre hemp (*Cannabis Sativa* L.). In: *Proceed Symp "Biorohstoff Hanf"*. Germany, pp. 220-224.
26. Zuk-Golaszewska, K., Golaszewska, J. (2018). *Cannabis sativa* L. — cultivation and quality of raw material. *Journal of Elementology*, vol. 23 (3), pp. 971-984.



Об авторах:

Плужникова Ирина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru
Криушин Николай Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru
Бакулова Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

THE INFLUENCE OF THE SEED DRESSING AND MINERAL FERTILIZERS ON THE DEVELOPMENT AND YIELD OF HEMP SOWING

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

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

The research was conducted during 2017-2020 at the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division "Penza Research Institute of Agriculture" in the Penza region. The results of laboratory and field experiments to determine the effectiveness of seed treatments with TMTD, VSK and Izagri Force fertilizer, as well as spraying of plants of monoecious hemp of the Nadezhda variety with Izagri Phosphorus fertilizer are presented. Seed treatment with TMTD (5.0 and 2.5 l/t) provided suppression of 95.3 and 85.5% of seed infection, reduction of root rot prevalence by 4.2 and 1.8%, increase in field seed germination by 4.9 and 5.9%, plant safety for harvesting by 5.7 and 4.9% compared to the control. A significant effect of the studied factor on an increase in the oil content in seeds by 0.24 and 0.31% and a decrease in the air-dry mass of weeds in the 6-7 leaf phase by 31.9 and 26.4% compared to the control was proved. When using Izagri Force fertilizer (1.0 and 0.5 l/t) for seed treatment, the biological efficiency of etching was 47.2 and 37%. The prevalence of root rot decreased by 1.8 and 5.4% compared to the control. Treatment of seeds with fertilizer in the studied doses affected the increase in field germination of seeds by 3.2 and 3.0%, and the increase in the safety of plants for harvesting by 5.2 and 3.9% compared to the control. Foliar fertilization with Izagri Phosphorus fertilizer (3.0 l/ha) during the growing season provided an increase in the mass of the root and plant by 10.3 and 9.3%, a decrease in the air-dry mass of weeds on average during the growing season by 17.4%, an increase in the yield of stems by 9.0%, seeds — by 6.3%, as well as an increase in oil collection by 13.9% compared to untreated plants. The combination of all the studied factors when using TMTD, VSK and Izagri Force preparations (5.0 and 1.0 l/t) against the background of foliar top dressing allowed to form the largest increase in the seed yield to the control of 0.37 t/ha (41.6%). At the same time, the increase in the yield of stems was 1.22 t/ha (21.9%).

Keywords: seed hemp, seed dressing, mineral fertilizers, growth strength, seed infection, root rot, weediness, yield, oil collection.

References

- Romanenko, A.A., Skripnikov, S.G., Sukhorada, T.I. (2016). Konoplya. Proshloe. Nastoyashchee. Budushchee? [Cannabis. Past. Present. The future?]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 3, pp. 39-41.
- Grigor'ev, S.V. (2004). Perspektivy kul'tury konopli v Rossii [Prospects of hemp culture in Russia]. *LegPromBiznes*, no. 9, pp. 34-37.
- Interv'yū s ekspertami. Nam ne khvataet ob'emov (2020). [Interviews with experts. We don't have enough volumes]. *Novoe sel'skoe khozyaistvo* [New agriculture], no. 3, pp. 56-57.
- Toropova, E.Yu., Stetsov, G.Ya. (2018). Predposevnoe protравlivaniye semyan (metodicheskie aspekty) [Presowing seed treatment (methodological aspects)]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 2, pp. 3-7.
- Serkov, V.A., Smirnov, A.A., Bakulova, I.V., Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V., Klimova, L.V. (2018). *Vozdeleyvaniye odnodomnoi konopli posevnoi srednerusskogo ehkotypa: prakticheskie rekomendatsii* [Cultivation of monoecious hemp of the Central Russian ecotype: practical recommendations]. Penza, Penza State University, 37 p.
- Chulkina, V.A., Toropova, E.Yu., Stetsov, G.Ya. (2009). *Integrirovannaya zashchita rastenii: fitosanitarnye sistemy i tekhnologii* [Integrated plant protection: phytosanitary systems and technologies]. Moscow, Kolos Publ., 670 p.
- Privalov, F.I., Tsyganov, A.R. (2009). Mikroudobreniya v sostave zashchitno-stimuliruyushchikh smesei [Microfertilizers as part of protective-stimulating mixtures]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 5, pp. 31-33.
- Tsyganov, A.R., Persikova, T.F., Reutskaya, S.F. (1998). *Mikroelementy i mikroudobreniya: uchebnoe posobie* [Microelements and microfertilizers: a textbook]. Minsk, Publishing house "Belarusian Science", 122 p.
- Anspok, P.I. (1990). *Mikroudobreniya: spravochnik* [Micro-fertilizers: reference book]. Saint-Petersburg, Agropromizdat Publ., 272 p.
- Prof. Dr. C.-Hennig. (1996). Hanf. Teil. 1. Band 7. Wissenschaftliche Untersuchung zum Thema "Anbau, Ente und Aufbereitung sowie Verwendung von Hanf". Münster, Landwirtschaftsverlag, 175 p.
- Screening of chemical fungicides in the control of *Rhizoctonia solani* causing or aerial web blight of soybean (2014). *J. Ecology, Environment and conservation Paper*, supplement issue, pp. 381-386.
- Sagitov, A.O., Sultanova, N.Zh. (2020). Effektivnost' obrabotki semyan soi zashchitno-stimuliruyushchimi sostavami [The treatment efficiency of soybean seeds protective-stimulating compositions]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 8, pp. 15-16.
- Lukomets, V.M., Piven', V.T. (2020). Protравlivaniye semyan biologicheskimi aktivnymi kompozitsiyami kak osnovnoi ehlement zashchity podsolnechnika ot boleznei i pochvoobitayushchikh vreditel' [Seed treatment with biologically active compositions as the main element of sunflower protection from diseases and soil-dwelling pests]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 2, pp. 18-23.
- Ghosh, R., Barman, S., Khatun, J., Mandal, N.C. (2016). Biological control of *Alternaria alternata* causing leaf spot disease of *Aloe vera* using two strains of rhizobacteria. *Biological Control*, vol. 97, pp. 102-108.
- Tkalich, P.P. (1983). Sistema zashchity konopli [Konopli protection system]. *Zashchita rastenii* [Plant protection], no. 1, pp. 46-49.
- Shkalikov, V.A. (2004). Zashchita rastenii ot boleznei [Protection of plants from diseases]. Moscow, Kolos Publ., 255 p.
- Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaistve (2009). [Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture]. Saint-Petersburg, GNU VNIZR, 378 p.
- Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 256 p.
- Gataulina, G.G., Bugaev, P.D., Dolgodvorov, V.E. (2019). *Rastenievodstvo* [Crop production]. Moscow, INFRA-M Publ., pp. 37-45.
- Bazdyrev, G.I. (2004). Zashchita sel'skokhozyaistvennykh kul'tur ot sornykh rastenii [Protection of agricultural crops from weeds]. Moscow, Kolos Publ., pp. 16-17.
- Fontes, A.L., Pimentel, L., Rodríguez-Alcalá, L. M., Gomes, A. (2018). Effect of PUFA substrates on fatty acid profile of *Bifidobacterium breve* Ncimb 702258 and CLA/CLNA production in commercial semi-skimmed milk. *Sci. Rep.*, vol. 8 (1), pp. 155-191.
- Peng, M., Tabashsum, Z., Patel, P., Bernhardt, C., Biswas, D. (2018). Linoleic acids overproducing *Lactobacillus casei* limits growth, survival, and virulence of *Salmonella typhimurium* and enterohaemorrhagic *Escherichia coli*. *Front Microbiol.* vol. 9, pp. 26-63.
- Sercov, V.A., Danilov, M.V., Koshelyaev, V.V., Volodkin, A.A. (2018). Effect of growth regulators on the content of basic cannabinoids in the plants of monoecious cannabis sativa. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9 (5), pp. 567-572.
- Clarke, R.C. (1996). The future of Cannabis as a source of nutraceuticals and pharmaceuticals. *Zbornik Radova Naucnod institute za Ratarstvo*, vol. 26, pp. 121-130.
- Hoppner, F. (1997). Influence of seed density and row distance on yield of seeds and oil of fibre hemp (*Cannabis Sativa* L.). In: *Proceed Symp "Biorohstoff Hanf"*. Germany, pp. 220-224.
- Zuk-Golaszewska, K., Golaszewski, J. (2018). Cannabis sativa L. — cultivation and quality of raw material. *Journal of Elementology*, vol. 23 (3), pp. 971-984.

About the authors:

Irina I. Pluzhnikova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru
Nikolay V. Kriushin, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru
Irina V. Bakulova, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

n.kriushin.pnz@fncl.ru





НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИРВИТА

И.Ф. Демина

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

Цель исследований — проведение комплексной оценки нового сорта яровой мягкой пшеницы Ирвита по хозяйственно-ценным признакам. Селекционная работа по созданию нового сорта выполнена в ОП Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2003–2019 гг. Сорт получен методом внутривидовой гибридизации с последующими индивидуальным отбором из гибридной популяции F_6 Ершовская 32 и Экада 6. Скрещивание родительских форм проведено в 2003 г. Элитное растение выделено в 2010 г. Изучение сорта в конкурсном сортоиспытании проводилось в 2017–2019 гг. в сравнении со стандартным сортом Архат. Погодные условия, сложившиеся в годы изучения, отличались по температурным показателям и количеству выпавших осадков. 2017 г. следует считать умеренно засушливым (ГТК — 0,8). Засуха наблюдалась в 2018 г. (ГТК — 0,31). 2019 г. характеризуется как умеренного увлажнения (ГТК — 1,1). Сорт высокопродуктивный (средняя урожайность за годы исследований составила 3,89 т/га), среднеспелый (вегетационный период 92 дня), хорошо адаптированный к условиям окружающей среды ($C_v=27,8\%$; сорт-стандарт Архат — 30,3%), засухоустойчив. Характеризуется устойчивостью к полеганию и основным видам листовых заболеваний (бурая ржавчина и мучнистая роса). Новый сорт имеет крупное выравненное зерно (34,5–45,2 г), натурный вес зерна — 787–822 г/л, стекловидность — 95–100%. По хлебопекарным показателям качества соответствует требованиям, предъявляемым к ценным пшеницам. Экономический эффект возделывания сорта Ирвита по отношению к стандартному сорту Архат составил 4560 руб./га. На основании комплексной оценки сорт яровой мягкой пшеницы Ирвита в 2019 г. передан на государственное испытание.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, урожайность, вегетационный период, устойчивость к полеганию, качество зерна, сорт.

Введение

Высокие пищевые достоинства зерна пшеницы делают ее основной продовольственной культурой в мире. Широкое ее географическое распространение связано с высокой общей онтогенетической адаптивностью. Приспособленность многочисленных сортов пшеницы к большому спектру изменения экологических факторов дает возможность произрастать им в различных природно-климатических зонах, которые имеют порой нестабильные и жесткие условия в вегетационный период. Однако резкие колебания почвенно-климатических и других факторов, как в пределах конкретного региона, так и по годам, вызывают высокую вариабельность их урожайности и качества зерна [1, 2, 3, 4].

Вопросы повышения устойчивого производства зерна яровой пшеницы, стабилизация его качества и снижения ущерба от различных рисков должны решаться комплексно, то есть за счет сортов, которые хорошо приспособлены к местным условиям выращивания. Повышенное внимание к сортам с высоким биологическим потенциалом в какой-то степени ведет к снижению их устойчивости к неблагоприятным воздействиям экологических условий [5, 6, 7]. Поэтому ведущая роль принадлежит правильно подобранному адаптивному материалу, сортам, обладающим широким диапазоном реакций на изменяющиеся условия окружающей среды, способным постоянно реализовывать свои возможности [8, 9, 10].

В этой связи предполагается поиск форм, обладающих оптимальной степенью выраженности признаков и свойств, сочетающихся в одном генотипе.

Эта проблема относится и к Среднему Поволжью — одному из ведущих регионов РФ. Сильная контрастность погодных условий по годам, частые засухи и периодические эпифитотии болезней и вредителей приводят к снижению урожая зерна и ухудшения его качества,

поэтому вопрос о выведении адаптивных и высокопродуктивных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья является важным и актуальным.

Целью исследований является комплексная оценка нового сорта яровой мягкой пшеницы Ирвита по хозяйственно-ценным признакам.

Материал и методы исследований

Селекционная работа по созданию сорта Ирвита проводилась в Пензенском НИИСХ — Обособленном подразделении ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (ФГБНУ ФНЦ ЛК) в рамках выполнения государственного задания (регистрационный номер АААА-А19-119-032590048-8).

Опыты закладывались в селекционном севообороте, предшественник чистый пар. Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом тяжелосуглинистого механического состава с содержанием гумуса от 6,21 до 7,5% (по Тюрину), легкогидролизуемой формы азота — от 63 до 69 мг (по Корнфилду), подвижного фосфора — от 135 до 217 мг, обменного калия — от 150 до 180 мг/кг почвы. Пахотный горизонт имеет мощность от 35 до 40 см. Реакция почвенного раствора слабокислая (рН — 5,5).

Изучение сорта проводили в 2017–2019 гг. в конкурсном сортоиспытании в сравнении со стандартным сортом Архат. Площадь делянок 10 м², повторность шестикратная, размещение делянок систематическое. Срок посева — первая декада мая, норма высева — 5,5 млн всхожих семян/га. Агротехника сорта общепринятая для условий выращивания яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Учеты и фенологические наблюдения за ростом и развитием яровой пшеницы, учет урожая и его структуры проведены по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [11]. Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием пакета MSExcel 7.0 методами

вариационного и дисперсионного анализов по Б.А. Доспехову [12]. Технологические свойства зерна определяли по общепринятым методикам: стекловидность — ГОСТ 10987-76 [13]; масса 1000 зерен — ГОСТ 10842-89 [14]; количество сырой клейковины определяли ручным методом — ГОСТ Р 54478-2011 [15]; качество клейковины — по индексу деформации клейковины на ИДК-1 в ед. шк. Содержание сырого протеина в зерне определяли в химико-аналитической лаборатории ОП «Пензенский НИИСХ» ФГБНУ ФНЦ ЛК по методу Кьельдаля [16]. Хлебопекарную оценку проводили по лабораторным выпечкам — ГОСТ 27669-88 [17].

Погодные условия, сложившиеся в годы изучения, отличались по температурным показателям и количеству выпавших осадков. В 2017 г. неблагоприятные условия для яровой пшеницы сложились в период всходы-кущение. Он характеризовался низкими температурами воздуха — 12,9°C, что на 3,6°C ниже среднеемноголетнего показателя, и большим количеством осадков. Формирование генеративных органов и зерновки в колосе протекало на фоне недостаточного увлажнения (ГТК — 0,63 и 0,53), за вегетационный период ГТК составил 0,8. Наиболее отличительным был 2018 г., характеризующийся как острозасушливый, ГТК за вегетационный период составил 0,31. В период всходы-кущение низкие среднесуточные температуры 13,7°C (ниже среднеемноголетней на 2,95°C) сочетались с малым количеством осадков. Генеративные органы закладывались на фоне высокого температурного режима и незначительного количества осадков (ГТК — 0,23). Налив зерна протекал также в экстремальных условиях (ГТК — 0,36). Самые благоприятные условия для развития растений яровой пшеницы сложились в 2019 г. Среднесуточные температуры воздуха за вегетационный период были на уровне среднеемноголетних данных умеренного увлажнения (ГТК — 1,0–1,5), за вегетационный период ГТК составил 1,1.



Таблица 1

Характеристика нового сорта яровой мягкой пшеницы Ирвита на момент передачи на Государственное сортоиспытание (2017-2019 гг.)

Показатели	Новый сорт Ирвита		Стандартный сорт Архат	
	мин-макс	средняя	мин-макс	средняя
2017 г. НСР ₀₅ = 0,08 т/га	-	3,34	-	3,26
2018 г. НСР ₀₅ = 0,45 т/га	-	3,97	-	3,50
2019 г. НСР ₀₅ = 0,57 т/га	-	4,35	-	3,78
средняя		3,89		3,51
±St.		0,37		
Показатели качества, lim				
Масса 1000 зерен, г	34,5-45,2	40,3	32,4-44,2	39,3
Натура зерна, г/л	787-822	809	760-785	773
Стекловидность зерна, %	95-100	98	95-100	97
Содержание белка, %	16,5-16,9	16,6	16,3-17,0	16,7
Содержание клейковины в зерне, %	36,0-40,0	38,5	30,0-32,8	31,7
Качество клейковины в зерне, ед. ИДК	60-70	65	60-70	65
Валометрическая оценка, е. в.	55-65	60	50-60	55
Объем хлеба, см ³ на 100 г муки	950-1050	1000	500-640	570
Общая хлебопекарная оценка, балл		4,6		4,3
Бурая ржавчина, тип/%		0		0
Мучнистая роса, балл/%		9		9
Высота растений, см	84,0-128,8	101,0	85,3-104,7	92,3
Устойчивость к полеганию, балл		9		9

Таблица 2

Экономическая эффективность от возделывания нового сорта яровой мягкой пшеницы Ирвита (в среднем за 2017-2019 гг.)

Показатели	Сорт	
	Ирвита	Архат (St.)
Урожайность, т/га	3,89	3,51
Прибавка урожайности, т/га	0,37	-
Средняя цена зерна, руб./т	12000	12000
Стоимость продукции, руб./га	46680	42120
Производственные затраты, руб./га	10500	10500
Условно чистый доход, руб./га	36180	31620
Себестоимость зерна, руб./т	2699	2991

Результаты и обсуждения

Сорт Ирвита (селекционный номер Эритро-спермум 78/03-28) относится к среднеспелому типу, выколашивается на 2 дня раньше стандартного сорта Архат (94 дня). Сорт создан методом внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции F₆ Ершовская 32 и Экада 6. Скрещивание родительских форм проведено в 2003 г. Элитное растение выделено в 2010 г.

Разновидность — эритроспермум. Куст полупрямостоячий. Восковой налет на верхнем междоузлии и на колосе отсутствует, на влагалище флагового листа — слабый. Колос белый, цилиндрический, средней длины и средней плотности. Ости средней длины. Колосковая чешуя среднего размера, ланцетной формы, нервация хорошо выражена. Зубец колосковой чешуи короткий, слегка изогнут, плечо узкое закругленное, киль сильно выражен. Зерно по размерам среднее, красное, яйцевидной формы. Окрашивание зерновки фенолом — темное.

Сорт среднерослый. Высота колеблется в зависимости от условий выращивания от 84,5 до 128,8 см. Устойчив к полеганию — 9 баллов (при девятибалльной шкале) и к основным видам листовых заболеваний (бурая ржавчина и мучнистая роса).

Средняя урожайность сорта за годы испытания составила 3,89 т/га, что на 0,37 т/га выше стандартного сорта Архат (табл. 1). Новый сорт адаптирован к условиям окружающей среды, коэффициент вариации C_v = 27,8%, у стандарта Архат — C_v = 30,3%. Средняя положительная корреляционная связь урожайности выявлена с высотой растений (r = 0,556). Также высота растений имеет тесную связь с биомассой растений, корневой системой и числом первичных корней. При отборе на засухоустойчивость высота растений является маркерным признаком, так как растения с развитой корневой системой легко противостоят засухе [18]. Яровая мягкая пшеница Ирвита является засухоустойчивым сортом. В 2018 г. при недостаточном влагообеспечении на протяжении всего вегетационного периода сорт Ирвита сформировал урожайность на 0,45 т/га больше, чем стандартный сорт Архат.

В среднем за 3 года исследований масса зерна с колоса составила 1,35 г (при варьировании значения от 1,26 до 1,43 г), при массе зерна с колоса стандартного сорта Архат 1,16 г. Установлена высокая достоверная корреляционная зависимость с урожайностью (r = 0,758), с количеством зерен с колоса (r = 0,718) и массой 1000 зерен (r = 0,705).

Новый сорт имеет крупное, выравненное зерно. Масса 1000 зерен — 34,5-45,2 г, натуральный вес зерна — 787-822 г/л, стекловидность — 98%. По хлебопекарным показателям качества соответствует требованиям, предъявляемым к ценным пшеницам: содержание сырого протеина в зерне — 16,5-16,9%, сырой клейковины — 32,2-36,8%, с качеством клейковины 60-70 ед. ИДК (I группа), валометрическая оценка — 60 е. в., общий выход хлеба — 1050 см³ на 100 г муки, общая хлебопекарная оценка — 4,6 балла.

На основании рыночной стоимости продукции, производственных затрат, урожайности был определен экономический эффект возделывания нового сорта Ирвита (табл. 2). Экономический эффект возделывания сорта Ирвита по сравнению со стандартным сортом Архат составил 4560 руб./га.

Сорт яровой мягкой пшеницы Ирвита передан на государственное сортоиспытание в 2019 г., дата приоритета — 09.09.2019, присвоенный номер заявки — 78807/8057592, год начала испытания — 2020 г.

Заключение

В результате селекционной работы получен новый сорт яровой мягкой пшеницы Ирвита. Сорт адаптивный, обладает высокой продуктивностью, устойчив к полеганию и основным видам листовых заболеваний (бурая ржавчина и мучнистая роса). Качественные показатели зерна на уровне ценных пшениц.

Литература

- Воробьев А.В., Воробьева В.А. Влияние влагообеспеченности вегетационного периода на смену рангов яровой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры // Достижение науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 8. С. 29-32.
- Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3 (43). С. 31-37.
- Кривобочек В.Г. Оценка адаптивных свойств новых сортов яровой пшеницы по урожайности в лесостепных условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2015. № 2 (35). С. 43-47.

- Мальчиков П.Н., Розова М.А., Моргунов А.Н., Мясникова М.Г., Зеленский Ю.И. Величина и стабильность урожайности современного селекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) из России и Казахстана // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 8. С. 939-950.

- Ayalneh, T., Letta, T., Abinasa, M. (2013). Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South-Eastern Ethiopia. *Plant Breeding and Seed Science*, vol. 67, no. 1, pp. 3-11.

- Protic, R., Todorovic, G., Protic, N., Djordjevic, R., Vicentijevic, D., Delic, D., Kopanja, M., Prodanovic, R. (2013). Effect of genotype x environment interaction on grain yield of winter wheat varieties. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, vol. 19, no. 4, pp. 697-700.

- Hassan, M.S., Mohamed, G.L.A., El-Said, R.A.R. (2013). Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* Desf.) under different environments. *Asian Journal of Crop science*, vol. 5, no. 2, pp. 179-189.

- Ivanova, I., Ilina, S. (2020). Variability of morphological features of spring soft wheat *Moskovskaya 35*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 433. 01.2016.

- Ковтун В.И., Ковтун Н.Л., Сухарева А.А. Урожайность и элементы ее структуры у новых генотипов пшеницы мягкой Северо-Кавказского ФНАЦ // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (76). С. 55-58.

- Морозов Н.А., Иванов В.В., Самсонов И.В. Корона — новый адаптивный сорт озимой мягкой пшеницы





для Северо-Кавказского региона // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 4 (70). С. 56-60.

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

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2014. 351 с.

13. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности. М.: Стандартинформ, 2009. 4 с.

14. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. М.: Стандартинформ, 2009. 4 с.

15. ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ, 2013. 23 с.

16. ГОСТ 26889-86. Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кельдаля. М.: Стандартинформ, 2010. 8 с.

17. ГОСТ 27669-88. Мука пшеничная, хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба. М.: Стандартинформ, 2007. 10 с.

18. Шаманин В.П., Потоцкая И.В., Шепелев С.С., Пожерукова Е.В., Моргунов А.И. Морфометрические параметры корневой системы и продуктивности растений у синтетических линий яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири в связи с засухоустойчивостью // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53. № 3. С. 587-597.

Об авторе:

Демина Ирина Федоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, deminaif@mail.ru

NEW VARIETY OF SPRING SOFT WHEAT IRVITA

I.F. Demina

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

The aim of the research is to make a comprehensive assessment of the new variety spring soft wheat Irvita to the economically valuable traits. The breeding new variety work on the spring soft wheat was conducted in the Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” Federal Research Center for Bast Fiber Crops in 2003-2019. The new cultivar was bred by intraspecific hybridization of cultivars Ershovskaya 32 and Ecada 6 with subsequent individual selection from a hybrid population F₆. The crossing of the original parental forms was carried out in 2003. The elite plant was selected in 2010. The study of the variety in the competitive variety testing was carried out in 2016-2019, in comparison with the standard variety Arhat. The conditions of vegetation during the years of research differed in the temperature regime and in the amount of precipitation. 2017 should be considered as moderate — arid was observed in 2018 Arid was observed in 2018 (hydrothermal index was 0.31). 2019 it is characterized as moderate in terms of precipitation (hydrothermal index was 1.1). The variety is highly productive, of mid-ripening type, the growing season in 85 days. The variety is mostly adapted to environmental conditions C_в=27.8% (biom standard variety Arhat 30.3%), drought-resistant. It is characterized by lodging resistance and the main types of leaf diseases (brown rust and powdery mildew). The new variety has a large equalized grain of 34.5-45.2 g. Grain nature 787-822 g/l. Vitreous 95-100%. According to the baking quality indicators, it meets the requirements for valuable wheat. The economic effect of cultivating the cultivar Irvita in comparison to the check Arhat amounted to 4560 rubles/ha. On the basis of the comprehensive assessment Irvita spring soft wheat was transferred to the state test in 2019.

Keywords: spring soft wheat, yield, growing season, lodging resistance, grain quality.

References

- Vorob'ev, A.V., Vorob'eva, V.A. (2019). Vliyaniye vlagobespechennosti vegetatsionnogo perioda na smenu rangov yarovoi pshenitsy po urozhainosti i ehlementam ee struktury [Influence of moisture availability of the growing season on the change of spring wheat ranks in terms of yield and elements of its structure]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 33, no. 8, pp. 29-32.
- Goncharenko, A.A. (2016). Ehkologicheskaya ustoychivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selektsii [Ecological stability of varieties of grain crops and problems of selection]. *Zernovoe khozaystvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 3 (43), pp. 31-37.
- Krivobochek, V.G. (2015). Otsenka adaptivnykh svoystv novykh sortov yarovoi pshenitsy po urozhainosti v lesostepnykh usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Assessment of adaptive properties of new varieties of spring wheat by yield in forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 2 (35), pp. 43-47.
- Mal'chikov, P.N., Rozova, M.A., Morgunov, A.N., Myasnikova, M.G., Zelenskii, Yu.I. (2018). Velichina i stabil'nost' urozhainosti sovremennogo selektsionnogo materiala yarovoi tverdoi pshenitsy (*Triticum durum* Desf.) iz Rossii i Kazakhstana [Value and stability of yields of modern breeding material of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) from Russia and Kazakhstan]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov journal of genetics and breeding], vol. 22, no. 8, pp. 939-950.
- Ayalneh, T., Letta, T., Abinasa, M. (2013). Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South-Eastern Ethiopia. *Plant Breeding and Seed Science*, vol. 67, no. 1, pp. 3-11.

- Protic, R., Todorovic, G., Protic, N., Djordjevic, R., Vcentijevic, D., Delic, D., Kopanja, M., Prodanovic, R. (2013). Effect of genotype x environment interaction on grain yield of winter wheat varieties. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, vol. 19, no. 4, pp. 697-700.
- Hassan, M.S., Mohamed, G.L.A., El-Said, R.A.R. (2013). Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* Desf.) under different environments. *Asian Journal of Crop Science*, vol. 5, no. 2, pp. 179-189.
- Ivanova, I., Ilina, S. (2020). Variability of incrophological features of spring soft wheat Moskovskaya 35. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 433. 01.2016.
- Kovtun, V.I., Kovtun, N.L., Sukhareva, A.A. (2019). Urozhainost' i ehlementy ee struktury u novykh genotipov pshenitsy myagkoi Severo-Kavkazskogo FNATS [Productivity and elements of its structure in new genotypes of soft wheat of the North-Caucasian FNAC]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg state agrarian university], no. 2 (76), pp. 55-58.
- Morozov, N.A., Ivanov, V.V., Samsonov, I.V. (2020). Korona — novyi adaptivnyi sort ozimoi myagkoi pshenitsy dlya Severo-Kavkazskogo regiona [Korona — is the new adaptable winter bread wheat variety for the North-Caucasus region]. *Zernovoe khozaystvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 4 (70), pp. 56-60.
- Fedin, M.A. (ed.) (1989). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: zernovye, krupnyye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury* [The method of state cultivar testing of agricultural crops: cereals, groats, legumes, corn and fodder crops]. Moscow, 194 p.
- Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*

[Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

13. Standartinform (2009). ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности [Seed. Methods for determining vitreous]. Moscow, 4 p.

14. Standartinform (2009). ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян [Cereals pulses and oilseeds. Method for determination of 1000 kernels or seeds weight]. Moscow, 4 p.

15. Standartinform (2013). ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице [Grain. Methods for determination of quantity and quality of gluten in wheat]. Moscow, 23 p.

16. Standartinform (2010). ГОСТ 26889-86. Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кельдаля [Food-stuffs and food additives. General directions for determination of nitrogen content by the Kjeldahl method]. Moscow, 8 p.

17. Standartinform (2007). ГОСТ 27669-88. Мука пшеничная, хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба [Wheat flour, baking flour. The method of trial laboratory baking of bread]. Moscow, 10 p.

18. Шаманин, В.П., Пототская, И.В., Шепелев, С.С., Пожерукова, Е.В., Моргунов, А.И. (2018). Морфометрические параметры корневой системы и продуктивности растений у синтетических линий яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири в связи с засухоустойчивостью [Root habitus and plant productivity of spring bread wheat synthetic lines in Western Siberia, as connected with breeding for drought tolerance]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 53, no. 3, pp. 587-597.

About the author:

Irina F. Demina, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, deminaif@mail.ru

deminaif@mail.ru



ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В КОРМЛЕНИИ ТЕЛОК СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ

Н.А. Николаева, Н.П. Тарабукина, А.М. Степанова,
П.П. Борисова, Н.М. Алексеева, С.И. Парникова

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

В настоящей статье представлены данные о положительном влиянии кормовых добавок (сухой пивной дробины, цеолита-хонгурина, ламинарии и пробиотического препарата «Сахабактисубтил»), оказывающие стимулирующее влияние на биохимический состав крови, микрофлору кишечника, что свидетельствовали о повышении обменных процессов в организме животных. Нашей целью являлось изучение степени влияния кормовых добавок на состояние белкового, минерального обменов и микробиоту кишечника телок симментальской породы. Научно-хозяйственный опыт проведен в животноводческом комплексе ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского улуса. Применение испытуемых кормовых добавок сбалансировало рацион по недостающим элементам питания, обеспеченность в энергии составила 5,3 ЭКЕ, 53,3 МДж обменной энергии, расход кормовых единиц на 1 кг прироста — 14,4-15,4. В крови телок не выявлены статистически достоверных различий в биохимических, аминокислотных и витаминных показателях. Некоторое преимущество по содержанию общего белка обнаружено у телок II-ой опытной группы, так содержание α -глобулинов в сыворотке крови составил 13,0 г/л, β -глобулинов — 11,5 г/л и γ -глобулинов — 21,2 г/л. Повышение содержания белка обуславливается более высоким уровнем метаболических процессов. Это свидетельствует о положительном влиянии энерго-протеиновых кормовых добавок на состояние обменных процессов и здоровья животных в целом. Следует отметить, что в составе микрофлоры кишечника телок наличие спорообразующих бактерий рода *Bacillus* от $2,3 \times 10^5$ до $4,0 \times 10^5$ КОЕ/г, энтерококков от $9,6 \times 10^2$ до $6,3 \times 10^4$ КОЕ/г и эшерихии L+ от $3,3 \times 10^4$ до $7,3 \times 10^4$ КОЕ/г. Наличие спорообразующих аэробных бактерий, бифидобактерий, энтерококков, эшерихии сдерживало микробиологический дисбаланс в опытных группах. При этом следует отметить, что наибольшее количество микроскопических грибов рода *Asp. fumigatus*, *Asp. flavus*, *Mucor sp.* говорит о недоброкачественности привозного комбикорма.

Ключевые слова: телки старше года, кормовые добавки, белковый состав крови, микробиота кишечника.

Введение

При интенсивном производстве продуктов животноводства наиболее остро стоит проблема обеспечения рационах белком и биологически активными веществами, которых недостаточно в основных кормах. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что наиболее рациональный способ достижения полноценного питания животных — восполнения имеющегося дефицита в рационах животных с помощью минерально-витаминных кормовых добавок, повышающих продуктивность крупного рогатого скота и снижающих расход кормов на получение единицы продукции [12].

Особенно актуально применение экологически безопасных кормовых добавок в животноводстве. В частности включения в рацион животных отходов промышленности, различных добавок микробиологического синтеза, существенно уменьшает зависимость производства продукции животноводства от импортных закупок белковых компонентов. В том числе сухая пивная дробина, являющаяся отходом пивоваренного производства, и используемая в качестве дополнительного источника протеина в рационах сельскохозяйственных животных. Пивная дробина содержит комплекс веществ с высокой пищевой ценностью и биологической активностью, и относится к концентрированному протеиновому корму [6].

В настоящее время ученые ведут поиск более дешевых, легкоусвояемых кормовых компонентов, имеющих региональное значение. Одним из таких компонентов считается цеолит-хонгурин Сунтарского месторождения.

Цеолиты — это природные минералы. Опытами доказано, что цеолит может поглощать до 15% аммиака, находящегося в рубце жвачных животных. Постепенное высвобождение аммиака позволяет микроорганизмам рубца непрерывно синтезировать клеточный белок, который легко усваивается пищеварительным трактом животных. По данным некоторых авторов, природные цеолиты оказывают положительное влияние на процесс пищеварения и повышают усвояемость кормов из-за содержания в них легкоусвояемых форм кальция, калия, микроэлементов: кобальта, меди, цинка и других химических веществ, весьма необходимых организму сельскохозяйственных животных, что сказывается на повышении продуктивности.

Разработка кормовых пробиотических средств является перспективным направлением современной биотехнологии. Применение биотехнологических методов переработки малопценных отходов перерабатывающего производства путем микробной биоконверсии с использованием в качестве продуцентов пробиотических микроорганизмов позволяет получать ценные кормовые продукты с повышенным содержанием белка, биологически активных веществ и живых клеток пробиотических культур, создает возможность для получения кормов нового поколения, обладающих высокой ценностью и пробиотическими свойствами [4].

Одним из таких пробиотиков является препарат «Сахабактисубтил» (ТУ 9384-003-00670203), разработанный на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* «ТНП-3 ДЕП» и *Bacillus subtilis* «ТНП-5 ДЕП», выделенных из мерзлотных почв Якутии.

Штаммы депонированы в Всероссийской коллекции микроорганизмов используемых в животноводстве и ветеринарии в Всероссийском Государственном Научно-Контрольном институте ветеринарных препаратов (ВГНКИ, г. Москва). Препарат обладает выраженным антагонистическим действиям против многих патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, нормализует микробиоценоз кишечника, способствует повышению иммунобиологической реактивности организма. Кроме того, штаммы бактерий *Bacillus subtilis* «ТНП-3 ДЕП» и *Bacillus subtilis* «ТНП-5 ДЕП» продуцируют комплекс ферментов, которые участвуют во всех биохимических процессах в организме, обеспечивает взаимосвязь различных видов обмена веществ [18, 19, 11, 2, 10].

Также в современных условиях одним из наиболее эффективных способов организации полноценного кормления животных, укрепления их здоровья и повышения продуктивности животных является использование кормовой добавки с морской водорослью — ламинарией. Водорослевый корм содержит полноценный в физиологическом отношении комплекс макро- и микроэлементов, значительное количество азотсодержащих веществ, в состав которых входят многие необходимые для животных аминокислоты. В водорослевых кормах высокое содержание липидов, в которых присутствует много полиненасыщенных высших жирных кислот (около 40%), обладающих ценными биологическими свойствами, они интенсифицируют процессы восстановления, нормализуют липидный обмен у животных и т.д. [8].



Методы исследований

Исследования проводили в лабораторных (ФГБУН «Якутский НИИСХ им. М.Г. Сафронова») и производственных условиях (ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия)). На опыт отобраны телки в возрасте 21-22 месяцев по принципу групп-аналогов и разделены на 3 группы по 10 голов в каждой. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составляла 240 дней: с 1 февраля по 28 сентября 2018 г. Условия содержания всех животных были одинаковыми. Кормление подопытных животных проводили по нормам ВИЖа.

В сыворотке крови определяли содержание общего белка, белковых форменных элементов, аминокислотных и витаминных показателей. Лабораторный анализ кормов, проб сыворотки крови выполнены в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Якутский НИИСХ им. М.Г. Сафронова» на ИК-анализаторе NIRSCANER (model 4250, производства США).

Исследования микрофлоры кишечника телок выполнены в лаборатории по разработке микробных препаратов ФГБУН «Якутский НИИСХ им. М.Г. Сафронова». Микробиоту кишечника молодняка крупного рогатого скота изучали исследованием фекалий, которые брали до и после опытов. Для выделения и количественного учета бактерий использовали следующие среды: лактобагар — для молочнокислых микроорганизмов, бифидумсреда — для бифидобактерий, асидная — для энтерококков, МПА (после прогрева до 80°C в течение 15 минут) — для спорообразующих аэробных бактерий, Эндо — для эшерихий, среда Чапека — для микроскопических грибов. Учет результатов роста микроорганизмов проводили через 18, 24, 48 часов и 5 дней для грибов. Родовую и видовую идентификацию микроорганизмов проводили согласно «Определителю зоопатогенных микроорганизмов» [9], «Определителю бактерий Берджи» [7]. Количество микроорганизмов определяли в колониеобразующих единицах (КОЕ) в 1 г фекалий.

Полученные результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа в программе Microsoft Excel 2010. В таблицах представлены средние значения (М) и стандартные ошибки средних, достоверность различий между средними значениями исследуемых показателей оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований

Среднесуточные рационы подопытных групп телок в стойловый период по набору кормов, их количеству и качеству были идентичны и поедаемость основных кормов — примерно одинаковой. На 1 голову она составляла: сена разнотравного — 5 кг, силоса овсяного — 8 кг, комбикорма — 1 кг. Отличие в кормлении заключалось в том, что телки 1-ой опытной группы с хозяйственным рационом получали комбикорм, обогащенный цеолитом (в количестве 30 г в сутки на 1 голову) и ламинарией (в количестве 50 мл в сутки на 1 голову) — 1,0 кг, телки 2-ой опытной группы — комбикорм, обогащенный цеолитом (в количестве 30 г в сутки на 1 голову) и пробиотиком «Сахабактисубтил» (в количестве 10 мл на 1 голову) — 1,0 кг (табл. 1). Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона составила 8,2 МДж. Концентрация ЭКЕ в 1 кг сухого вещества рациона составила 0,81.

В изучаемых рационах на 1 ЭКЕ приходилось переваримого протеина — 93,8 г. Сахаро-протеиновое отношение было равно 0,36:1.

Рацион для телок на протяжении опыта был сбалансирован по энергии, сухому веществу, сырому протеину. Однако качество протеина не соответствовало нормам потребности. В практике хозяйств Якутии чаще всего ощущается недостаток сахара в рационах, что ведет к снижению продуктивности животных. Потребность телок в кальции, магнии, меди, цинке, кобальте и йоде

и витаминах восполнялась введением энерго-протеиновых кормовых добавок.

На фоне научно-хозяйственного опыта, мы наблюдали за состоянием здоровья подопытных телок, исследовали биохимические показатели, как белковый, аминокислотный и витаминный состав крови. Из значимых показателей является кровь, комплексное исследование которой дает возможность судить о состоянии обмена веществ в организме животного, его здоровье, а также об уровне продуктивности [1].

Таблица 1

Потребление кормов и питательных веществ телок симментальской породы в стойловый период

Корма	Группа		
	контрольная	I-опытная	II-опытная
Сено разнотравное, кг	5,0	5,0	5,0
Силос овсяной, кг	8,0	8,0	8,0
Комбикорм, кг	1,0	-	-
Сухая пивная дробина, кг	0,5	0,5	0,5
Комбикорм, обогащенный цеолитом и ламинарией	-	1,0	-
Комбикорм, обогащенный цеолитом и пробиотиком «Сахабактисубтил», кг	-	-	1,0
Соль поваренная, г	35	35	35
В рационе содержится:			
Кормовых единиц	5,2	5,2	5,2
ЭКЕ	5,3	5,3	5,3
Обменной энергии, МДж	53,3	53,3	53,3
Сухого вещества, кг	6,5	6,5	6,5
Переваримого протеина, г	497,2	497,2	497,2
Сырой клетчатки, г	1483,0	1483,0	1483,0
Сырого жира, г	281,0	281,0	281,0
Сахара, г	182,0	182,0	182,0
Кальция, г	35,3	35,3	35,3
Фосфора, г	29,7	29,7	29,7
Магния, г	13,3	13,3	13,3
Серы, г	14,2	14,2	14,2
Железа, мг	571,6	571,6	571,6
Меди, мг	50,7	50,7	50,7
Цинка, мг	216,1	216,1	216,1
Кобальта, мг	0,99	0,99	0,99
Марганца, мг	329,3	329,3	329,3
Йода, мг	2,4	2,4	2,4
Каротина, мг	166,2	166,2	166,2
Вит. Д, тыс. МЕ	7,2	7,2	7,2
Вит. Е, мг	163,4	163,4	163,4

Таблица 2

Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови телок симментальской породы, (М±m)

Показатель		Периоды опыта	Группа		
			контрольная	I-опытная	II-опытная
Общий белок, г/л		в начале	65,0±0,01	65,4±0,09	66,7±0,06
		в конце	71,0±0,07	71,9±0,09	72,0±0,05
Альбумины,		в начале	23,0±0,05	22,5±0,04	23,5±0,05
		в конце	24,0±0,04	26,5±0,09	26,3±0,03
Глобулины, г/л	альфа	в начале	12,0±0,01	12,6±0,04	12,7±0,03
		в конце	12,1±0,02	12,6±0,04	13,0±0,02
	бета	в начале	9,2±0,02	10,1±0,09	10,6±0,06
		в конце	10,2±0,03	10,7±0,05	11,5±0,06
	гамма	в начале	20,0±0,02	19,8±0,06	21,2±0,05
		в конце	20,4±0,02	20,9±0,02	21,4±0,04

*(P<0,95)

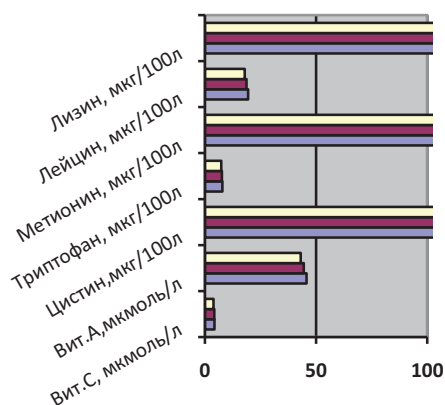


Рис. 1. Аминокислотный и витаминный состав сыворотки крови телок в начале опыта, мг/100мл, ммоль/л

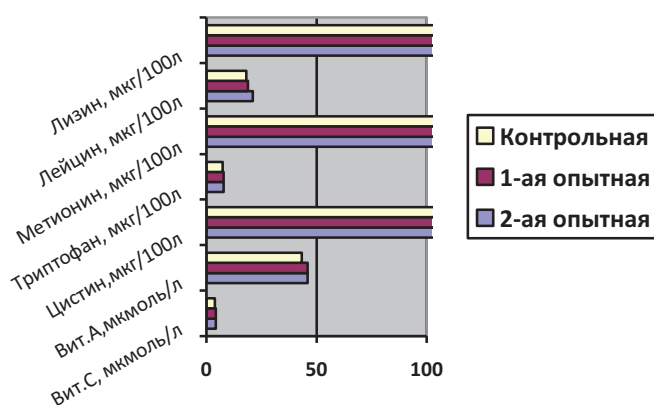


Рис. 2. Аминокислотный и витаминный состав сыворотки крови телок в конце опыта, мг/100мл, ммоль/л

О соответствии уровня белкового питания телок судили по концентрации общего белка, его альбуминовой и глобулиновой фракций. Результаты исследований сыворотки крови на показатели, характеризующие белковый обмен, представлены в табл. 2.

В начале опытного кормления содержание общего белка, альбуминов и глобулинов в сыворотке крови животных контрольной и опытных групп находилось в пределах физиологической нормы (65,0...66,7; 22,5...23,5 и 41,4...44,5 г/л соответственно). В конце опыта содержание общего белка в сыворотке крови опытных групп превышало показатель контрольной группы соответственно на 1,2 и 1,4%. Концентрация альбуминов в этих группах несколько возросла на 1,9 и 1,1% соответственно, тогда как в контрольной группе данный показатель по отношению к предыдущим исследованиям практически не изменился. Концентрация α - β и γ -глобулинов в сыворотке крови телок опытных групп по отношению к контрольной группе увеличилась на 4,1 и 7,4 г/л; 4,9 и 12,7 г/л и 2,4 и 2,3 г/л соответственно. Увеличение содержания белковых фракций в сыворотке крови следует рассматривать как результат повышения иммунобиологической реактивности организма животных опытных групп.

Использование в составе основного рациона кормления телок испытываемых кормовых добавок оказало определенное влияние на аминокислотный и витаминный состав сыворотки крови животных (рис. 1 и рис. 2).

Анализируя результаты биохимических исследований, следует отметить, что все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы. В крови телок 1-ой

и 2-ой опытных групп, получавших дополнительно к основному рациону комбикорм, обогащенный цеолитом, ламинарией и пробиотиком Сахабактисубтил содержание лизина была выше, чем в контрольной группе на 2,7 и 6,5%, лейцина на 4,5 и 16,3%, метионина на 5,8 и 13,6%, триптофана на 5,3 и 5,7% и цистина на 2,4 и 2,6% соответственно. Межгрупповые различия по содержанию группы витаминов были достоверно более высокими у телок из опытных групп, содержание вит. А оказалось выше на 6,17 и 6,15%, вит.С на 9,7 и 8,24% по сравнению с контрольной.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что в крови подопытных телок не выявлены статистически достоверных различий в биохимических, аминокислотных и витаминных показателях. Это свидетельствует о положительном влиянии энерго-протеиновых кормовых добавок на состояние обменных процессов и здоровья животных в целом.

Нормальный баланс кишечной микрофлоры играет важную роль в поддержании здоровья животных. Дисбаланс кишечной микрофлоры может привести к снижению продуктивности вследствие снижения функции иммунной системы и усвояемости питательных веществ. Следовательно, при разработке рецептур кормовых добавок для поддержания здоровья и продуктивности животных специалистам следует обращать внимание на потребность не только в питательных веществах, но и здоровой кишечной микрофлоре [13].

Наиболее активно микроорганизмы заселяют желудочно-кишечный тракт ввиду обилия и разнообразия в нем питательных веществ. Кишечный тракт животных — обычное место

обитания разнообразных микроорганизмов, преимущественно анаэробных. Характер взаимоотношений этих микроорганизмов с хозяином может быть различным и в первую очередь зависит от особенностей его рациона. Использование в составе основного рациона кормления телок испытываемых кормовых добавок оказало незначительное влияние на микрофлору кишечника (табл. 3).

Как показывают данные таблицы, в биоценозе кишечника телок в контрольной и опытных группах, из представителей нормальной микрофлоры доминируют спорообразующие бактерии рода *Bacillus* от $2,3 \times 10^5$ до $4,0 \times 10^5$ КОЕ/г, присутствуют бифидобактерии (10^3), *L+* эшерихии от $3,3 \times 10^4$ до $7,3 \times 10^4$ КОЕ/г, энтерококки от $9,6 \times 10^2$ до $6,3 \times 10^4$ КОЕ/г. При этом наблюдали полное отсутствие роста лактобактерий во всех 3 группах. На среде лактоагар, предназначенной для выделения молочнокислых бактерий, отмечен сплошной рост плесневых грибов рода *Mucor*. Наибольшее количество представителей нормальной микрофлоры отмечено у телок II-опытной группы. Кроме того, у всех трех групп в микрофлоре кишечника подопытных животных регистрируется наличие плесневых и токсигенных грибов рода *Asp. fumigatus*, *Asp. flavus*, *Mucor sp.* Также, в контрольной группе, в отличие от опытных присутствует плесневый гриб рода *Monascus sp.* Эти данные указывают на загрязненность кормов плесневыми и токсигенными грибами. Полученные нами результаты подтверждают сообщения Былгаевой А.А. (Былгаева А.А., Тарабукина Н.П., Неустроев М.П. и др., 2019), Жиркова А.Д. (Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Жирков А.Д. и др., 2015), о снижении качества сена при длительном хранении в условиях Якутии и высокой их обсемененности плесневыми и токсигенными грибами родов *Asp. fumigatus*, *Asp. flavus*, *Mucor sp.*, *Monascus sp.*

По результатам исследований, наибольшее количество представителей нормальной микрофлоры: спорообразующих аэробных бактерий, бифидобактерий, энтерококков у животных, принимавших препарат-пробиотик Сахабактисубтил.

Заключение

Применение в составе рациона, комбикорма, обогащенного цеолитом-хонгурином, ламинарией и пробиотиком «Сахабактисубтил» сбалансировало рацион по недостающим элементам питания и улучшило поедаемость основных

Показатели микрофлоры кишечника телок, КОЕ/г

Наименование микроорганизмов	Группа		
	контрольная	I-опытная	II-опытная
Спорообразующие аэробные бактерии	$2,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,0 \times 10^5$
Лактобактерии (10^3)	<i>Mucor</i>	<i>Mucor</i>	<i>Mucor</i>
Бифидобактерии (10^3)	+++	+++	+++
Энтерококки	$2,3 \times 10^3$	$9,6 \times 10^2$	$6,3 \times 10^4$
Эшерихии <i>L+</i>	$7,3 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$
Микроскопические грибы	<i>Asp. fumigatus</i> , <i>Asp. flavus</i> , <i>Mucor sp.</i> , <i>Monascus sp.</i>	<i>Asp. fumigatus</i> , <i>Asp. flavus</i> , <i>Mucor sp.</i>	<i>Asp. fumigatus</i> , <i>Asp. flavus</i> , <i>Mucor sp.</i>

Примечание: «+++» — интенсивный рост, «+++» — умеренный рост, «*L+*» — лактозоположительный эшерихии

Таблица 3



кормов. Обеспеченность в энергии составила 5,3 ЭКЕ, 53,3 МДж обменной энергии, расход кормовых единиц на 1 кг прироста — 14,4-15,4.

Повышение энергетической питательности рационов телок за счет введения энерго-протеиновых кормовых добавок находит отражение в биохимическом составе сыворотки крови. В крови опытных животных достоверно повышалось содержание общего белка, аминокислот и витаминов, способствовало активизации жизненно важных процессов в организме, усвоению кормов и улучшению аппетита и иммунитета организма.

Проведенное исследование микробиоты кишечника телок старше года показало, что в составе микрофлоры кишечника при скормлинии энергонасыщенных кормовых добавок свидетельствовало о наличии спорообразующих бактерий рода *Bacillus* от $2,3 \times 10^5$ до $4,0 \times 10^5$ КОЕ/г, энтерококков от $9,6 \times 10^2$ до $6,3 \times 10^4$ КОЕ/г и лактозоположительных эшерихий от $3,3 \times 10^4$ до $7,3 \times 10^4$ КОЕ/г. Наличие спорообразующих аэробных бактерий, бифидобактерий, энтерококков, эшерихий сдерживало дисбаланс в микробиоценозе кишечника животных опытных групп. При этом следует отметить, наличие микроскопических грибов рода *Asp. fumigatus*, *Asp. flavus*, *Mucor* sp. в микробиоте кишечника животных контрольных и опытных, которое показывает: недоброкачественность привозного комбикорма.

Способы применения энерго-протеиновых кормовых добавок могут быть использованы для организации биологически полноценного кормления крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах Крайнего Севера.

Литература

- Ахметзянова Ф.К., Галимуллин И.Ш. биохимический состав крови и обмен веществ в организме лактирующих коров, получавших концентраты «Проветекс» // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 10. С. 132-135.
- Владимиров Л.Н., Неустров М.П., Тарабукина Н.П. Арктические штаммы *Bacillus subtilis* в современной микробиотехнологии // Ветеринария и кормление. 2020. № 2. С. 17-20.
- Неустров М.П., Третьяков И.С., Сазонов Н.Н. Природные цеолиты Хонгунинского месторождения в животноводстве и ветеринарии. Российская академия сельскохозяйственных наук, Якутский НИИ сельского хозяйства. Якутск, 2008. 148 с.
- Неустров М.П., Тарабукина Н.П., Федорова М.П. Пробиотики из штаммов бактерий *Bac. Subtilis* в сельском хозяйстве Якутии. Российская академия сельскохозяйственных наук, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Якутск, 2010. 10 с.
- Неустров М.П., Тарабукина Н.П., Жирков А.Д. и др. Профилактика микотоксикозов лошадей препаратом Сахабактисубтил // Ветеринария. 2015. № 10. С. 8-10.
- Николаева Н.А., Борисова П.П. Молочная продуктивность при скормлинии энерго-протеиновоминеральных кормовых добавок // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2017. № 1 (46). С. 41-48.
- Беркли Р. и др. Определитель бактерий Берджи: Справочник. 9-е издание. М.: Мир, 1997. 26 с.
- Подольский В.Е. Водоросли в рационах животных // Животноводство России. 2011. № 6. С. 56-57.
- Сидоров М.А., Скородумов Д.И., Федоров В.Б. Определитель зоопатогенных микроорганизмов. Справочник. М.: Колос, 1995. 319 с.
- Скрябина М.П., Степанова А.М., Тарабукина Н.П., Неустров М.П. Ферментативная активность штаммов бактерий *Bacillus subtilis*, выделенных из мерзлотных почв // Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2020. № 1 (33). С. 73-79.

11. Тарабукина Н.П. Перспективы использования пробиотиков из штаммов бактерий *Bacillus subtilis* в сельском хозяйстве, медицине и охране окружающей среды // Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сборник научных докладов XXII международной научно-практической конференции. (Якутск, 14-15 августа 2019 г.). Новосибирск: СФНЦ РАН, 2019. С. 274-275.

12. Царенок А.А., Яночкин И.В., Наумчик А.В., Макаровец И.В. Использование кормовой добавки из местных источников минерального сырья в кормлении молодняка крупного рогатого скота кормления // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. Выпуск 2. № 1. С. 84-88.

13. Шамсуддин Л.А., Садовоев Н.А. Изменение в микробиоценозе кишечника при введении в рацион кормовой добавки на основе органических кислот // Животноводство и ветеринарная медицина. 2013. № 3. С. 10-14.

14. Cangiano L.R., Yohe T.T., Steele M.A., Renaud D.L. Invited Review: Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing // Applied Animal Science. 2020. Vol. 36. P. 630-651

15. Jugan M.C., Rudinsky A.J., Parker V.J., Gilor C. Use of probiotics in small animal veterinary medicine // J Am Vet Med Assoc. 2017. Vol. 125(5). P. 519-528.

16. Khan M., Nakkeeran E., Umesh-Kumar S. Potential application of pectinase in developing functional foods // Annu. Rev. Food Sci. Technol. 2013. Vol. 4. P. 21-34.

17. Riddell J.B., Gallegos A.J., Harmon D.L., McLeod K.R. Addition of a *Bacillus* based probiotic to the diet of preruminant calves: Influence on growth, health, and blood parameters // Intern J Appl Res Vet Med. 2010. Vol. 8. № 1. P. 78-85.

18. Soto L.P., Frizzo L.S., Avataneo E., Zbrun M.V., at all. Design of macrocapsules to improve bacterial viability and supplementation with a probiotic for young calves. Anim Feed Sci Technol. 2011. Vol. (165). P. 176-183.

19. Torreza N. Performance of calves receiving probiotic containing «*Bacillus subtilis*» and «*Bacillus licheniformis*» // Rev. bras. saúde prod. anim. [online]. 2016, Vol.17. №3. P. 508-519.

Об авторах:

Николаева Наталья Афанасьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и разведения крупного рогатого скота, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1168-2054>, natanik_69@mail.ru

Тарабукина Надежда Петровна, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории по разработке микробных препаратов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5493-8809>, hotubact@mail.ru

Степанова Анна Михайловна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории по разработке микробных препаратов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0745-2611>, stepanova_anna1985@mail.ru

Борисова Пасковья Прокопьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и разведения крупного рогатого скота, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6862-3464>, sulusovna@mail.ru

Алексеева Ньургустана Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и разведения крупного рогатого скота, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2545-299x>, agronii@mail.ru

Парникова Светлана Ивановна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории по разработке микробных препаратов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0808-3627>, hotubact@mail.ru

THE USE OF FEED ADDITIVES IN THE FEEDING OF HEIFERS OF THE SIMMENTAL BREED

N.A. Nikolaeva, N.P. Tarabukina, A.M. Stepanova, P.P. Borisova, N.M. Alekseeva, S.I. Parnikova

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

This article presents data on the positive effect of feed additives (dry brewer's grains, zeolite-hongurin, kelp and the probiotic drug Sakhabactisubtil), which have a stimulating effect on the biochemical composition of blood, intestinal microflora, which indicated an increase in metabolic processes in the body of animals. Our goal was to study the degree of influence of feed additives on the state of protein, mineral metabolism and intestinal microbiota of Simmental heifers. Scientific and economic experience was carried out in the livestock complex of OOO Khorobut in Megino-Kangalassky ulus. The use of the tested feed additives balanced the diet for missing nutrients, the energy supply was 5.3 ECU, 53.3 MJ of exchange energy, the consumption of feed units per 1 kg of growth was 14.4-15.4. In the blood of heifers, statistically significant differences in biochemical, amino acid and vitamin parameters were not revealed. Some advantage in the content of total protein was found in heifers of the II-nd experimental group, so the content of α -globulins in blood serum was 13.0 g / l, β -globulins — 11.5 g / l and γ -globulins — 21.2 g / l. The increase in protein content is due to a higher level of metabolic processes. This indicates a positive effect of energy-protein feed additives on the state of metabolic processes and animal health in general. It should be noted that the presence of spore-forming bacteria of the genus *Bacillus* from 2.3×10^5 to 4.0×10^5 CFU / g, enterococci from 9.6×10^2 to 6.3×10^4 CFU / g and *Escherichia* L + from 3.3×10^4 to 7.3×10^4 CFU / g. The presence of spore-forming aerobic bacteria, bifidobacteria, enterococci, *Escherichia* restrained the microbiological



imbalance in the experimental groups. It should be noted that the largest number of microscopic fungi of the genus *Asp. fumigatus*, *Asp. flavus*, *Mucor* sp. speaks of the poor quality of the imported compound feed.

Keywords: *heifers over a year old, feed additives, protein composition of the blood, intestinal microbiota.*

References

1. Akhmetzyanova F.K., Galimullin I.Sh. (2017). Biochemical composition of blood and metabolism in the body of lactating cows receiving concentrates «Provetex». Bulletin of the Technological University, Vol. 20, no. 10. Pp. 132-135.
2. Vladimirov L.N., Neustroev M.P., Tarabukina N.P. (2020). Arctic strains of *Bacillus subtilis* in modern microbiotechnology. Veterinary medicine and feeding, no. 2. Pp. 17-20.
3. Neustroev M.P., Tretyakov I.S., Sazonov N.N. (2018). Natural zeolites of the Khongurinsky deposit in animal husbandry and veterinary medicine. Russian Academy of Agricultural Sciences, Yakutsk Research Institute of Agriculture. Yakutsk. 148 p.
4. Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Fedorova M.P. (2010). Probiotics from bacterial strains *Bac. Subtilis* in the agriculture of Yakutia. Russian Academy of Agricultural Sciences. Yakutsk. 10 p.
5. Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Zhirkov A.D. and other (2015). Prevention of mycotoxicosis in horses with the drug Sakhabactisubtil. Veterinary Medicine, no. 10. Pp. 8-10.
6. Nikolaeva N.A., Borisova P.P. (2017). Milk productivity when feeding energy-protein-mineral feed additives. Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after I.I. V.R. Filippova, no. 1 (46). Pp. 41-48.
7. R. Berkeley et al. (1997). Bergey's Keys to Bacteria: A Handbook. 9th ed. Moscow: Mir. 26 p.
8. Podolsky V.E. (2011). Algae in animal diets. Animal husbandry of Russia, no. 6. Pp. 56-57.
9. Sidorov M.A., Skorodumov D.I., Fedorov V.B. (1995). Keys to zoopathogenic microorganisms: Handbook. Moscow: Kolos. 319 p.
10. Scriabina M.P., Stepanova A.M., Tarabukina N.P., Neustroev M.P. (2020). Enzymatic activity of bacterial strains *Bacillus subtilis* isolated from permafrost soils. Russian journal of problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology, no. 1 (33). Pp. 73-79.
11. Tarabukina N.P. (2019). Prospects for the use of probiotics from strains of bacteria *Bacillus subtilis* in agriculture, medicine and environmental protection. Agrarian science — agricultural production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus and Bulgaria: collection of articles scientific report XXII scientific-practical conf. (Yakutsk, August 14-15, 2019). Novosibirsk: SFNTSA RAN. Pp. 274-275.
12. Tsarenok A.A., Yanochkin I.V., Naumchik A.V., Markovets I.V. (2015). The use of a feed additive from local sources of mineral raw materials in feeding young cattle feeding. Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy, Issue 2, no. 1. Pp. 84-88.
13. Shamsuddin L.A., Sadomov N.A. (2013). Changes in the intestinal microbiocenosis upon the introduction of a feed additive based on organic acids into the diet. Animal husbandry and veterinary medicine, no. 3. Pp. 10-14.
14. Cangiano L.R., Yohe T.T., Steele M.A., Renaud D.L. (2020). Invited Review: Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing. Applied Animal Science, Vol. 36. Pp. 630-651
15. Jugan M.C., Rudinsky A.J., Parker V.J., Gilor C. (2017). Use of probiotics in small animal veterinary medicine. J Am Vet Med Assoc, Vol. 1.250(5). Pp. 519-528.
16. Khan M., Nakkeeran E., Umesh-Kumar S. (2013). Potential application of pectinase in developing functional foods. Annu. Rev. Food Sci. Technol, Vol. 4. Pp. 21-34.
17. Riddell J.B., Gallegos A.J., Harmon D.L., McLeod K.R. (2010). Addition of a *Bacillus* based probiotic to the diet of preruminant calves: Influence on growth, health, and blood parameters. Intern J Appl Res Vet Med, Vol. 8, no. 1. Pp. 78-85.
18. Soto L.P., Frizzo L.S., Avataneo E., Zbrun M.V., at all. (2011). Design of macrocapsules to improve bacterial viability and supplementation with a probiotic for young calves. Anim Feed Sci Technol, Vol. (165). Pp. 176-183.
19. Torreza N. (2016). Performance of calves receiving probiotic containing «*Bacillus subtilis*» and «*Bacillus licheniformis*». Rev. bras. saúde prod. anim. [online], Vol. 17, no. 3. Pp. 508-519.

About the authors:

Natalia A. Nikolaeva, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of selection and breeding of cattle, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1168-2054>, natanik_69@mail.ru

Nadezda P. Tarabukina, doctor of veterinary sciences, professor, chief scientific worker microbial development laboratory, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5493-8809>, hotubact@mail.ru

Anna M. Stepanova, candidate of veterinary sciences, senior Researcher, microbial development laboratory, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0745-2611>, stepanova_anna1985@mail.ru

Paraskovya P. Borisova, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection and breeding of cattle, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6862-3464>, sulusovna@mail.ru

Nurgustana M. Alekseeva, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection and breeding of cattle, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2545-299x>, agronii@mail.ru

Svetlana I. Parnikova, candidate of veterinary sciences, senior Researcher (Phd), microbial development laboratory, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0808-3627>, hotubact@mail.ru

natanik_69@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



ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ФРАКЦИЙ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

В.Г. Мамонтов

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

Высокое содержание гуминовых кислот в составе гумуса — характерный признак черноземов. Поскольку гуминовые кислоты являются гетерогенной полидисперсной системой изучалось изменение элементного состава фракций гуминовых кислот чернозема обыкновенного Воронежской области при различном сельскохозяйственном использовании. При выделении фракций гуминовых кислот в 2019 г. за основу была взята схема анализа группового и фракционного состава гумуса по методу Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой. Были получены следующие фракции гуминовых кислот: фракция ГК-I — относительно свободные, фракция ГК-II — связанные преимущественно с обменным кальцием. Судя по величинам отношений Н:С и С:N равным 1,35 и 9,3 соответственно, ГК-I залежного чернозема характеризуются преобладанием алифатических компонентов над циклическими структурами и средне обогащены азотом. Это слабовосстановленные соединения, степень их окисленности равна -0,14. В пахотном неорошаемом черноземе отношение Н:С существенно не изменилось, но отношение С:N возросло до 10,2, степень окисленности изменилась до -0,03. В орошаемом севообороте с многолетними травами отношение Н:С ГК-I чернозема уменьшилась до 0,92, степень окисленности возросла до +0,01. При возделывании орошаемой бессменной кукурузы + $N_{200}P_{100}K_{100}$ отношение С:N ГК-I чернозема возросло до 13,1, степень окисленности — до +0,07, в варианте без удобрений отношение С:N достигло 21,6, степень окисленности +0,47. При высокой культуре земледелия в неорошаемых условиях ГК-II чернозема обыкновенного устойчивы к агрогенному воздействию. В орошаемом севообороте с многолетними травами отношение Н:С ГК-II увеличилось до 0,80, отношение С:N и степень окисленности уменьшились до 19,3 и +0,06 соответственно. В вариантах с орошаемой бессменной кукурузой отношение Н:С составило 0,50-0,73, отношение С:N — 29,3-31,8, степень окисленности +0,31-0,63.

Ключевые слова: чернозем типичный, фракции гуминовых кислот, элементный состав, неорошаемый чернозем, залежь, орошение.

Введение

Главной составной частью гумуса черноземов являются гуминовые кислоты, во многом определяющие их признаки и свойства. Известно, что вовлечение черноземов в пашню сопровождается изменением содержания и состава гумуса [1, 2]. Наряду с этим в почвах агроценозов происходит и определенная трансформация состава и свойств гуминовых кислот, однако сведения по данному вопросу немногочисленны и нередко противоречивы [3, 4]. В большинстве работ отмечается, что в пахотных почвах увеличивается степень бензоидности гуминовых кислот, особенно при экстенсивном характере использования пашни [5, 6].

Гуминовые кислоты представляют собой гетерогенную группу гумусовых веществ почвы, отдельные фракции которой отличаются друг от друга молекулярными массами, составом и свойствами [7, 8]. При этом разные фракции гуминовых кислот могут иметь разнонаправленную трансформацию под влиянием сельскохозяйственного использования почв.

Важнейшей характеристикой гумусовых кислот является их элементный состав. Именно этот показатель является одним из основных при отнесении органических соединений почвы к классу гумусовых кислот [7]. Поэтому не случайно к настоящему времени получен большой объем информации, отражающей особенности элементного состава гуминовых кислот не только целинных и пахотных почв, но других природных объектов [7, 9, 10, 11].

Между тем влияние сельскохозяйственного использования почв на состав и свойства отдельных фракций гумусовых кислот до настоящего времени не получило должного освещения в литературе, а имеющиеся единичные работы не позволяют сделать обобщающие выводы.

Материалы и методика

Объектом проведенных нами исследований служил чернозем обыкновенный территории землепользования НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, расположенного в Таловском районе Воронежской области. Почвенные образцы отбирались из слоя мощностью 0-20 см гумусо-во-аккумулятивного горизонта А чернозема в 3-кратной повторности. Образцы неорошаемого чернозема были отобраны на делянке с ячменем 10-польного зернопаропропашного севооборота, площадь делянки 311 м². Образцы орошаемого чернозема отбирали на делянке с многолетними травами 3-го года пользования семипольного орошаемого кормового севооборота и на делянках, где в течение 10 лет возделывалась бессменная кукуруза на зерно; в одном варианте удобрения не применялись, в другом — вносились дозой $N_{200}P_{100}K_{100}$. Площадь делянок 250 м².

Для орошения использовалась вода из местных прудов-накопителей. Она характеризовалась низкой минерализацией — 0,5-0,7 г/л и имела гидрокарбонатно-кальциевый состав. Полив осуществлялся дождеванием, оросительная норма, в зависимости от погодных условий, колебалась от 900 до 2000 м³/га за сезон. Глубина промачивания варьировала от 50 до 70 см. Образцы чернозема с естественным процессом гумусообразования были отобраны на участке некосимой залежи с природной степной растительностью, существующей с 1882 г.

При выделении фракций гуминовых кислот в 2019 г. за основу была взята схема анализа группового и фракционного состава гумуса по методу Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой [12]. Навеска почвы заливалась 0,1 н. раствором NaOH в соотношении 1:20. После суточного настаивания суспензия отделялась

центрифугированием, а остаток почвы обрабатывался 1% раствором NaCl до обесцвечивания вытяжки. Полученные порции объединяли. Переходящие в эту вытяжку гуминовые кислоты (ГК-I) связаны с подвижными полуторными оксидами и отчасти находятся в свободном состоянии.

Остаток почвы после выделения фракции ГК-I обрабатывали 0,05 н. раствором HCl до отсутствия реакции на ион Ca²⁺, после чего 2 раза промывали дистиллированной водой для удаления избытка кислоты и заливали 0,1 н. раствором NaOH в соотношении 1:20. Через сутки вытяжку центрифугировали, а остаток почвы обрабатывали 1% раствором NaCl до обесцвечивания раствора. Полученные порции экстрактов объединяли. Переходящие в эту вытяжку гуминовые кислоты (ГК-II) связаны преимущественно с обменным кальцием и окристаллизованными формами полуторных оксидов.

Гуминовые кислоты выделяли из полученных щелочных экстрактов путем подкисления их 1 н. раствором HCl до pH = 2. Выпавший осадок гуминовых кислот отделяли центрифугированием, растворяли в 0,1 н. NaOH и очищали от коллоидов путем центрифугирования и фильтрации через свечу Шамберлена. После этого дважды проводили переосаждение для освобождения от фульвокислот. Гель гуминовых кислот диализировали и высушивали при 60°C.

Элементный состав гуминовых кислот определяли на автоматическом CHNS-анализаторе vario Micro cube, содержание кислорода находили по разности, степень окисленности расчетным путем [12].

Результаты исследования

Отдельные фракции гуминовых кислот неодинаково реагируют на особенности сельско-



хозяйственного использования чернозема. Данные, характеризующие особенности элементного состава фракции ГК-I, приведены в таблице 1.

Согласно полученным данным, в элементном составе фракции ГК-I чернозема залежи преобладает водород, на долю которого приходится 44,1 ат.%. Следующим по значимости элементом является углерод, содержащийся в количестве 32,6 ат.%. Содержание кислорода составило 19,8 ат.%, меньше всего ГК-I содержит азота — 3,5 ат.%. Величина отношения Н:С оказалась равной 1,35, что свидетельствует о заметном преобладании алифатических компонентов, формирующих периферическую часть ГК-I, над циклическими структурами ядерной части молекулы [5, 7]. Величина отношения О:С находится на уровне 0,61. Это выше аналогичных показателей, приводимых Д.С. Орловым [7] для нефракционированных препаратов гуминовых кислот почв разных типов, укладываемых в интервал 0,42-0,54, и обусловлено низким содержанием углерода в ГК-I чернозема залежи. Величина отношения С:N равна 9,3 и свидетельствует о средней обогащенности ГК-I азотом, при этом они относятся к слабостановленным соединениям, о чем можно судить по их степени окисленности, равной -0,14.

ГК-I пахотного неорошаемого чернозема по сравнению с ГК-I чернозема залежи содержат на 1,7 ат.% больше кислорода, но меньше углерода и азота на 1,1 и 0,4 ат.% соответственно. При этом, если величина отношения Н:С существенно не изменилась, то величина отношения О:С возросла с 0,61 до 0,68. О возрастании роли кислородсодержащих группировок в составе молекул ГК-I пахотного неорошаемого чернозема свидетельствует и величина степени окисленности, которая изменилась с -0,14 до -0,03.

Роль азотсодержащих группировок в построении молекул ГК-I пахотного чернозема, наоборот, несколько уменьшилась, судя по величине отношения С:N, которая возросла до 10,2.

Таким образом, распашка черноземов вызывает улучшение условий аэрации и интенсификацию деятельности аэробной микрофлоры, что сопровождается частичной утилизацией азотсодержащих группировок и окислением фракции ГК-I.

Трансформация свободных гуминовых кислот под влиянием орошения определяется характером использования орошаемой пашни. Наличие в орошаемом севообороте многолетних трав способствует формированию ГК-I с повышенным содержанием углерода — 40,6 ат.% и пониженным количеством водорода — 37,2 ат.%. Это отражается на величине отношения Н:С, которая равна 0,92, то есть в таких условиях свободные гуминовые кислоты обогащаются циклическими структурами, вклад которых в формирование молекул ГК-I

незначительно превышает долю алифатических группировок.

По сравнению с ГК-I неорошаемого чернозема ГК-I орошаемой почвы севооборота с многолетними травами содержат на 2,7 ат.% меньше кислорода. При одновременном увеличении в них количества углерода это вызывает существенное уменьшение величины отношения О:С — до 0,46, однако степень окисленности их молекул в целом приобретает положительное значение и составляет +0,01.

Высокое содержание углерода в ГК-I орошаемого чернозема севооборота с многолетними травами отражается и на обогащенности их азотом, которая, судя по величине отношения С:N, равной 11,6, перешла в категорию «низкая», хотя содержание азота в ГК-I орошаемого чернозема возросло по сравнению с ГК-I неорошаемой пахотной почвы и достигло уровня почвы залежи.

Трансформация элементного состава ГК-I чернозема под орошаемой бессменной кукурузой с применением высоких доз минеральных удобрений имеет свои особенности. С одной стороны, она сходна с характером трансформации ГК-I чернозема орошаемого севооборота. Это проявляется в том, что они содержат на 2,8-3,9 ат.% больше углерода и на 3,5-3,7 ат.% меньше водорода по сравнению с ГК-I неорошаемых черноземов и характеризуются более узким отношением Н:С, равным 1,14, показывающим, что под влиянием орошаемой и удобряемой бессменной кукурузой ГК-I чернозема в большей мере обогащаются циклическими группировками, нежели ГК-I неорошаемой почвы. В то же время ГК-I орошаемого чернозема с бессменным возделыванием кукурузы + $N_{200}P_{100}K_{100}$ характеризуются более низким содержанием азота — 2,7 ат.%, а количество кислорода находится на уровне ГК-I неорошаемого чернозема — 21,5 ат.%. В целом ГК-I чернозема под орошаемой и удобряемой бессменной кукурузой отчетливо обедняются азотсодержащими группировками, о чем свидетельствует величина отношения С:N, возросшая до 13,1, и переходят в разряд слабоокисленных соединений, на что указывает их степень окисленности, равная +0,07.

Наиболее существенную трансформацию претерпевают ГК-I чернозема под орошаемой удобряемой бессменной кукурузой. В данном случае отчетливо выражена окислительная деструкция ГК-I, в результате которой они обедняются водородом и азотом, содержание которых составило 33,4 и 1,8 ат.% соответственно. В то же время в них возросло содержание кислорода и углерода, количество которых равно 25,9 и 38,9 ат.% соответственно. Величина отношения Н:С составила 0,86, что указывает на заметное преобладание в составе ГК-I данного варианта циклических структур над алифатическими группировками. Об обогащенности

молекул ГК-I чернозема под удобряемой бессменной кукурузой кислородсодержащими группировками свидетельствует величина отношения О:С, равная 0,67, при этом среди всех ГК-I они характеризуются самой высокой степенью окисленности +0,47 и наиболее высокой обеспеченностью азотом, судя по величине С:N, равной 21,6.

Таким образом, полученные данные показывают, что свободные гуминовые кислоты неорошаемых обыкновенных черноземов при высокой культуре земледелия сохраняют основные характеристики элементного состава, свойственные ГК-I залежных почв: преобладание в составе молекул алифатических группировок, обогащенность азотом, слабая степень восстановленности соединений.

При вовлечении обыкновенных черноземов в орошаемое земледелие элементный состав свободных гуминовых кислот, как наиболее подверженных внешним воздействиям из-за слабой связи с минеральной частью почвы, претерпевает заметную трансформацию. Изменения, которые происходят с элементным составом ГК-I, во многом определяются характером использования орошаемой пашни, но в целом имеют общую окислительную направленность.

В условиях, благоприятных для гумусообразования, которые складываются в орошаемом севообороте под многолетними травами, формируются слабоокисленные ГК-I, с высоким содержанием углерода и азота, обогащенные циклическими группировками.

Применение высоких доз минеральных удобрений под бессменную кукурузу в условиях благоприятного водного режима вызывает интенсификацию микробиологической деятельности. Следствием этого является частичная минерализация периферических группировок, в том числе и азотсодержащих. В целом они более окислены и менее обогащены циклическими структурами по сравнению с ГК-I почвы орошаемого севооборота.

При экстенсивном использовании орошаемой пашни, примером которого может служить бессменное возделывание кукурузы без применения удобрений, происходит деградация свободных гуминовых кислот. Благоприятный гидротермический режим создает предпосылки для активной микробиологической деятельности, которая в условиях дефицита элементов питания и свежего органического вещества является причиной биохимической деструкции ГК-I. Трансформация их молекул имеет гидролитическую и окислительную направленность. Она сопровождается минерализацией лабильных компонентов и азотсодержащих группировок. Молекулы ГК-I обогащаются инертными циклическими структурами, несущими кислородсодержащие группировки, что заметно повышает степень их окисленности.

Таблица 1

Влияние сельскохозяйственного использования на элементный состав фракции ГК-I чернозема обыкновенного Каменной Степи, ат.%

Вариант	С	Н	N	О	Н:С	О:С	С:N	W
Залежь	32,6	44,1	3,5	19,8	1,35	0,61	9,3	-0,14
Неорошаемая почва	31,5	43,9	3,1	21,5	1,39	0,68	10,2	-0,03
Орошение, севооборот с многолетними травами	40,5	37,2	3,5	18,8	0,92	0,46	11,6	+0,01
Орошение, бессменная кукуруза + $N_{200}P_{100}K_{100}$	35,4	40,4	2,7	21,5	1,14	0,61	13,1	+0,07
Орошение, бессменная кукуруза без удобрений	38,9	33,4	1,8	25,9	0,86	0,67	21,6	+0,47



Влияние сельскохозяйственного использования на элементный состав фракции ГК-II
обыкновенного чернозема Каменной Степи, ат.%

Вариант	С	Н	Н	О	Н:С	О:С	С:Н	W
Залежь	47,0	31,3	2,2	19,5	0,67	0,42	21,4	+0,16
Неорошаемая почва	47,8	29,0	2,2	21,0	0,61	0,44	21,7	+0,27
Орошение, севооборот с многолетними травами	43,8	35,2	2,2	18,8	0,80	0,43	19,9	+0,06
Орошение, монокультура кукурузы + $N_{200}P_{100}K_{100}$	43,9	31,9	1,5	22,7	0,73	0,52	29,3	+0,31
Орошение, монокультура кукурузы без удобрений	47,7	23,8	1,5	27,0	0,50	0,57	31,8	+0,63

Элементный состав гуминовых кислот, связанных с кальцием, или фракции ГК-II представлен в таблице 2.

Эта фракция гуминовых кислот доминирует в составе гумуса черноземов [2, 13], поэтому характер ее трансформации под влиянием сельскохозяйственного использования будет иметь важнейшее значение для функционирования чернозема и выполнения им эколого-продукционных функций.

Для гуминовых кислот, связанных с кальцием, характерно высокое содержание углерода. Так, у ГК-II чернозема залежи его количество составило 47,0 ат.%, тогда как на долю водорода приходится только 31,3 ат.%. Следующим по значимости элементом является кислород, содержащийся в количестве 19,5 ат.%, а самое низкое содержание — только 2,2 ат.% присуще азоту. Величина отношения Н:С равна 0,67 и свидетельствует о том, что молекулы ГК-II преимущественно сформированы структурами циклического типа, но при этом и алифатическим группировкам принадлежит важная роль как структурной составляющей ГК-II.

Высокое содержание углерода в молекулах ГК-II отражается и на величине отношения О:С, которое равно 0,42, что несколько меньше, чем обнаруживается при анализе нефракционированных гуминовых кислот черноземов [7], и заметно ниже, чем величина отношения О:С у фракции ГК-I. Судя по величине отношения С:Н, которое находится на уровне 21,4, гуминовые кислоты, связанные с кальцием, обеднены азотом, который, по-видимому, преимущественно входит в состав различных циклических структур. ГК-II относятся к окисленным соединениям, о чем свидетельствует величина их степени окисленности, равная +0,16.

Использование обыкновенного чернозема в неорошаемом земледелии не оказало существенного влияния на элементный состав гуминовых кислот, связанных с кальцием. Можно отметить лишь некоторое уменьшение величины отношения Н:С — с 0,67 до 0,61, что обусловлено частичной минерализацией алифатических группировок сопровождающейся уменьшением количества водорода на 2,3 ат.%, и увеличение содержания кислорода на 1,5 ат.% и степени окисленности с +0,16 до +0,27. Механическая обработка чернозема улучшает условия его аэрации, что в совокупности с внесением органических и минеральных удобрений активизирует микробиологическую деятельность. Однако ГК-II, благодаря обогащенности их циклическими структурами, довольно устойчивы к внешним воздействиям [2, 14]. Кроме того, в нашем случае интенсивность антропогенной нагрузки на почву ослабляется высокой культурой земледелия, обеспечивающей ежегодное поступление в почву достаточного количества органических остатков, вследствие чего

биологической деструкции подвергаются только наименее устойчивые алифатические компоненты гуминовых кислот.

Вовлечение чернозема в орошаемое земледелие существенным образом отражается на его органической части, вызывая трансформацию элементного состава даже такой консервативной компоненты гумуса черноземов, как гуминовые кислоты, связанные с кальцием. С одной стороны, это связано с изменением гидротермического режима, влияющего на количественный и качественный состав микробных популяций. В целом новая гидротермическая обстановка способствует усилению микробиологической и ферментативной активности почвы по сравнению с богарными условиями и, кроме того, вызывает увеличение периода активной функционирования микрофлоры [15]. Следствием этого является биохимическая деструкция структурных компонентов ГК-II, неустойчивых в новых биогидротермических условиях. С другой стороны, огромное влияние на характер трансформации ГК-II оказывает применяемая система земледелия, от которой зависят масштабы и качество растительных остатков, ежегодно поступающих в почву.

В условиях, благоприятных для гумусообразования, которые складываются в орошаемом севообороте с многолетними травами, происходящие с ГК-II изменения преимущественно обусловлены включением в их состав качественно иных структур, обогащенных алифатическими группировками. В результате этого, по сравнению с ГК-II неорошаемых почв (залежь, пашня), ГК-II орошаемого чернозема обедняются углеродом и кислородом, количество которых снизилось на 3,2-4,0 и 0,7-2,2 ат.% соответственно. В то же время содержание водорода возросло на 3,9-6,2 ат.%, тогда как содержание азота сохранилось на уровне ГК-II неорошаемых черноземов. В итоге в формировании молекул ГК-II орошаемого чернозема севооборота с многолетними травами возрастает роль компонентов ее периферической части, о чем свидетельствует увеличение до 0,80 отношения Н:С. При этом компоненты, включающиеся в периферическую часть ГК-II, обогащаются азотсодержащими группировками, на что указывает некоторое уменьшение величины отношения С:Н — с 21,4-21,7 до 19,9. По величине отношения О:С, равной 0,43, ГК-II орошаемого чернозема севооборота с многолетними травами практически не отличаются от ГК-II неорошаемых почв, однако в целом их молекулы стали менее окисленными. Об этом можно судить по величине их степени окисленности, которая уменьшилась до +0,06. Данное обстоятельство позволяет предположить, что в этом варианте в состав ГК-II чернозема включаются преимущественно алифатические восстановленные соединения.

При возделывании бессменной кукурузы с применением высоких доз минеральных удобрений трансформация элементного состава ГК-II в условиях орошения в целом носит качественно иной характер, нежели трансформация ГК-II чернозема орошаемого севооборота, хотя отдельные черты имеют сходный характер. Однотипность трансформации элементного состава ГК-II орошаемых черноземов при различных системах земледелия проявляется в уменьшении количества углерода по сравнению с ГК-II неорошаемого пахотного чернозема. В то же время содержание водорода у ГК-II чернозема под бессменной кукурузой + $N_{200}P_{100}K_{100}$ оказалось равным 31,9 ат.%. Это на 2,9 ат.% выше, чем у ГК-II неорошаемого пахотного чернозема и на 3,3 ат.% меньше по сравнению с количеством водорода у ГК-II чернозема орошаемого севооборота. Наряду с этим, ГК-II чернозема под орошаемой бессменной кукурузой + $N_{200}P_{100}K_{100}$ отчетливо обедняются азотом, содержание которого уменьшилось до 1,5 ат.%, тогда как количество кислорода в них возросло и составило 22,7 ат.%. В целом под влиянием орошаемой бессменной кукурузы при применении высоких доз минеральных удобрений происходит увеличение доли алифатических структур в молекулах ГК-II по сравнению с ГК-II неорошаемого пахотного чернозема. Об этом свидетельствует величина отношения Н:С, возросшая с 0,61 до 0,73. Однако природа алифатизации молекул ГК-II в данном случае иная, нежели у ГК-II чернозема орошаемого севооборота с многолетними травами. Скорее всего, в данном случае процессы биодеструкции алифатических группировок и какой-то части циклических структур, формирующих ГК-II, преобладают над процессами их фрагментарного обновления. Об этом можно судить по обеднению ГК-II азотом и существенному уменьшению роли азотсодержащих группировок в построении их молекул, на что указывает величина отношения С:Н, возросшая с 21,7 у ГК-II пахотного неорошаемого чернозема до 29,3 у ГК-II чернозема под орошаемой и удобряемой бессменной кукурузой. Деструкция ГК-II в этих условиях носит отчетливо выраженный окислительный характер и ведет к возрастанию роли кислородсодержащих группировок в составе их молекул, о чем можно судить по увеличению отношения О:С с 0,42-0,44 до 0,52. Отмеченные изменения сопровождаются увеличением общей окисленности молекул ГК-II, которая возросла до +0,31.

Наиболее существенные изменения с элементарным составом ГК-II произошли при возделывании орошаемой бессменной кукурузы без применения удобрений, причем несут они отчетливо выраженный деградиционный характер. При экстенсивном использовании орошаемой пашни происходит



активная биодеструкция алифатических, в том числе азотсодержащих группировок. В результате этого в элементном составе ГК-II количество водорода снижается до 23,8 ат.%, а азота — до 1,5 ат.%, тогда как содержание углерода практически не изменилось по сравнению с ГК-II неорошаемых почв, а количество кислорода возросло на 6,0-7,5 ат.%. Окислительная биодеструкция ГК-II в данном варианте выражена более отчетливо, чем в случае с удобряемой бессменной кукурузой. Величина отношения Н:С составила 0,50 и свидетельствует о том, что ГК-II потеряли значительную часть алифатических группировок. Ярким свидетельством этому служит существенное расширение величины отношения С:N, которое возросло с 21,4-21,7 у ГК-II неорошаемых черноземов до 31,8 у ГК-II чернозема данного варианта.

По сравнению с неорошаемыми почвами ГК-II орошаемого чернозема под неудобренной бессменной кукурузой заметно обогащаются кислородсодержащими группировками, о чем свидетельствует величина отношения О:С, возросшая с 0,42-0,44 до 0,57. Заметно увеличилась и общая окисленность молекул ГК-II, достигшая +0,63.

Итак, при высокой культуре земледелия элементный состав гуминовых кислот, связанных с кальцием, не претерпевает существенных изменений. По сравнению с ГК-II залежной почвы для ГК-II пахотного неорошаемого чернозема характерна несколько более высокая степень ароматизации и окисленности молекул. Под влиянием орошения трансформация элементного состава ГК-II определяется особенностями использования орошаемой пашни. В черноземе орошаемого севооборота под многолетними травами складываются благоприятные условия для гумусообразования, и обновление молекул ГК-II происходит за счет включения в их состав менее окисленных компонентов, обогащенных азотсодержащими группировками.

При возделывании в условиях орошения бессменной кукурузы и внесении под нее высоких доз минеральных удобрений трансформация ГК-II связана с окислением их молекул и минерализацией лабильных азотсодержащих компонентов. Наиболее существенную трансформацию элементный состав ГК-II

обыкновенного чернозема претерпевает при возделывании орошаемой бессменной кукурузы без внесения удобрений. Экстенсивное использование орошаемой пашни вызывает биологическую деградацию ГК-II, в результате которой они теряют лабильные компоненты, в том числе и азотсодержащие группировки, обогащаются циклическими структурами и подвергаются окислению.

Выводы

1. Свободные гуминовые кислоты (фракция ГК-I) чернозема типичного целинного характеризуются средней обогащенностью азотом и преобладанием в составе молекул алифатических восстановленных компонентов.

2. Использование чернозема в пашне вызывает трансформацию элементного состава свободных гуминовых кислот, определяемую характером использования пахотных угодий. Использование чернозема в неорошаемом земледелии вызывает минерализацию азотсодержащих группировок и окисление молекул ГК-I. В черноземе орошаемого севооборота с многолетними травами формируются слабоокисленные ГК-I с высоким содержанием азота, обогащенные циклическими структурами. Под влиянием орошаемой бессменной кукурузы возрастает степень окисленности молекул ГК-I и обедненности их азотсодержащими группировками, особенно в варианте без удобрений.

3. Гуминовые кислоты, связанные с кальцием (фракция ГК-II), преимущественно сформированы структурами циклического типа и обеднены азотом, они являются окисленными соединениями и при высокой культуре земледелия довольно устойчивы к агроному воздействию. В черноземе орошаемого севооборота с многолетними травами в состав молекул ГК-II преимущественно включаются алифатические компоненты восстановленной природы, обогащенные азотсодержащими группировками. Под влиянием бессменной кукурузы в орошаемых условиях в состав молекул ГК-II преимущественно включаются окисленные, обедненные азотсодержащими группировками циклические структуры. Особенно отчетливо это проявляется при возделывании кукурузы без удобрений.

Литература

1. Крупенников И.А. Черноземы: Возникновение, совершенствование, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Кишинев: Pontos, 2008. 288 с.
2. Мамонтов В.Г. Изменение компонентного состава гумуса чернозема обыкновенного под влиянием агрогенеза // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63. № 4 (376). С. 83-86.
3. Кулдаев Э.М. Электронные и колебательные спектры поглощения гуминовых кислот // Известия ТСХА. 1978. Вып. 2. С. 115-123.
4. Багаудинов Ф.Я., Хазиев Ф.Х. Состав, свойства гуминовых кислот целинных и пахотных почв и новообразованных гумусовых веществ // Почвоведение. 1992. № 1. С. 80-83.
5. Черников В.А. Изменения гумусовых соединений почвы в длительном стационарном опыте ТСХА // Плодородие. 2002. № 4 (7). С. 34-36.
6. Шевцова Л.К., Черников В.А., Сычев В.Г., Беличенко М.В., Рухович О.В., Иванова О.И. Влияние длительного применения удобрений на состав, свойства и структурные характеристики гумусовых кислот основных типов почв. Сообщение 1 // Агрохимия. 2019. № 10. С. 3-15.
7. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: МГУ, 1990. 325 с.
8. Мамонтов В.Г., Сюняев Н.К., Афанасьев Р.А. Молекулярно-массовый состав гуминовых кислот обыкновенного чернозема при орошении // Плодородие. 2009. № 3 (48). С. 28-30.
9. Сартаков М.П., Шпынова М.П., Дерябина Ю.М., Комиссаров В.И. Элементный состав гуминовых кислот сапропелей Среднего Приобья и юга Обь-Иртышского бассейна Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. № 23. С. 523-526.
10. Giovanela, M., Crespo, J.S., Antunes, M., Adametti, D.S., Fernandes, A.N., Barison, A., da Silva, C.W.P., Motelica-Heino, R.G.M. (2010). Chemical and spectroscopic characterization of humic acids extracted from the bottom sediments of Brazilian subtropical microbasin. *Journal of Molecular Structure*, 981 (1-3), pp. 111-119.
11. Rice, J.A., MacCathay, P. (1991). Statistical evaluation of the elemental composition of humic substances. *Organic Geochemistry*, vol. 17, no. 5, pp. 635-648.
12. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1981. 272 с.
13. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 256 с.
14. Кленов Б.М. Некоторые критерии устойчивости системы гумусовых веществ почвы // Вестник ТГУ. 2005. № 15. С. 160-162.
15. Мамонтов В.Г. Орошаемые черноземы и каштановые почвы: состав, свойства, процессы трансформации. М.: РГАУ-МСХА, 2013. 290 с.

Об авторе:

Мамонтов Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2563-8783>, mamontov1954@inbox.ru

THE INFLUENCE OF SPECIFIC AGRICULTURAL USE ON ELEMENTAL COMPOSITION OF HUMIC ACIDS FRACTIONS IN TYPICAL CHERNOZEM

V.G. Mamontov

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

A high content of humic acids in humus soil is a characteristic of chernozems. Since humic acids are a heterogeneous polydisperse system, we have studied the change in the elemental composition of humic acids fractions in typical chernozems in Voronezh region under various agricultural uses. The isolation of humic acids fractions has been based on the scheme of the analysis of group and fractional humus composition by Tyurin's method modified by Ponomareva-Plotnikova. The following fractions of humic acids have been obtained: fraction HA-I — relatively free, fraction HA-II — linked mainly to exchangeable calcium. Judging by the values of the H:C and C:N ratios equal to 1.35 and 9.3, respectively, HA-I of fallow chernozem are characterized by predominance of aliphatic components over cyclic structures and moderately enriched in nitrogen. These are poorly reduced compounds; their oxidation grade is -0.14. In arable non-irrigated chernozem, the H:C ratio has not changed significantly, meanwhile the C:N ratio has increased to 10.3 and the oxidation grade has changed to -0.03. In irrigated crop rotation with perennial grasses, the H:C ratio of HA-I of chernozem has decreased to 0.98, the oxidation grade has increased to +0.01. With the cultivation of irrigated permanent corn + N₂₀₀P₁₀₀K₁₀₀, the C:N ratio of HA-I of chernozem has increased to 13.1, the oxidation grade — to +0.07, in fertilizer-free variant, the C:N ratio has reached 21.6, the oxidation grade — +0.47. With a high culture of agriculture in non-irrigated conditions,





the GK-II of typical chernozem are resistant to agrogenic effects. In irrigated crop rotation with perennial grasses, the H:C ratio of HA-II has increased to 0.80, the C:N ratio and oxidation degree has decreased to 19.3 and +0.06, respectively. In the variants with irrigated permanent corn, the H:C ratio stands at 0.50-0.73, the C:N ratio — at 29.3-31.8, and oxidation grade has been + 0.31-0.63.

Keywords: typical chernozem, fractions of humic acids, elemental composition, non-irrigated chernozem, fallow, irrigation.

References

1. Krupennikov, I.A. (2008). *Chernozemy: Vozniknovenie, sovershenstvo, tragediya degradatsii, puti okhrany i vozrozhdeniya* [Chernozems: The emergence, perfection, tragedy of degradation, ways of protection and revival]. Kishinev, Pontos Publ., 288 p.
2. Mamontov, V.G. (2020). Izmenenie komponentnogo sostava gumusa chernozema obyknovennogo pod vliyaniem agrogenyza [Changes in the component composition of humus in typical chernozem under the influence of agrogenesis]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 63, no. 4 (376), pp. 83-86.
3. Kulchaev, E.M. (1978). Ehlektronnye i kolebatel'nye spektry pogloshcheniya guminovykh kislot [Electronic and vibrational absorption spectra of humic acids]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev agricultural academy], vol. 2, pp. 115-123.
4. Bagautdinov F.Ya., Khaziev, F.Kh. (1992). Sostav, svoystva guminovykh kislot tselinnykh i pakhotnykh pochv i novoobrazovannykh gumusovykh veshchestv [The composition, properties of humic acids of virgin and arable soils and newly formed humic substances]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 1, pp. 80-83.
5. Chernikov, V.A. (2002). Izmeneniya gumusovykh soedinenii pochvy v dlitel'nom statsionarnom opyte TSKHA [Changes in the humus compounds of the soil in the long-

term stationary experiment of the TSKHA]. *Plodородie* [Fertility], no. 4 (7), pp. 34-36.

6. Shevtsova, L.K., Chernikov, V.A., Sychev, V.G., Belichenko, M.V., Rukhovich, O.V., Ivanova, O.I. (2019). Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobrenii na sostav, svoystva i strukturnye kharakteristiki gumusovykh kislot osnovnykh tipov pochv. Soobshchenie 1 [The influence of long-term use of fertilizers on the composition, properties and structural characteristics of humic acids of the main soil types. Message 1]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], no. 10, pp. 3-15.
7. Orlov, D.S. (1990). *Gumusovye kisloty pochv i obshchaya teoriya gumifikatsii* [Soil humic acids and the general theory of humification]. Moscow, Moscow State University, 325 p.
8. Mamontov, V.G., Syunyaev, N.K., Afanas'ev, R.A. (2009). Molekulyarno-massovyi sostav guminovykh kislot obyknovennogo chernozema pri oroshenii [The molecular weight composition of the humic acids of typical chernozem under irrigation]. *Plodородie* [Fertility], no. 3 (48), pp. 28-30.

9. Sartakov, M.P., Shpynova, M.P., Deryabina, Yu.M., Komissarov, V.I. (2015). Ehlementnyi sostav guminovykh kislot sapropeli Srednego Priob'ya i yuga Ob'-Irtyskogo basseina Zapadnoi Sibiri [The elemental composition of humic acids of sapropels of the Middle Ob and the south of the Ob-Irtys basin of Western Siberia]. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya* [Chemistry for sustainable development], no. 23, pp. 523-526.
10. Giovanela, M., Crespo, J.S., Antunes, M., Adametti, D.S., Fernandes, A.N., Barison, A., da Silva, C.W.P., Motelica-Heino, R.G.M. (2010). Chemical and spectroscopic characterization of humic acids extracted from the bottom sediments of Brazilian subtropical microbasin. *Journal of Molecular Structure*, 981 (1-3), pp. 111-119.
11. Rice, J.A., MacCathy, P. (1991). Statistical evaluation of the elemental composition of humic substances. *Organic Geochemistry*, vol. 17, no. 5, pp. 635-648.
12. Orlov, D.S., Grishina, L.A. (1981). *Praktikum po khimii gumusa* [Exercise book on the chemistry of humus]. Moscow, Publishing house of Moscow State University, 272 p.
13. Orlov, D.S., Biryukova, O.N., Sukhanova, N.I. (1996). *Organicheskoe veshchestvo pochv Rossiiskoi Federatsii* [Soil organic matter of the Russian Federation]. Moscow, Nauka Publ., 256 p.
14. Klenov, B.M. (2005). Nekotorye kriterii ustoychivosti sistemy gumusovykh veshchestv pochvy [Some criteria for soil humus system stability]. *Vestnik TGU* [Bulletin of TSU], no. 5, pp. 160-162.
15. Mamontov, V.G. (2013). *Oroshaemye chernozemy i kashtanovye pochvy: sostav, svoystva, protsessy transformatsii* [Irrigated chernozems and kashtanozems: composition, properties, transformation processes]. Moscow, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 290 p.

About the author:

Vladimir G. Mamontov, doctor of biological sciences, professor, professor of the department of soil science, geology and landscape science, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2563-8783>, mamontov1954@inbox.ru

mamontov1954@inbox.ru



СИБИРСКАЯ АГРАРНАЯ НЕДЕЛЯ

10-12 НОЯБРЯ 2021

Международная агропромышленная выставка

Ведущее отраслевое событие Сибири и Дальнего Востока

Международная выставка «AgroExpo Siberia» с национальным павильоном Германии

Успейте забронировать стенд на выставке!

МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ОНЛАЙН-ПЛОЩАДКА СИБИРИ

online.sibagroweek.ru

Международная агропромышленная онлайн-площадка Сибири – проект выставок «Сибирская аграрная неделя» и AgroExpo Siberia.



СИБИРСКАЯ АГРАРНАЯ НЕДЕЛЯ



AgroExpo Siberia

sibagroweek.ru



 @sibagroweek

 @sibagroweek

 sibagroweek

 info@sibagroweek.ru

 +7 (383) 304-83-88



Спонсор зоны регистрации



Спонсор пакетов посетителей





ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ И ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

В.И. Лазарев, Б.С. Ильин, А.Я. Башкатов, Ж.Н. Минченко, Т.В. Гаврилова

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

В результате многолетних стационарных исследований установлено, что при существующих подходах к интенсификации земледелия зависимость межгодовой вариативности продуктивности сельскохозяйственных культур от метеорологических условий не ослабевает. Основная причина такой ситуации состоит в том, что с ростом потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур их устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам снижается. Существенными факторами стабилизации продуктивности сельскохозяйственных культур являются удобрения, а также размещение их в севооборотах по хорошим предшественникам. При длительном сельскохозяйственном использовании чернозема типичного в севооборотах содержание подвижного фосфора как в удобренных, так и в неувобренных вариантах увеличивалось от ротации к ротации. Более высокие темпы накопления подвижного фосфора отмечались в севооборотах с многолетними бобовыми травами и чистым паром, более низкие — в пропашных севооборотах. Содержание обменного калия в вариантах без внесения удобрений за 10 ротаций пятипольных севооборотов достоверно не изменилось в сравнении с исходным его содержанием, несмотря на значительный вынос его урожаями сельскохозяйственных культур. Внесение 4 т навоза и K_{50} на 1 га севооборотной площади повышало запасы обменного калия в слое почвы 0–40 см на 1,32–1,70 мг/100 г в зависимости от вида севооборота. Содержание гумуса в пахотном слое почвы за 50 лет интенсивного сельскохозяйственного использования чернозема типичного без внесения удобрений снижалось на 0,18–0,50% в севооборотах с многолетними бобовыми травами и на 0,61–0,77% в зернопропашных и пропашных севооборотах. Внесение 4 т/га навоза и полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$ на 1 га севооборотной площади не предотвращало падение содержания гумуса. В зернопропашном, зернопаропропашном и пропашных севооборотах его содержание снизилось на 0,56–0,73%. Введение в севооборот одного поля многолетних бобовых трав на фоне внесения удобрений стабилизировало содержание гумуса на исходном уровне, а при насыщении севооборота многолетними бобовыми травами до 40% наметилась тенденция к увеличению его содержания на 0,11%. То есть регулирование гумусового равновесия чернозема возможно, с одной стороны, использованием органических удобрений, а с другой — увеличением доли посевных площадей под многолетними бобовыми травами.

Ключевые слова: севооборот, ротация, урожайность, динамика продуктивности, минеральные удобрения, гумус, фосфор, калий.

Введение

Развитие сельскохозяйственного производства в настоящее время идет в направлении изыскания путей создания высокопродуктивного стабильного земледелия. При этом большое значение приобретают разработки оптимальных вариантов повышения его продуктивности как за счет интенсификации, так и более полного использования биоклиматического потенциала, сохранения и повышения почвенного плодородия [1, 2, 3].

Длительное сельскохозяйственное использование черноземов и дальнейшее наращивание темпов производства растениеводческой продукции требует оценки почвенно-климатических ресурсов и антропогенных факторов, оказывающих существенное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур и качество получаемой продукции [4, 5].

В этой связи определение закономерностей изменения продуктивности сельскохозяйственных культур, содержания гумуса и основных элементов минерального питания в многолетней динамике позволяет контролировать плодородие почвы, обоснованно и активно вмешиваться в круговорот и баланс питательных веществ в различных агроэкосистемах [6, 7].

Определяющее значение в формировании почвенного плодородия принадлежит гумусу, содержанию, запасы и состав которого практически определяют все агрономически ценные свойства и продуктивность почв [8, 9, 10]. Не менее важное значение имеет обеспеченность почвы элементами минерального питания, их потенциальные почвенные запасы, а также изменение их содержания в многолетней динамике в черноземе типичном при его интенсивном

сельскохозяйственном использовании [11, 12]. Это требует решения вопросов количественной оценки круговорота и баланса гумуса и основных элементов минерального питания, которые находятся в тесной связи с биологической продуктивностью почв, погодными условиями и антропогенными факторами [13, 14].

В связи с этим целью представленного исследования является определение с позиций системного анализа влияния основных природных и антропогенных факторов на динамику продуктивности сельскохозяйственных культур, содержания гумуса и элементов минерального питания при интенсивном использовании чернозема типичного в различных агроэкосистемах.

Материалы и методика

Исследования проводились в стационарном опыте по севооборотам лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» в течение 10 ротаций пятипольных севооборотов (1968–2019 гг.). Всего изучалось 6 схем пятипольных севооборотов с различным насыщением их зерновыми, пропашными культурами и многолетними бобовыми травами: 1. Зернопропашной (60% зерновые, 40% пропашные); 2. Зернопаропропашной: (20% чистый пар, 40% зерновые, 40% пропашные); 3. Пропашной (40% зерновые, 40% кукуруза, 20% сахарная свекла); 4. Зернотравянопропашной (20% многолетние травы, 40% зерновые, 40% пропашные); 5. Пропашной (40% зерновые, 40% сахарная свекла, 20% однолетние травы); 6. Зернотравянопропашной (40% многолетние

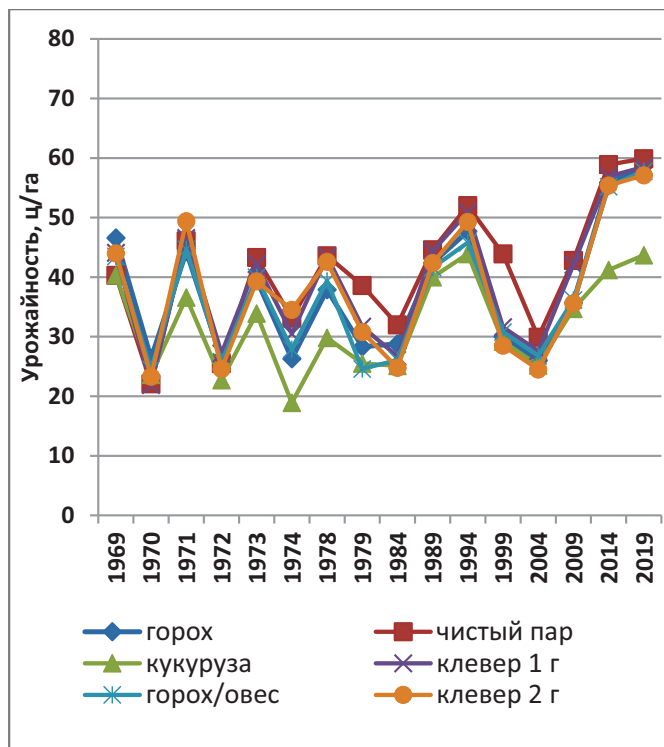
травы, 40% зерновые, 20% пропашные). Исследования проводились на двух фонах: без удобрений и с внесением за ротацию минеральных удобрений в количестве $N_{200}P_{250}K_{250}$ и 20 т/га навоза.

Почвы опытного участка представлены черноземом типичным мощным тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 6,2%, содержание подвижного фосфора (по Чирикову) — 10,1–14,5 мг/100 г, обменного калия (по Маслобой) — 16,8–19,0 мг/100 г почвы.

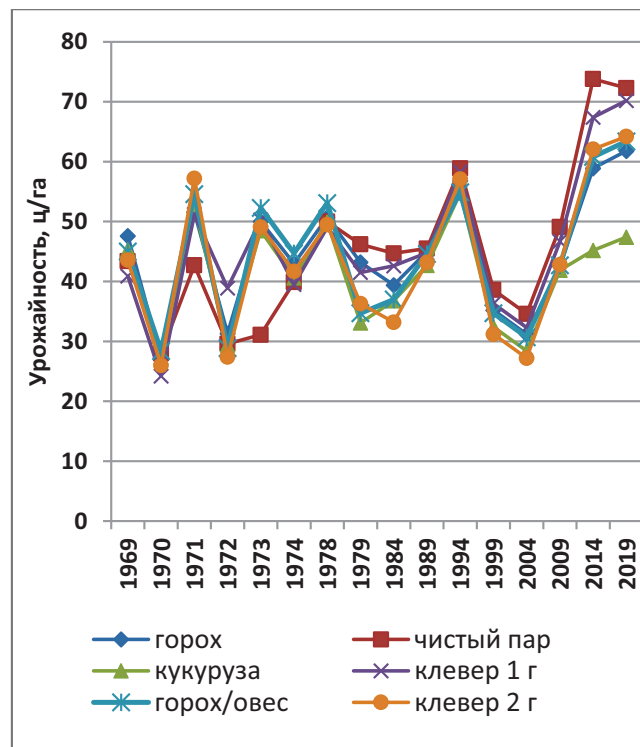
Полевые работы на опытном участке проводились в лучшие агротехнические сроки и в основном такими же машинами и орудиями, которые используют в производственных условиях. Для обработки экспериментальных данных применяли дисперсионный метод математического анализа.

Результаты и обсуждение

В результате многолетних полевых исследований установлено, что отзывчивость сельскохозяйственных культур на агротехнические приемы не всегда адекватна антропогенным воздействиям. В отдельные годы могут быть «провалы» в получении положительных эффектов от применения тех или иных приемов, несмотря на высокую их эффективность за многолетний период. Так, урожайность озимой пшеницы за годы исследований в вариантах без применения удобрений колебалась от 9,5 до 61,5 ц/га, сахарной свеклы — от 171 до 529 ц/га. В вариантах с внесением удобрений разница между минимальной и максимальной урожайностью уменьшалась по озимой пшенице до 16,5 ц/га, сахарной свекле — до 155 ц/га.



а) без удобрений



б) с удобрениями

Рис. 1. Динамика урожайности озимой пшеницы, возделываемой по различным предшественникам

Наблюдения за динамикой урожайности озимой пшеницы в течение 10 ротаций пятипольных севооборотов показали, что при систематическом размещении ее по хорошим предшественникам урожайность имела тенденцию к росту (рис. 1).

Среднегодовой прирост урожайности озимой пшеницы составил 0,44-0,79 ц/га в зависимости от предшественника и выражался уравнениями регрессии, представленными в таблице 1.

Анализ влияния природных и антропогенных факторов на продуктивность озимой пшеницы показал, что изменения ее урожайности на 46,5% обусловлены воздействием сложившихся погодных условий, на 16,3% — влиянием минеральных удобрений и на 15,1% связаны с возделыванием ее по различным предшественникам. Влияние взаимодействия факторов на

варьирование урожайности озимой пшеницы было менее существенным. Продуктивность же севооборота в целом в меньшей степени зависела от факторов погоды, так как недобор урожая отдельных культур в годы, неблагоприятные для их роста, компенсировалась увеличением урожайности других культур, для которых погодные условия складывались благоприятно.

Так, если доля участия факторов погоды в колебании урожайности озимой пшеницы составила 46,5%, сахарной свеклы — 43,2%, то в колебании продуктивности зерносвекловичных севооборотов в целом — лишь 10,6% (рис. 2, 3).

Изменения продуктивности различных видов полевых севооборотов на 38,2% были обусловлены их структурой и на 16,5% — влиянием удобрений. Влияние взаимодействия факторов «структура севооборота» и «погодные условия» составило 6,8%, взаимодействие

факторов «структура севооборота» и «удобрения» — 3,2%, а факторов «погодные условия» и «удобрения» — 4,6%.

Наличие стабильного эффекта от факторов «структура севооборота», «удобрения», а также взаимодействия их с условиями погоды свидетельствуют о целесообразности оптимизации структуры посевных площадей, подбора культур к местным условиям, применения оптимальных норм удобрений для культур, составляющих севооборот. Эти мероприятия являются не только фактором повышения устойчивости его продуктивности, но и средством более эффективного использования почвенно-климатических и хозяйственных ресурсов.

Поскольку изучаемые севообороты были развернуты во времени и в пространстве, имелась возможность оценить продуктивность севооборотов в зависимости от метеорологических условий года. Продуктивность севооборотов, выраженная в центнерах кормовых единиц на 1 гектар пашни, по годам колебалась в вариантах без удобрений от 52,9 до 92,2 ц корм. ед./га, в удобренных вариантах — от 65,8 до 126,0 ц корм. ед./га. Снижение продуктивности севооборотов наблюдалось в засушливые годы в основном за счет снижения урожайности культур, наиболее требовательных к влаге (кукуруза, яровые зерновые). Эти данные свидетельствуют о том, что только включением в севооборот различных по засухоустойчивости сельскохозяйственных культур нельзя полностью исключить отрицательное действие погодных условий, в частности влагообеспеченности посевов.

Продуктивность севооборотов в многолетней динамике находилась в тесной связи с динамикой почвенного плодородия и урожайностью основных культур, входящих в севооборот (озимой пшеницы, сахарной свеклы, кукурузы) (рис. 4).

Таблица 1

Уравнения регрессии урожайности озимой пшеницы, возделываемой в севооборотах по различным предшественникам

Предшественники озимой пшеницы	Варианты	Уравнения регрессии	Нормативы изменения урожайности за 1 год
Горох	без удобрений	$Y=37,77+0,44n$	0,44
	с удобрениями	$Y=43,78+0,24n$	0,24
Чистый пар	без удобрений	$Y=39,77+0,25n$	0,25
	с удобрениями	$Y=42,74+0,29n$	0,29
Кукуруза	без удобрений	$Y=25,77+0,66n$	0,66
	с удобрениями	$Y=37,85+0,21n$	0,21
Клевер 1 г.п.	без удобрений	$Y=34,54+0,09n$	0,09
	с удобрениями	$Y=36,35+0,58n$	0,58
Вика-овес	без удобрений	$Y=30,60+0,47n$	0,47
	с удобрениями	$Y=39,90+0,19n$	0,19
Клевер 2 г.п	без удобрений	$Y=28,10+0,79n$	0,79
	с удобрениями	$Y=32,00+0,97n$	0,97
Озимая пшеница (бессменная)	без удобрений	$Y=28,89+0,47n$	0,47
	с удобрениями	$Y=35,29+0,57n$	0,57



Более стабильными по продуктивности были севообороты с чистым паром и клевером одного года пользования, то есть севообороты, в которых более благоприятно складывался водный и питательный режимы

Пропашные севообороты с 40% кукурузы и 40% сахарной свеклы отличались нестабильной продуктивностью вследствие значительных колебаний урожайности основных культур, входящих в севообороты (кукуруза, сахарная свекла). Введение в севооборот чистого пара не приводило к росту продуктивности севооборота от ротации к ротации как в вариантах без удобрений, так и при систематическом их применении. Внесение органических и минеральных удобрений не обеспечивало прогрессивного роста продуктивности севооборотов от ротации к ротации.

Наблюдения за динамикой подвижного фосфора в почве под различными видами полевых севооборотов в течение 10 ротаций показали, что как в удобренных, так и в неудобренных вариантах содержание его увеличивалось от ротации к ротации (рис. 5).

В вариантах без внесения удобрений запасы подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в конце десятой ротации севооборотов были на 46-144 кг/га выше в сравнении с исходным их содержанием.

Более высокие темпы накопления подвижного фосфора отмечались в севооборотах с многолетними бобовыми травами (1,46-2,88 кг/га в год) и чистым паром (2,74 кг/га в год), более низкие — в пропашных севооборотах (0,92-1,20 кг/га в год).

Внесение 200 т/га навоза и $N_{200}P_{250}K_{250}$ за 10 ротаций севооборотов повышало темпы накопления подвижного фосфора. Содержание его в слое почвы 0-40 см к концу десятой ротации севооборотов увеличилось на 201-262 кг/га, то есть ежегодное накопление подвижного фосфора составило 6,9-9,0 кг/га. Влияние различных видов полевых севооборотов на динамику подвижного фосфора в почве было таким же, как и в неудобренных вариантах.

Содержание обменного калия за 10 ротаций пятипольных севооборотов в вариантах без внесения удобрений оставалось приблизительно одинаковым с исходным его содержанием или несколько увеличивалось, несмотря на значительный вынос урожаем сельскохозяйственных культур. Это указывает на то, что поглощение калия возделываемыми культурами проходило с вовлечением необменных его форм. При внесении 4 т навоза и K50 на 1 га севооборотной площади в течение 50 лет содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см увеличивалось на 1,32-1,70 мг/100 г в зависимости от вида севооборота.

В зернопропашном, зернопаропропашном и пропашном севообороте с 40% кукурузы на зеленый корм содержание обменного калия через 50 лет возрастало до 15,98-16,14 мг/100 г почвы, что на 1,70-1,62 мг/100 г почвы выше исходного его содержания. В зернотравянопропашном севообороте с 40% многолетних трав и пропашном севообороте с 40% сахарной свеклы концентрация обменного калия в почве увеличивалась в меньшей степени. Содержание его в слое почвы 0-40 см в конце десятой ротации этих севооборотов составило 15,60-15,75 мг/100 г почвы, что на 1,38-1,32 мг/100 г почвы выше в сравнении с исходным содержанием (рис. 6).

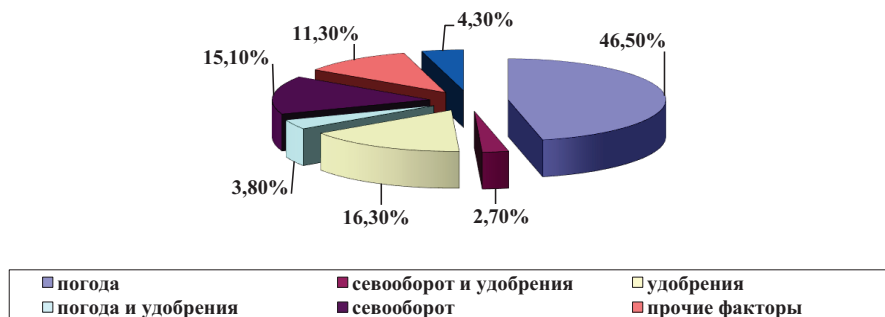


Рис. 2. Доля вклада факторов в варьирование продуктивности озимой пшеницы

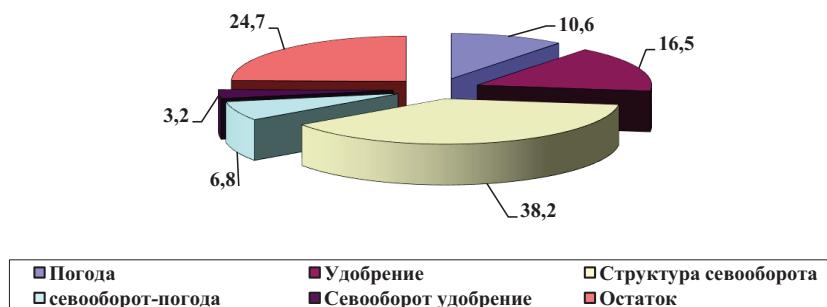
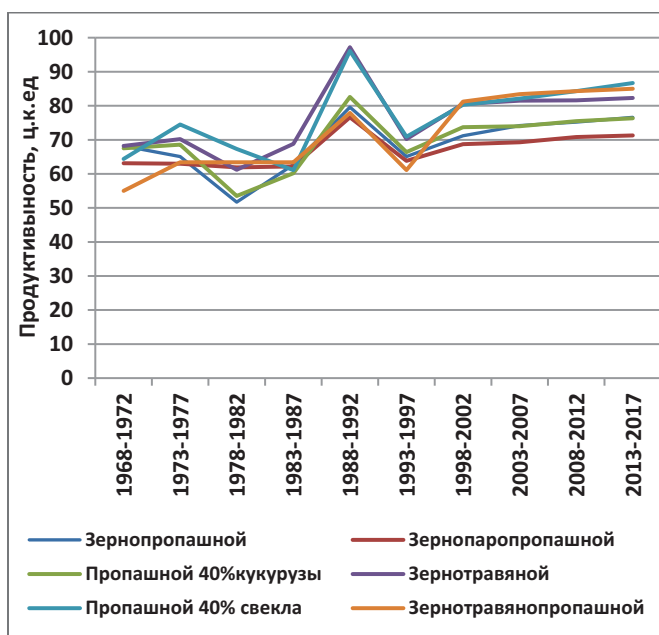
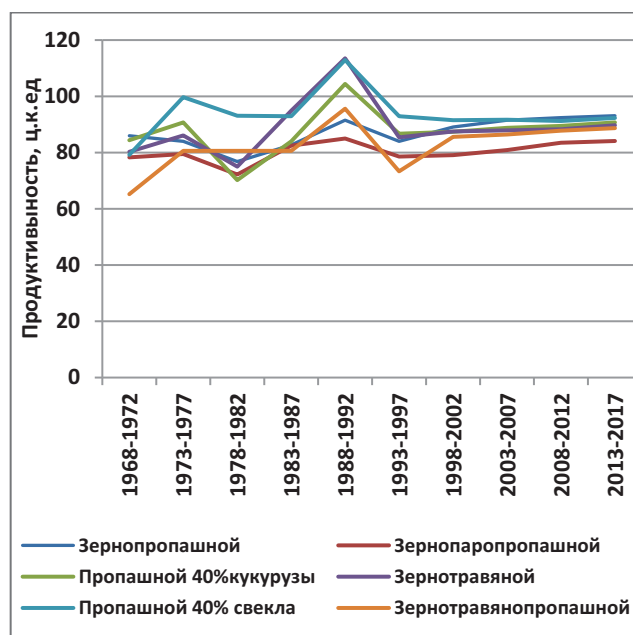


Рис. 3. Доля вклада факторов в варьирование продуктивности севооборота в целом



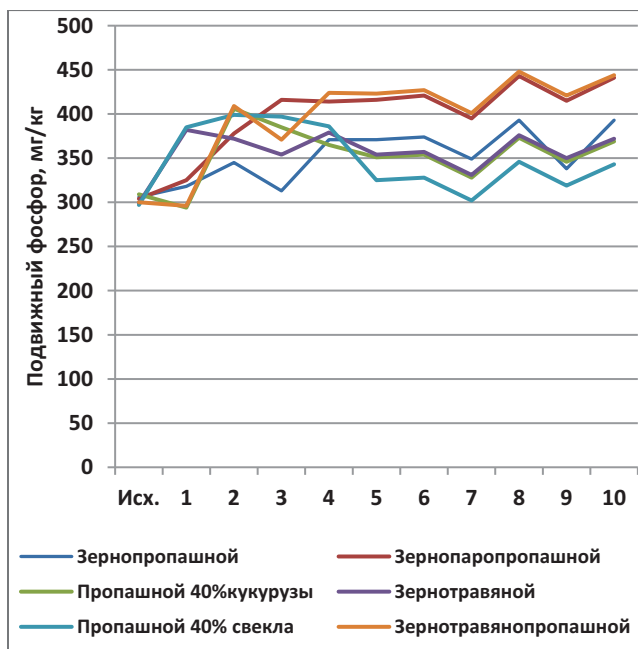
а) без удобрений



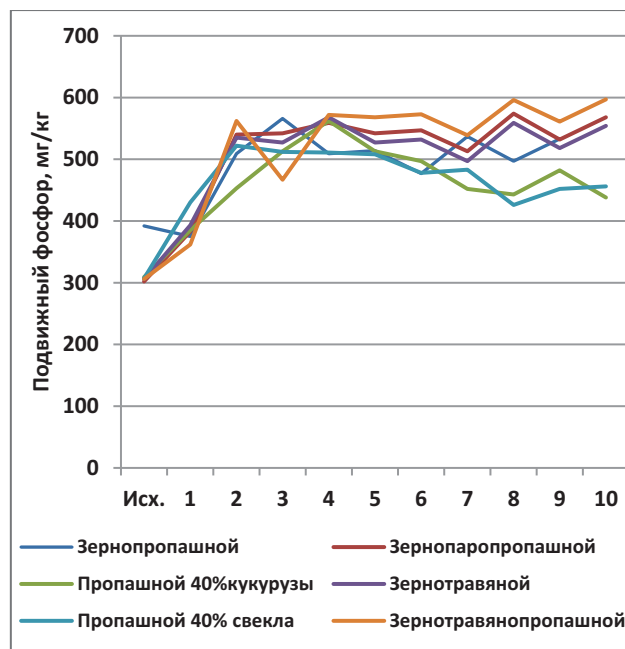
б) с удобрениями

Рис. 4. Динамика продуктивности различных видов полевых севооборотов за 10 ротаций



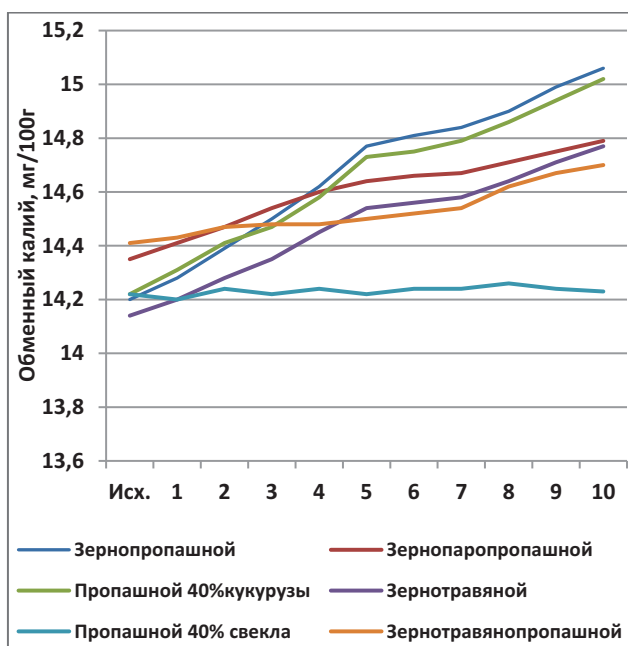


а) без удобрений

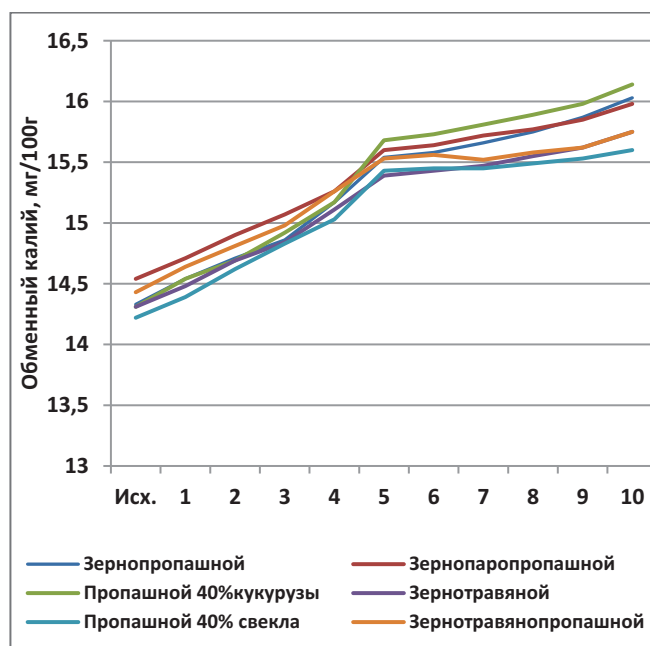


б) с удобрениями

Рис. 5. Динамика подвижного фосфора (по Чирикову) в различных видах полевых севооборотов



а) без удобрений



б) с удобрениями

Рис. 6. Динамика обменного калия (по Масловой) в различных видах полевых севооборотов

Наблюдения за динамикой гумуса в 0-40 см слое чернозема типичного в течение 50 лет показали, что содержание его во всех изучаемых севооборотах, в вариантах без внесения удобрений снижалось от ротации к ротации. Падение содержания гумуса за 50 лет колебалось от 0,18-0,50 абсолютных процента в севооборотах с многолетними бобовыми травами до 0,61-0,77% в зернопропашных и пропашных севооборотах (рис. 7).

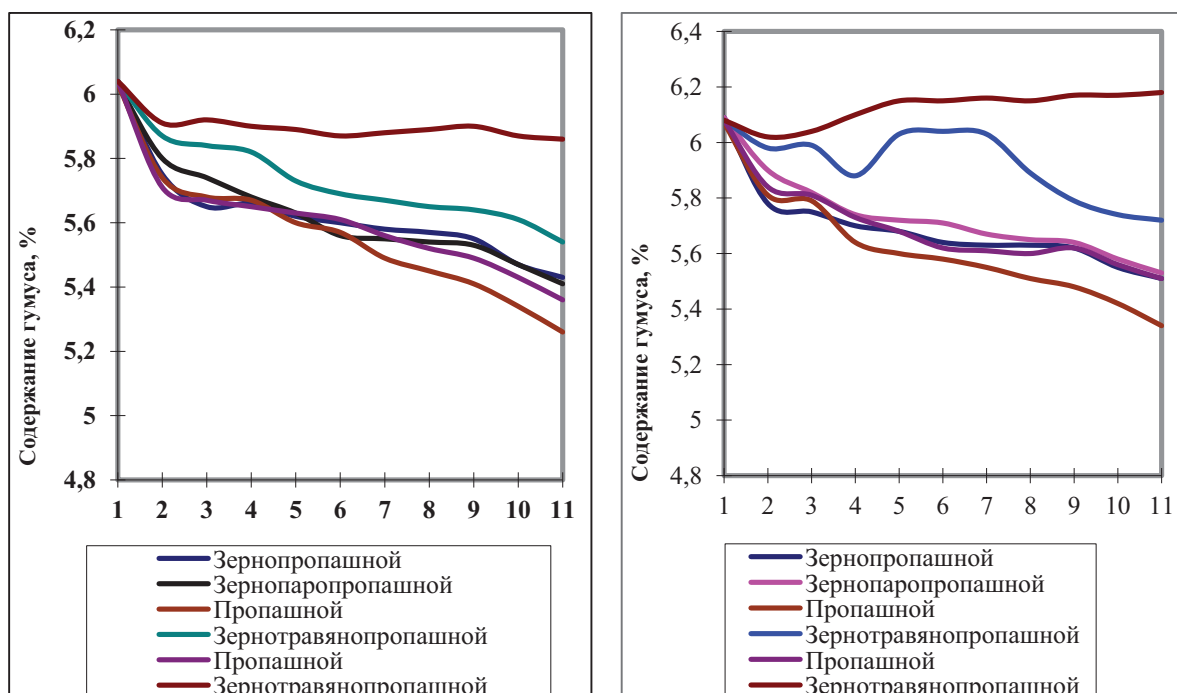
Внесение в течение 10 ротаций пятипольных севооборотов 4 т навоза и полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$ на 1 га севооборотной площади не предотвращало снижения содержания гумуса в зернопропашном, зернопаропропашном и пропашных севооборотах,

содержание его в этих севооборотах достоверно уменьшилось по сравнению с исходным состоянием на 0,56-0,73 абсолютных процента.

Введение в пятипольный севооборот одного поля многолетних бобовых трав способствовало снижению темпов падения содержания гумуса (-0,36%) и несколько увеличивало содержание гумуса в севообороте с двумя полями многолетних трав (+0,11%).

Изучение баланса гумуса в системе почва-растение-удобрение показало, что дефицит гумуса за 10 ротаций пятипольных севооборотов в вариантах без внесения удобрений колебался от 28,2-31,9 т/га в пропашных севооборотах, до 25,3-25,7 т/га в зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах. В севооборотах

с многолетними бобовыми травами дефицит гумуса снизился до 20,8-7,6 т/га. Ежегодное внесение 4 т навоза и полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$ на 1 га севооборотной площади позволило получить положительный баланс гумуса только в севообороте с 40% многолетних бобовых трав. Из данных многолетних полевых опытов по изучению продуктивности различных видов полевых севооборотов следует, что для достижения простого воспроизводства органического вещества в почве в севооборотах без многолетних бобовых трав ежегодный приход органического вещества должен соответствовать количеству, которое за это время минерализуется в почве (табл. 2).



а) без удобрений

б) с удобрениями

Рис. 7. Динамика содержания гумуса в различных видах полевых севооборотов за 10 ротаций

Таблица 2

Круговорот и баланс гумуса в слое почвы 0-40 см в различных видах полевых севооборотов, т/га

Севообороты		Исходный запас	Запас на конец 10 ротации	Баланс	Пополнение за счет:		Биологический круговорот
					корневых и пожнивных остатков	навоза	
1	60% зерновые, 40% пропашные	249,7	224,4	-25,3	29,17	-	54,47
		251,8	227,7	-24,1	34,78	60	118,88
2	20% чистый пар, 40% зерновые, 40% пропашные	249,3	223,6	-25,7	21,53	-	47,23
		251,8	228,6	-23,2	24,72	60	107,92
3	40% зерновые, 60% пропашные	249,3	217,4	-31,9	29,04	-	60,94
		251,0	220,7	-30,3	31,88	60	122,18
4	20% многолетние травы, 40% зерновые, 40% пропашные	249,8	229,0	-20,8	31,21	-	52,01
		251,4	236,5	-14,9	35,00	60	109,90
5	40% зерновые, 40% сахарная свекла, 20% однолетние травы	249,8	221,6	-28,2	25,91	-	54,11
		251,4	227,8	-23,6	32,37	60	116,37
6	40% многолетние травы, 40% зерновые, 20% пропашные	249,8	242,2	-7,6	32,03	-	39,63
		251,4	255,8	+4,5	39,56	60	95,06

Расчеты ежегодной компенсационной дозы навоза показали, что в зерносевооборотных севооборотах без многолетних бобовых трав она должна составлять 8,5-9,5 т/га, в зерносевооборотных севооборотах с многолетними бобовыми травами — 2,5-3 т/га.

Заключение

Таким образом, в результате многолетних стационарных исследований определена зависимость продуктивности различных видов полевых севооборотов от абиотических и биотических факторов, а также их взаимодействия. Установлено, что существенными факторами стабилизации продуктивности сельскохозяйственных культур и севооборотов в целом являются: оптимизация структуры посевных площадей, подбор культур к конкретным почвенно-климатическим условиям, применение оптимальных норм внесения удобрений для культур, составляющих севооборот.

Установлена динамика содержания гумуса в пахотном слое чернозема типичного за 50-летний период его сельскохозяйственного использования в различных видах полевых севооборотов. В вариантах без внесения удобрений содержание гумуса снижалось на 0,18-0,50% в севооборотах с многолетними бобовыми травами и на 0,61-0,77% в зернопропашных и пропашных севооборотах. Внесение 4 т/га навоза и полного минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{50}K_{50}$ на 1 га севооборотной площади не предотвращало снижения содержания гумуса. В зернопропашном, зернопаропропашном и пропашных севооборотах содержание его снизилось на 0,56-0,73%. Введение в севооборот одного поля многолетних бобовых трав на фоне внесения удобрений стабилизировало содержание гумуса на исходном уровне, а при насыщении севооборота многолетними бобовыми травами до 40% наметилась тенденция к увеличению его содержания на 0,11%.

Литература

1. Кирюшин В.И. Оценка качества земель и плодородия почв для формирования систем земледелия и агротехнологий // Почвоведение. 2007. № 7. С. 873-880.
2. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П. и др. Агрохимия / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
3. Муха В.Д., Картамышев Н.И., Муха Д.В. Агропочвоведение. М.: Колос, 2004. 528с.
4. Jobaggy, E.G., Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecol. Appl.*, no. 10, pp. 423-436.
5. Уваров Г.И., Карабутов А.П. Изменение свойств в черноземе типичном при применении удобрений в длительном полевом опыте // Агрохимия. 2012. № 4. С. 14-20.
6. Семиченко Е.В. Баланс гумуса, элементов питания и продуктивность биологизированных севооборотов Нижнего Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2018. № 2 (22). С. 89-94.
7. Six, J., Elliott, E., Paustian, K. (1999). Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 63, pp. 1350-1358.





8. Масютенко Н.П., Кузнецов А.В., Масютенко М.Н. и др. Связь показателей гумусного состояния чернозема типичного с урожайностью озимой пшеницы // Земледелие. 2019. № 8. С. 26-29.

9. Чендев Ю.Г., Смирнова Л.Г., Петин А.Н., Кухарук Н.С., Новых Л.Л. Длительные изменения содержания гумуса в пахотных черноземах центра Восточно-Европейской равнины // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 6-9.

10. Давлятшин И.Д., Лукманов А.А., Бадиков А.Н. Калий в пахотных почвах лесостепи // Плодородие. 2013. № 2. С. 27-28.

11. Сдобникова О.В. Условия эффективного использования фосфорных удобрений // Труды ВИАУ. 1979. Вып. 57. С. 3-20.

12. Баршадская С.И., Квашин А.А., Дерка Ф.И. Плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность основных сельскохозяйственных культур // Плодородие. 2011. № 2. С. 36-39.

13. Six, J., Conant, R.T., Paul, E., Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturatin of soils. *Plant and Soil*, vol. 241, no. 2, pp. 155-176.

14. Гомонова Н.Ф., Минева В.Г. Динамика гумусного состояния и азотного режима дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2012. № 6. С. 23-31.

Об авторах:

Лазарев Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, vl190353@yandex.ru

Ильин Борис Сергеевич, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7423-258X>, vl190353@yandex.ru

Башкатов Александр Яковлевич, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9340-0622>, vl190353@yandex.ru

Минченко Жанна Николаевна, младший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4352-6013>, vl190353@yandex.ru

Гаврилова Татьяна Валентиновна, младший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8292-3911>, gavrilova.knii@mail.ru

THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE PRODUCTIVITY OF VARIOUS TYPES OF FIELD CROP ROTATIONS AND THE FERTILITY OF TYPICAL CHERNOZEM

V.I. Lazarev, B.S. Ilyin, A.Ya. Bashkatov, Zh.N. Minchenko, T.V. Gavrilova

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

As a result of long-term stationary studies, it was found that with the existing approaches to the intensification of agriculture, the dependence of the interannual variability of crop productivity on meteorological conditions did not weaken. The main reason for this situation is that with an increase in the potential productivity of crops their resistance to abiotic and biotic stresses decreases. Fertilizers, as well as their placement in crop rotations according to proper predecessors, are essential factors for stabilizing crop productivity. With long-term agricultural use of typical chernozem in crop rotations the content of mobile phosphorus in both fertilized and non-fertilized variants increased from rotation to rotation. Higher rates of mobile phosphorus accumulation were observed in crop rotations with perennial legumes and clean fallow, and lower rates were observed in row crop rotations. The content of exchangeable potassium in the variants without fertilization for ten cycles of five-field crop rotations did not significantly change in comparison with its initial content, despite the significant removal of it by crop yields. The application of 4 tons of manure and K_{50} per hectare of crop rotation area increased the reserves of exchangeable potassium in the soil layer of 0-40 cm by 1.32-1.70 mg/100 g, depending on a crop rotation type. The content of humus in the topsoil for 50 years of intensive agricultural use of typical chernozem without fertilization decreased by 0.18-0.50% in crop rotations with perennial legumes and by 0.61-0.77% in crop rotations with cereals and row crops and in those with row crops. The application of 4 t/ha of manure and full mineral fertilizer at a rate of $N_{40}P_{50}K_{50}$ per hectare of crop rotation area did not prevent a drop in the humus content. Its content decreased by 0.56-0.73% in crop rotations with cereals and row crops, cereals, fallow and row crops, and row crops only. The introduction of one field of perennial legumes into the crop rotation against the background of fertilization stabilized the humus content at the initial level, and when the crop rotation was saturated with perennial legumes up to 40%, there was a tendency to increase its content by 0.11%. That is, the regulation of the humus balance of chernozem is possible on the one hand, by applying organic fertilizers, and on the other hand by increasing the share of acreage under perennial legumes.

Keywords: crop rotation, cycle, yield, productivity dynamics, mineral fertilizers, humus, phosphorus, potassium.

References

1. Kiryushin, V.I. (2007). Otsenka kachestva zemel' i plodorodiya pochv dlya formirovaniya sistem zemledeliya i agrotekhnologii [Assessment of land quality and soil fertility for the formation of agricultural systems and agricultural technologies]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 7, pp. 873-880.

2. Mineev, V.G., Sychev, V.G., Gamzikov, G.P. i dr. (2017). *Agrokimiya* [Agrochemistry]. Moscow, Publishing house of VNIIA named after D.N. Pryanishnikov, 854 p.

3. Mukha, V.D., Kartamyshev, N.I., Mukha, D.V. (2004). *Agropochvovedenie* [Agricultural soil science]. Moscow, Kolos Publ., 528 p.

4. Jobaggy, E.G., Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecol. Appl.*, no. 10, pp. 423-436.

5. Uvarov, G.I., Karabutov, A.P. (2012). Izmenenie svoystv v chernozeme tipichnom pri primeneniі udobrenii v dlitel'nom polevom opyte [The change of properties in typical chernozem when applying fertilizers in a long field experiment]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], no. 4, pp. 14-20.

6. Semichenko, E.V. (2018). Balans gumusa, ehlemen-tov pitaniya i produktivnost' biologizirovannykh sevooborotov Nizhnego Povolzh'ya [Balance of humus, food elements and productivity of biologized crop rotations of the Lower Volga region]. *Permskii agrarnyi vestnik* [Perm agrarian journal], no. 2 (22), pp. 89-94.

7. Six, J., Elliott, E., Paustian, K. (1999). Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 63, pp. 1350-1358.

8. Masuytenko, N.P., Kuznetsov, A. V., Masuytenko, M.N. i dr. (2019). Svyaz' pokazatelei gumusnogo sostoyaniya chernozema tipichnogo s urozhainost'yu ozimoi pshenitsy [Relation of humus status indicators of typical chernozem with winter wheat yield]. *Zemledelie*, no. 8, pp. 26-29.

9. Chendev, Yu.G., Smirnova, L.G., Petin, A.N., Kukharuk, N.S., Novykh, L.L. (2011). Dlitel'nye izmeneniya soderzhaniya gumusa v pakhotnykh chernozemakh tsentra Vostochno-Evropeiskoi ravniny [Long-term changes in the content of humus in arable chernozems of the center of the East European plain]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 8, pp. 6-9.

10. Davlyatshin, I.D., Lukmanov, A.A., Badikov, A.N. (2013). Kalii v pakhotnykh pochvakh lesostepi [Potassium

in arable soils of the forest-steppe]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2, pp. 27-28.

11. Sdobnikova, O.V. (1979). Usloviya ehfektivnogo ispol'zovaniya fosfornykh udobrenii [Conditions for the effective use of phosphorus fertilizers]. *Trudy VIUA* [Transactions of VIUA], issue 57, pp. 3-20.

12. Barshadskaya, S.I., Kvasin, A.A., Dereka, F.I. (2011). Plodorodie chernozema obyknovennogo i produktivnost' osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Fertility of ordinary chernozem and productivity of main crops]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2, pp. 36-39.

13. Six, J., Conant, R.T., Paul, E., Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturatin of soils. *Plant and Soil*, vol. 241, no. 2, pp. 155-176.

14. Gomonova, N.F., Mineev, V.G. (2012). Dinamika gumusnogo sostoyaniya i azotnogo rezhima dernovo-podzolistoi srednesuglinistoi pochvy pri dlitel'nom primeneniі udobrenii [Dynamics of the humus state and nitrogen regime of sod-podzolic medium-loamy soil with long-term application of fertilizers]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], no. 6, pp. 23-31.

About the authors:

Vladimir I. Lazarev, doctor of agricultural sciences, professor, deputy director for research, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, vl190353@yandex.ru

Boris S. Ilyin, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7423-258X>, vl190353@yandex.ru

Alexander Ya. Bashkatov, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9340-0622>, vl190353@yandex.ru

Zhanna N. Minchenko, junior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4352-6013>, vl190353@yandex.ru

Tatyana V. Gavrilova, junior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8292-3911>, gavrilova.knii@mail.ru

vl190353@yandex.ru



ВТОРИЧНЫЕ ГЕКСАПЛОИДНЫЕ ТРИТИКАЛЕ (*TRITICOSECALE WITTM. EX A. CAMUS*) С ГЕНОМ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ РЖИ (*SECALE CEREALE L.*) DDW1

Работа выполнена в рамках Госзадания ГBS РАН
«Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные
и прикладные аспекты» (№ 19-119012390082-6).

**С.М. Градсков, О.А. Щуклина, В.П. Упелник,
И.Н. Ворончихина**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук,
г. Москва, Россия

В настоящее время все большую популярность у сельхозтоваропроизводителей приобретает тритикале — аллополиплоидная зерновая культура, полученная в результате объединения геномов пшеницы и ржи. Но большинство современных сортов характеризуется относительно высокой соломиной, что зачастую приводит к полеганию в условиях интенсивного земледелия. Поэтому изучение коллекции озимой гексаплоидной тритикале с целью поиска доноров низкостебельности является весьма актуальной задачей современной селекции. Научная работа проводилась в Отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, расположенном в Московской области, в 2016–2018 гг. В процессе изучения формообразовательных процессов у дивергентных форм вторичных гексаплоидных тритикале АД 1605, АД 1405 и АД 805, из короткостебельной формы АД 805 были отобраны короткостебельные гибридные растения F₂, образовавшиеся в результате свободного опыления. В потомствах этих растений был проведен отбор высокопродуктивных короткостебельных форм. По результатам наших исследований наибольшую урожайность зерна (8,2 — 9,2 т/га) имели АД 120, АД 52, АД 69, АД 115, АД 42, АД 117, АД 59. Они значительно превосходят по продуктивности как исходные формы, так и стандартный сорт Виктор. Повышение продуктивности растений произошло в результате плейотропного эффекта гена *Ddw 1*, что привело к увеличению длины колоса, числа колосков в колосе, числа зерновок и массы 1000 зерен. Полученный материал пополнит коллекцию озимых гексаплоидных тритикале, а лучшие номера, отобранные по комплексу признаков, будут переданы на Государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: гены карликовости ржи (*Secale cereale L.*), тритикале, спонтанные гибриды, высота растений, урожайность, сорт.

Введение

В природе карликовые формы растений характерны для зон с жесткими условиями вегетации: при лимите влаги, температуры, минерального питания. Рожь (*Secale L.*) по высоте превосходит пшеницу. Высота растений ржи в зависимости от условий выращивания и сорта варьирует от 70 до 200 см, некоторых видов от 30 до 250 см.

У дикой ржи (*S. sylvestre* Host.) высота растений составляет 20 — 60 см, ржи Вавилова (*S. Vavilovii* Grossh.) 20 — 50 см, ржи горной (*S. montanum* Guss.) 80 — 200 см, сорно-полевой (*S. segetale* (Zhuk.) Roshev. 50 — 200 см.

Карликовые формы ржи были найдены на Памире Антроповым В.И. и Антроповой В.Ф. [1].

В литературе описаны карлики пшеничного типа с плотным, почти безостым колосом, укороченными торчащими листьями, укороченными зерновками. Такие карлики описаны как тип *complanatum* или безостые (*awnless*). В отечественной литературе такой тип карликовости получил название — Московский карлик. Короткостебельная форма (40 — 60 см) Дюймовочка была выделена из сложной гибридной комбинации с участием Московской карликовой и сортами Петкус, Петкус короткостебельный, Вятка 2 и гибрид 173 Г.И. Поповым (Северо-Западный НИИСХ).

Второй тип карликовости характеризуется увеличенным числом узлов, узколистностью, тонкостебельностью и повышенной кустистостью. Такой карлик обозначен как тип

multinodosum или ветвящийся (*branched stem*), в отечественной литературе его называют Башкирским карликом.

Оба типа карликов характеризуются заметными изменениями в строении колоса. На Памире были отобраны и описаны карликовые формы, имеющие колос нормальной структуры — тип *dwarf*, карлик с простратной розеткой (*nana prostratum* — *np*). Выделен тип «травянистого» карлика — *gr* (*grassy plant habit*) — с изогнутыми стеблями, узкими закрученными листьями и недоразвитыми колосьями и другие карликовые формы. [2]

Короткостебельную форму, имеющую нормальную структуру колоса, выделил В.Д. Кобылянский в 1967 г. из потомства от инцухта гибридных растений комбинации скрещивания Вятка х Кунгсрег II и обозначил как ЕМ 1 (естественный мутант 1). [3]

Для короткостебельных сортов ржи в гибридизацию сначала привлекались природные карликовые формы ржи, а затем и карликовые формы, полученные в результате искусственного мутагенеза.

Природные карликовые формы несут много нежелательных признаков, приобретенных в жестких условиях произрастания. Для гибридизации больше формы, полученные человеком в результате селекционной работы.

Цель исследований

Целью исследований является анализ полученных короткостебельных форм вторичных

гексаплоидных тритикале и выделение наиболее ценного исходного материала для дальнейшей селекционной работы.

Объекты и методы исследований

Все опыты были проведены в отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада РАН в 2016–2018 гг. Объектом исследования послужило потомство гибридных растений первого поколения, полученное в результате свободного переопыления дивергентных форм тритикале, близких по фенотипу колоса к *S. cereale L.* (АД 1605), *T. durum* Desf. (АД 1405) и *T. aestivum L.* (АД 805). Все проанализировано 13 селекционных номеров. В качестве стандарта использовали сорт Виктор. Закладка опыта проводилась в соответствии с почвенно-климатическими условиями региона. Площадь делянки составляла 1 м². Посев производили селекционной сеялкой КС-6-10. Повторность трехкратная, размещение систематическое.

В течение всего опыта снимались фенологические наблюдения для оценки продолжительности фаз роста и развития культуры, а также проводили измерение высоты растений на делянках и оценку устойчивости, изучаемых номеров к основным грибным болезням (мучнистой росе, желтой и стеблевой ржавчине и бурой ржавчине).

Уборка проводилась вручную, отобранные растения были структурно проанализированы по длине колоса, числу колосков, числу зерновок, а также была определена масса зерновок



с колоса. Масса 1000 зерен определялась по стандартной методике, в двукратной повторности [4]. Обработку полученных данных проводили с помощью дисперсионного анализа [5].

Результаты и обсуждение

В результате многолетних исследований межпопуляционной и внутривидовой изменчивости высоты растений у ржи (*S. cereale* L.) Кобылянский В.Д. выделил пять генетических систем короткостебельности:

1. короткостебельность контролируемая несколькими рецессивными генами — *dw* (*dwarf plant, recessiv*) с промежуточным наследованием признака;
2. карликовость, контролируемая рецессивным геном — *ct* (*compactum growth habit*) широкого плейотропного действия;
3. ветвистостебельная карликовость многоузловых растений, контролируемая одним рецессивным геном — *br* (*branched stem*);
4. доминантная короткостебельность, контролируемая одним геном — *Hl* (*Humulus*) широкого действия; короткостебельность, обусловленная трехузловостью растений, контролируемая комплементарными генами *tn1* и *tn2*.

Всего у ржи локализовано (*S. cereale* L.) локализовано 14 генов карликовости *Ddw1*–*Ddw2*, *dw1* — *dw8*, *ct1* — *ct3*, *np* [1, 6, 7, 8, 9, 10, 11] (табл. 1).

Наибольшее количество короткостебельных сортов озимой ржи получено с участием гена *Hl* (*Ddw1*) [12, 13]. Ген *Hl* уменьшает высоту растений у сортов диплоидной ржи на 40%, у тетраплоидных на 50%; обладает плейотропным эффектом, приводящим к увеличению кустистости растений; мощности корневой системы; длины колоса, числа цветков и зерен в колосе, площади листовой поверхности, что в итоге значительно повышает потенциал продуктивности растений [14, 15].

Изучая мировую коллекцию ВИР в 70-е гг. прошлого века У.К. Куркиев отметил, что высота растений октоплоидных тритикале в среднем составляла — 140 см, гексаплоидных — 150, пшеницы Безостая 1 — 110 см. [16]. Самые

высокорослые образцы из Канады и Японии имели высоту 190 — 195 см [7].

При изучении коллекции гексаплоидных тритикале К.У. Куркиевым была выделена карликовая форма, сильно отличающаяся по фенотипу от всех имеющихся образцов. Высота растений (15 — 25 см) была меньше самых низкорослых образцов гексаплоидных тритикале (50 см). Она имела короткий, очень плотный колос и особенное расположение листьев — розеткой (карлик розеточно-листовой — КРЛ). Карликовость данной формы обусловлена действием полудоминантного гена, оказывающего плейотропный эффект на ряд морфологических признаков: длину междоузлий, строение листьев, длину, плотность и окраску колоса. В гетерозиготном состоянии данный ген в целом определяет фенотип КРЛ, отличающийся от исходной формы большей соразмерностью морфологических признаков [17].

В Отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН впервые привлекли рожь ЕМ 1 для гибридизации как донора короткостебельности в 1976 г. [18]. С ее участием был получен сорт гексаплоидной тритикале Снегиревский 699, который был районирован в 1992 г. по Московской области. Сорт короткостебельный (100 — 105 см), колос веретеновидный, белый, неопушенный с зачатками остей, число колосков 28 — 30, масса 1000 зерен 46 — 48 г. с урожайностью 63,5 ц/га. Созревает на 8 — 10 дней позднее озимой пшеницы (Мироновская 808).

В процессе изучения формообразовательных процессов у вторичных гексаплоидных тритикале были выделены дивергентные формы тритикале близкие по фенотипу колоса к *S. cereale* L. (АД 1605), *T. durum* Desf. (АД 1405) и *T. aestivum* L. (АД 805).

Короткостебельная форма АД 805 имеет веретеновидный белый, очень длинный (15 см), рыхлый, остистый пшеничного типа колос, с большим числом колосков (28 шт.), с большим числом (70 шт.) крупных длинных зерновок (масса 1000 зерен — свыше 50 г). Высота растений 100 см.

АД 1405 — колос веретеновидный, красный, остистый, средней длины (9,4 см), со средним

количеством колосков (23 шт.), со средним числом зерновок (44 шт.), средней крупности (масса 1000 зерен — 47,1 г). Высота растений 135 см.

АД 1605 — колос веретеновидный, белый, полуостистый, длинный (11,2 см), с большим числом колосков (27 шт.) и большим числом зерновок (55 шт.) зерновок большой крупности (масса 1000 зерен — 52,2 г) и массы (3,1 г). Высота растений 160 см [17].

В результате свободного переопыления короткостебельной формы АД 805 формами АД 1405 и АД 1605 из ее массива были выделены гибридные растения F_1 , в потомстве которых в дальнейшем были отобраны константные короткостебельные формы с признаками высококорослых форм (табл. 2).

Отобранные формы тритикале имеют высоту 105 — 115 см ($m=109,6$ см) (исходные формы АД 805 — 105 см, АД 1405 — 135 см, АД 1605 — 160 см) и урожайность зерна 75,5 — 91,5 ц/га.

АД 120 — колос веретеновидный, красный, остистый, без опушения, длинный колос (12,8 см) с большим числом колосков (29,4 шт.), большим числом (86,8 шт.) крупных зерновок (масса 1000 зерен 53,5 г), массой — 4,6 г. Высота растений 110 см. Средняя урожайность 91,5 ц/га.

АД 42 — колос, веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (13,9 см), с большим числом колосков (26 шт.) и большим числом (72,2 шт.) крупных зерновок (масса 1000 зерен — 56,2 г), общей массой — 4,06 г. Зерновки хорошо выполненные, удлиненные, красные. Высота растений — 105 см. Средняя урожайность — 83,2 ц/га.

АД 49 — колос веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (13,2 см), с большим числом колосков (26 шт.) и большим числом (88 шт.) зерновок средней крупности (масса 1000 зерен — 45,2 г), массой — 4,01 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 105 см. Средняя урожайность — 79,0 ц/га.

АД 52 — колос веретеновидный, белый, полуостистый, без опушения, средней длины (11,2 см), с большим числом колосков (29 шт.) и большим числом (68 шт.) крупных

Таблица 1

Гены карликовости ржи (*Secale cereale* L.), их локализация и тип наследования

Ген карликовости	Тип наследования	Хромосома	Авторы
<i>Ddw1</i> синоним: <i>Dw1</i> , <i>Hl</i>	доминантный	5RL	Кобылянский, 1972 Korzun et al., 1996
<i>Ddw2</i> синоним: <i>Dw2</i>	доминантный	7R	Melz, 1989
<i>dw1</i> синоним: <i>d1</i>	рецессивный	7R	Sybenga&Prakken 1962
<i>dw2</i> синоним: <i>d2</i>	рецессивный	2R	De Vries& Sybenga 1984
<i>dw3</i>	рецессивный	3R	De Vries& Sybenga 1984
<i>dw4</i>	рецессивный	1R	Melz 1989
<i>dw5</i>	рецессивный	4R	Melz 1989
<i>dw6</i>	рецессивный	5R	Melz 1989, Borner et al., 1992
<i>dw7</i>	рецессивный	6R	Melz 1989
<i>dw8</i>	рецессивный	5RL	Devos K.M., Atkinson M.D., Chinoy C.N. et al. 1993.
<i>ct1</i>	рецессивный	7R	De Vries&Sybenga 1984, Borner 1991, Borner et al., 1992, Plaschk et al., 1993, 1995
<i>ct2</i>	рецессивный	5RL	De Vries&Prakken1984, Borner 1991, Borner et al., 1992, Plaschk et al., 1993, 1995
<i>ct3</i>	рецессивный	7R	Malyshev et al., 2001
<i>np</i>	рецессивный	4RL	Malyshev et al., 2001



Таблица 2

Характеристика вторичных гексаплоидных тритикале (*Triticosecale Wittm. ex A. Camus*) с геном короткостебельности ржи (*Secale cereale L.*) *Ddw 1* (среднее за 3 года)

Сорт	Высота растений, см	Колос				Масса 1000 зерновок, г	Урожайность, ц/га
		Длина, см	Число колосков, шт.	Число зерновок, шт.	Масса зерновок, г		
АД 42	105,0	13,9	26,3	72,2	4,1	56,2	83,2
АД 49	105,0	13,2	26,2	88,6	4,0	45,3	79,0
АД 52	110,0	11,2	29,9	68,7	3,4	49,1	87,3
АД 59	110,0	13,7	27,4	83,9	3,7	43,7	82,0
АД 69	115,0	11,8	26,9	75,9	4,1	53,0	84,5
АД 97	110,0	15,2	28,0	86,4	4,4	51,0	77,2
АД 110	110,0	14,6	29,9	89,7	4,2	46,5	81,5
АД 114	110,0	15,2	27,3	99,0	5,3	53,4	79,0
АД 115	110,0	14,4	27,8	93,8	4,2	44,8	84,0
АД 116	110,0	14,2	27,8	83,0	4,4	53,4	78,0
АД 117	110,0	15,3	28,7	84,2	4,7	56,1	83,2
АД 118	110,0	14,6	27,7	83,1	4,6	54,9	81,5
АД 120	110,0	12,8	29,4	86,8	4,6	53,5	91,5
М	109,6	13,9	27,9	83,4	4,3	50,8	82,5
С	2,47	1,29	1,22	8,03	0,4	4,44	3,94
Виктор (St)	135,0	10,7	29,1	59,9	3,6	45,1	52,8

зерновок (масса 1000 зерен — 49,05 г), массой — 3,37 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 87,3 ц/га.

АД 59 — колос веретеновидный, красный, остистый, без опушения, длинный (13,7 см), с большим числом колосков (30 шт.) и большим числом (84 шт.) зерновок средней крупности (масса 1000 зерен — 43,7 г), массой — 3,67 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 82,0 ц/га.

АД 69 — колос веретеновидный, красный, остистый, без опушения, длинный (11,8 см), с большим числом колосков (27 шт.) и большим числом (76 шт.) крупных зерновок (масса 1000 зерен — 52,9 г), массой — 4,02 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 115 см. Средняя урожайность — 84,5 ц/га.

АД 97 — колос веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (15,2 см), с большим числом колосков (28 шт.) и большим числом (86 шт.) крупных зерновок (масса 1000 зерен — 51,0 г), массой — 4,41 г. Высота растений — 110 см. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 84,5 ц/га.

АД 110 — колос веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (14,6 см), с большим числом колосков (30 шт.) и большим числом (90 шт.) зерновок средней крупности (масса 1000 зерен — 46,5 г), массой — 4,2 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 81,5 ц/га.

АД 114 — колос веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (15,2 см), с большим числом колосков (27 шт.) и большим числом (99 шт.) зерновок большой крупности (масса 1000 зерен — 53,4 г) массой — 5,3 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 79,0 ц/га.

АД 115 — колос веретеновидный, красный, остистый, без опушения, длинный (14,4 см), с большим числом колосков (28 шт.) и большим числом (94 шт.) зерновок средней крупности (масса 1000 зерен — 44,8 г), массой — 4,2 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 84, ц/га.

АД 116 — колос веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (14,2 см), с большим числом колосков (28 шт.) и большим числом (83 шт.) зерновок большой крупности (масса 1000 зерен — 53,4 г), массой — 4,43 г (фото 3). Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 78,0 ц/га.

АД 117 — колос веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (15,3 см), с большим числом колосков (29 шт.) и большим числом (84 шт.) зерновок большой крупности (масса 1000 зерен — 56,1 г), массой — 4,7 г. Высота растений — 110 см. Зерновки хорошо выполненные, красные. Средняя урожайность — 83,2 ц/га.

АД 118 — колос веретеновидный, белый, остистый, без опушения, длинный (14,6 см), с большим числом колосков (28 шт.) и большим числом (83 шт.) зерновок большой крупности (масса 1000 зерен — 54,9 г) массой — 4,6 г. Зерновки хорошо выполненные, красные. Высота растений — 110 см. Средняя урожайность — 81,5 ц/га.

По результатам конкурсного сортоиспытания наибольшую урожайность зерна (82,0 — 91,5 ц/га) имели АД 120, АД 52, АД 69, АД 115, АД 42, АД 117, АД 59 (табл.2).

Повышение урожайности зерна произошло в результате увеличения длины колоса, числа зерновок и массы 1000 зерен, в результате действия плейотропного эффекта гена *Ddw1*.

Все номера устойчивы к мучнистой росе (*B. graminis*), желтой (*P. striiformis*) и стеблевой (*P. graminis*) ржавчине, обладает толерантностью к бурой ржавчине (*P. triticea*) в полевых условиях.

Выводы

По результатам наших исследований было установлено, что наибольшую урожайность зерна имели сортообразцы АД 120, АД 52, АД 69, АД 115, АД 42, АД 117, АД 59. Они значительно превосходили по продуктивности как исходные родительские формы, так и стандартный сорт Виктор. Это позволяет нам рекомендовать данные образцы при создании высокоурожайных и адаптированных к условиям Нечерноземной зоны сортов.

Установлено, что повышение урожайности зерна изучаемых сортообразцов, произошло в результате увеличения длины колоса, числа зерновок и массы 1000 зерен, как следствие действия плейотропного эффекта гена *Ddw1*.

Все изучаемые селекционные номера в течение трех лет, показали устойчивость к мучнистой росе, желтой, стеблевой и бурой ржавчине на естественном инфекционном фоне, что позволяет нам рекомендовать их в качестве ценного исходного материала для скрещиваний при селекции на устойчивость к основным грибным болезням.

Полученный материал пополнит коллекцию озимых гексаплоидных тритикале, а лучшие номера, отобранные по комплексу признаков, будут переданы на Государственное сортоиспытание.

Литература

1. Антропов В.И., Антропова В.Ф. Рожь в СССР и сопредельных стран. Л.: Агропромиздат, 1929. 366 с.
2. Кобылянский В.Д., Фадеева Т.С. Генетика культурных растений: Зерновые культуры. Л.: Агропромиздат, 1986. 264 с.
3. Кобылянский В.Д. Новый тип короткостебельности у ржи // Вестник сельскохозяйственной науки. 1970. № 11. С. 56.
4. Долгодворова Л.И. Селекция полевых культур на качество. М.: Изд-во МСХА, 1995. 180 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.





6. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Роль ВНИИ Растениеводства им. Н.И. Вавилова в инициации и становлении новых направлений в селекции озимой ржи в России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176. Вып. 1. С. 5-19.
7. Melz G. Beiträge zur Genetik des (*Secale cereale* L.). Berlin, 1989. P. 1-173.
8. Федоров В.С., Смирнов В.Г. Генетика ржи (*Secale cereale* L.). Характер наследования карликовости // Генетика. 1970. Т. 6. № 3. С. 5-17.
9. Суриков И.М., Романова Н.П. Материалы по факториальной генетике ржи (*Secale cereale* L.). Признаки ветвления стебля и отсутствия колосоножки // Генетика. 1971. Т. 7. № 9. С. 13-21.

10. Кобылянский В.Д. Новый источник короткостебельности для селекции неполегающей ржи // Вестник сельскохозяйственной науки. 1971. № 9. С. 58-62.
11. Кобылянский В.Д. Новые селекционные признаки ржи. Сборник тезисов докладов II Вавиловской международной конференции. Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Состояние, проблемы, перспективы. СПб, 2007. С. 476-477.
12. Кобылянский В.Д. К генетике доминантного фактора короткостебельности у ржи // Генетика. 1972. Т. 8. № 2. С. 12-17.
13. Tenhola- Roininen T., Tanhuanpaa. Tagging the dwarfing gene Ddw1 in rye populatijn derived from doubled haploid parents. Euphytica, 2010. V. 172. 303-312 p.
14. Гончаренко А.А. Состояние производства и селекции озимой ржи в Российской Федерации. Озимая

- рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка: материалы всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург: Уральский НИИСК. 2012. С. 5-11.
15. Куркиев У.К. Селекционная ценность пшенично-ржаных амфидиплоидов (Triticale): автореф. дис. канд. с.-х. наук. Л., 1971. 29 с.
16. Куркев К.У. Фено- и генотипические особенности ультрокарликовой формы гексаплоидной тритикале // Генетика. 2006. Т. 44. № 3. С. 389-394.
17. Махалин М.А. Междоусовая гибридизация зерновых колосовых культур. М.: Наука, 1992. 239 с.
18. Градсков С.М., Завгородний С.В., Упельник В.П. Дивергентные формы вторичных гексаплоидных тритикале (*xTriticosecale* Wittmak., A, AB, BRR, 2n=6x=42) // Бюллетень Главного ботанического сада. 2013. № 4. С. 62-64.

Об авторах:

Градсков Сергей Матвеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1199-1626>, gradskovs@mail.ru
Щукина Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9569-2852>, oashuklina@gmail.com
Упельник Владимир Петрович, кандидат биологических наук, заведующий отделом, vla-upelnik@yandex.ru
Ворончихина Ирина Николаевна, научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0639-2709>, yarinkapanfilova@gmail.com

SECONDARY HEXAPLOID TRITICALE (*TRITICOSECALE* WITTM. EX A. CAMUS) WITH GENE OF SHORT-STALKED RYE (*SECALE CEREALE* L.) DDW1

S.M. Gradskov, O.A. Shchuklina, V.P. Upelnik, I.N. Voronchikhina

Federal State Budgetary Institution of science Main Botanical garden named after N. Tsitsin of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Nowadays among agricultural producers, one can see a gaining popularity of triticale, an allopolyploid grain crop, obtained as a result of combining the wheat and rye genomes. However most modern varieties of this crop characterized by relatively high straw, which often results lodging when applying the intensive agriculture. Therefore, the study of the winter hexaploid triticale collection in order to find donors of short-stalked genes is a very relevant research of modern breeding. The scientific work was carried out in Distant hybridization department in Russian Academy of science Main Botanical garden named after N. Tsitsin, situated in the Moscow Region during 2016-2018. In studying of form-building processes in the divergence forms of secondary hexaploid triticale AD1605, AD1405 and AD 805, the short-stalked hybrid plants F1, formed as a result of open pollination, were selected from short-stalked AD 805 form. In the offspring of these plants, a selection of highly productive short-stalked forms were carried out. Based in the results of variety grade testing, the highest grain yield (8,2-9,2 t/ha) had AD 120, AD 52, AD 69, AD 115, AD 42, AD 117, AD 59. They significantly outweigh in productivity both standard forms and original variety (Victor). The productivity of plants increase resulted from pleiotropic effect of Ddw 1 gene, which had let to the increase of length of spike, number of spikelets in the spike, number of bruchids and weight of 1000 grains. The obtained material will enlarge the winter hexaploid triticale collection, and the best hybrids, selected by set of attributes, will be submitted to the State variety trials.

Keywords: genes of short-stalked rye (*Secale cereale* L.), triticale, spontaneous hybrids, height of the plants, crop yields, variety.

References

- Antropov V.I., Antropova V.F. (1929). *Rozh v SSSR i so-predelnykh stran* (Rye in the USSR and neighboring countries). Leningrad: Agropromizdat. 366 p.
- Kobylyanskiy V.D., Fadeeva T.C. (1986). *Genetika Kul'turnykh rasteniy: Zernoye kul'tury* [Genetics of cultivated plants: Cereals]. Leningrad: Agropromizdat. 269 p.
- Kobylyanskiy V.D. (1970). *Novyy tip korotkostebelnosti u rzi* [A new type of short stalk in rye]. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*, no. 11. 56 p.
- Dolgodorova L.I. (1995). *Selection of field crops for quality*. Moscow: Publishing house of Moscow Agricultural Academy, 180 p.
- Dospekhov B.A. (1985). *Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)*. 5th ed.. Moscow: Agropromizdat, 351 p.
- Kobylyanskiy V.D., Solodukhina O.V. (2015). *Rol VNII Rastenievodstva im N.I. Vavilova v initsiatsii i stanovlenii novykh napravleniy v selektsii ozimoy rzi v Rossii* [The role of the All-Russia Institute of Plant Growing them. N.I. Vavilov in the initiation and establishment of new directions in the selection of winter rye in Russia]. *Trydy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*. Vol. 17, 1. Saint-Petersburg: VIR, PP. 5-19.
- Melz G. (1989). *Beiträge zur Genetik des (Secale cereale L.)*. Berlin. Pp. 1-173.
- Fedorov V.S., Smirnov V.G. (1970). *Genetika rzi (Secale cereale L.). Kharakter nasledovaniya karlikovosti* [Genetics of rye (Secale cereale L.). The nature of inheritance dwarfism]. *Genetika*, Vol. 6. no. 3. Pp. 5-17.
- Surikov I.M., Romanova N.P. (1971). *Materialy po faktornalnoy genetike rzi (Secale cereale L.). Priznaki vetvleniya steblya i otsutstviya kolosonozhki* [Signs of branching of the stem and the absence of a calyx]. *Genetika*, Vol. 7, no. 9. 13 p.
- Kobylyanskiy V.D. (1971). *Novyy istochnik korotkostebelnosti dlya selektsii nepolegayushchey rzi* [A new source of short stalk for selection of non-spreading rye]. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*, no. 9. Pp. 58-62.
- Kobylyanskiy V.D. (2007). *Novye selektsionnyye priznaki rzi* [New selective signs of rye]. *II Vavilovskoy mezhdunarodnoy konferentsii. Geneticheskie resursy kulturnykh rasteniy v XXI veke. Sostoyaniye, problemy, perspektivy*. Saint-Petersburg, Pp. 476-477.
- Kobylyanskiy V.D. (1972). *K genetike dominantnogo faktora korotkostebelnosti u rzi* [To the genetics of the dominant short-stem factor in rye]. *Genetika*, Vol. 8, no. 2. Pp. 12-17.
- Tenhola- Roininen T., Tanhuanpaa (2010). *Tagging the dwarfing gene Ddw1 in rye populatijn derived from doubled haploid parents*. *Euphytica*, Vol. 172. Pp. 303-312.
- Goncharenko A.A. (2012). *Sostoyaniye proizvodstva i selektsii ozimoy rzi v Rossiyskoy Federatsii* [State of produc-
- tion and selection of winter rye in the Russian Federation]. *Ozimaya rozh: selektsiya, semenovodstvo, tekhnologii i pererabotka* [Winter rye: selection, seed production, technology and processing]: materials of the all-russian scientific and practical conference. Yekaterinburg: Uralskiy NIISKH. Pp. 5-11.
- Kurkiev U.K. (1971). *Selektsionnaya tsennost pshenichno-rzhanikh amfidiploidov (Triticale)* [The selective value of wheat-rye amphidiploids (Triticale)]. *Autoreferat of candidate of agricultural sciences thesis*. Leningrad. 29 p.
- Kurkev K.U. (2006). *Feno- i genotipicheskie osobennosti ultrokarlikovoy formy geksaploidnoy tritikale* [Pheno- and genotypic features of the ultra-dwarfish form of hexaploid triticale]. *Genetika*, Vol. 4, no. 3. Pp. 389-394.
- Makhalin M.A. (1992). *Mezhrodovaya gibridizatsiya zernovykh kolosovykh kultur* [Intergeneric hybridization of cereal crops]. Moscow: Nauka. 239 p.
- Gradskov S.V., Zavgorodniy S.V., Upelnik V.P. (2013). *Divergentnye formy vtorichnykh geksaploidnykh tritikale (xTriticosecale Wittm. A1AB1BRR, 2n=6x=42)* (Divergent forms of secondary hexaploid triticale (x Triticosecale Wittmak., A1AB1BRR, 2n = 6x = 42). *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada*, no. 4. PP. 62-64.

About the authors:

Sergei M. Gradskov, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORSID: <https://orcid.org/0000-0002-1199-1626>, gradskovs@mail.ru
Olga A. Shuklina, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9569-2852>, oashuklina@gmail.com
Vladimir P. Upelnik, candidate of biological sciences, department head, vla-upelnik@yandex.ru
Irina N. Voronchikhina, researcher, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0639-2709>, yarinkapanfilova@gmail.com

gradskovs@mail.ru



БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ СУБПРОДУКТОВ ЯКУТСКОГО СКОТА

Л.И. Елисеева, К.М. Степанов

ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск, Россия

Продукция северных животных, в том числе субпродукты якутского скота, разводимых в Якутии, отличается высокой пищевой ценностью. Она содержит больше белков, жиров, минеральных веществ, витаминов, чем субпродукты животных, разводимых в южных широтах. Субпродукты — это внутренние органы и части туши убойных животных, которые после ветеринарно-санитарной экспертизы направляют на обработку. По пищевой ценности субпродукты подразделяют на две категории. К первой категории относятся: языки, печень, почки, мозги, сердце, диафрагма, говяжьи хвосты; к 2-й категории — головы, легкие, мясо пищевода, калтыки, селезенка, мясная обрезь, вымя, уши, трахеи, сычуги, ноги, книжки, путовый сустав, рубцы. По морфологическому строению субпродукты делят на четыре группы. Первая группа — мясокостные субпродукты (голова, хвосты), вторая группа — мякотные (язык, печень, почки, сердце, мясная обрезь, легкие, мясо пищевода, селезенка, мозги, калтыки, вымя); третья группа — слизистые (рубцы, сычуги, книжки); четвертая группа — шерстные (голова в шкуре, ноги, уши, путовый сустав). Исследованы следующие виды субпродуктов якутского скота: сердце, печень, почки, диафрагма, рубец, сычуг, сетка, книжка, кишки.

По содержанию (от 16% до 10%) белка внутренние органы по итогам исследования располагаются так: почки → печень → толстая кишка → сердце → сычуг → толстая кишка → книжка → рубец → диафрагма → сетка. Высоким содержанием жира отличаются толстая и тонкая кишки (от 16% до 15%). Наибольшей энергетической ценностью отличаются кишки (164–201 ккал). Биологическая ценность белков субпродуктов установлена по содержанию незаменимых аминокислот. Приведены результаты исследования жиров, содержание витаминов и минеральных веществ в субпродуктах якутского скота, дана сравнительная оценка сельскохозяйственных животных Якутии. Результаты исследования подтверждают высокую биологическую ценность субпродуктов якутского скота.

Ключевые слова: аминокислоты, субпродукты, якутский скот, биологическая ценность, оценка.

Введение

Якутский скот — залог процветания сельского хозяйства Якутии и производства полезных для здоровья экологически чистых продуктов питания. В статье приводятся результаты исследования состава и оценка биологической ценности субпродуктов якутского скота. Проведены исследования пищевой и биологической ценности субпродуктов якутского скота, приводятся данные, что якутский скот по молочной и мясной продуктивности не уступает культурным породам и может занять свое достойное место в производстве мясомолочных продуктов высокого качества.

Исследования проводили на базе лабораторий кафедры пищевых технологий и индустрии питания агротехнологического факультета ФГБОУ ВО «Арктический агротехнологический университет». Определение аминокислотного состава, а также скора по каждой незаменимой аминокислоте проводилось в контрольных и опытных образцах субпродуктов.

Цель исследования — изучение биологической ценности белков субпродуктов якутского скота.

Методика. Биологическую ценность субпродуктов якутского скота изучали в пробах, взятых у трех бычков в возрасте восемнадцати месяцев, у трех бычков в возрасте 2,5 лет и у одной коровы в возрасте 6 лет в Государственном питомнике «Тускул» Якутии.

Пробы были взяты во время убоя, производимых в ноябре месяце 2019 года с наступлением устойчивых морозов (-25°C — 30°C). Доказано, что быстрое замораживание естественным холодом равноценно однофазовому быстрому замораживанию, при которой качество быстро замороженного мяса не снижается [1,2,3].

Определение белка и аминокислотного состава мяса выполнены в лаборатории биохимии и массового анализа ФГБОУ ВО «Арктический агротехнологический университет».

Результаты исследования и обсуждение

Морфологические особенности внутренних органов якутского скота — основа эффективности использования им корма [3,5,10]. Установлено, что в экстремальных условиях Севера у якутского скота 2% теплообразования в организме происходит в печени, 4–6% в сердце, 4–8% в почках, поэтому эти органы отличаются наибольшей скоростью роста. По данным нашего исследования у молодняка якутского скота рост сердца, легких, печени и почек происходит интенсивно и не уступает индексу развития органов сельскохозяйственных животных, что видно по данным табл. 1. Индексы — соотношение живой массы животного к исследованным органам, %.

У молодого якутского скота печень, почки, легкие интенсивно развиваются до 2,5 лет, что способствует экономному расходу энергетических запасов в зимние месяцы. Одним из приспособительных особенностей якутского скота является быстрое развитие органов пищеварения: кишечника, рубца, книжки, сычуга (табл. 2).

Быстрыми темпами развиваются у молодняка толстый отдел кишечника, рубец, книжка, что способствует с раннего возраста хорошо переваривать сено пастбищную траву и осваивать питательные вещества корма. В результате этого в экстремальных условиях якутский скот показывает высокую продуктивность, довольствуясь только сеном и пастбищным кормом. Особенно

хорошо развит по сравнению с культурными породами кишечник, где происходит основное переваривание и усвоение питательных веществ корма. Так, общая длина кишечника длиннее косой длины туловища (КДТ) на 37,3 раза, в том числе тонкого отдела кишечника на 29,1, длина толстого кишечника на 8,3 раза, тогда как у культурных пород длина кишечника соответственно длиннее с их КДТ только 19,9, 16,7, и 3,2 раза (табл. 3). В результате этого корма хорошо перевариваются в пищеварительном тракте якутского скота. Клетчатка кормов переваривается до 71,6%.

О хорошем эффективном использовании грубых кормов якутским скотом доказывает питание старой травой, опадом листьев. Были случаи нахождения потерявшихся животных в хорошем состоянии в декабре и январе месяцев.

В табл. 4 приведены результаты исследования химического состава и энергетической ценности субпродуктов якутского скота.

В табл. 5 приведена масса внутренних органов якутского скота.

Из представленных данных видно, что субпродукты якутского скота являются хорошими источниками восполнения рациона населения северян белками и жирами с высокой биологической ценностью и энергией. Более ценны субпродукты первой категории (табл. 4, 5).

Биологическая ценность белков субпродуктов по незаменимым аминокислотам представлена в табл. 6.

Биологическая ценность субпродуктов ниже биологической ценности идеального белка по триптофану сердце, печень якутского скота.

В белках субпродуктов якутского скота установлена высокая биологическая ценность по незаменимым аминокислотам.



Таблица 1

Живая масса бычков в возрасте 18 месяцев и 2,5 лет,
индексы сердце, печени, легких и почек.

Внутренние органы	18 месяцев			2,5 лет		
	живая масса, кг	масса внутренних органов, кг	индексы, %	живая масса, кг	масса внутренних органов, кг	индексы, %
Живая масса	210	-	-	292	-	-
Сердце	-	1,00	0,48	-	1,43	0,49
Легкие	-	2,80	1,33	-	3,92	1,34
Печень	-	2,77	1,32	-	3,46	1,18
Почки	-	0,74	0,35	-	0,89	0,30

Таблица 2

Увеличение массы внутренних органов якутского скота по возрастам

Внутренние органы	Бычки		Увеличение в % в возрасте 2,5 лет по сравнению с бычками в возрасте 18 месяцев	Коровы	У коров по сравнению с бычками в 2,5 лет, %
	в 18 месяцев	в 2,5 лет			
Печень, кг	2,77	3,45	24,9	4,20	+21,4
Сердце, кг	1,00	1,43	43,0	1,70	+18,9
Почки, кг	0,74	0,89	20,3	0,85	+4,5
Легкие, кг	2,80	3,92	40,0	4,20	+7,1
Тонкий отдел кишечника, м	17,23	21,78	96,4	40,11	+84,2
Толстый отдел кишечника, м	5,24	7,84	38,2	11,41	+37,6
Рубец, л	31,63	48,0	51,8	61,80	+28,8
Книжка, л	4,33	5,31	22,4	5,80	+9,4
Сычуг, л	1,83	2,79	52,5	4,14	+48,4

Таблица 3

Развитие кишечника якутского скота по возрастам

Кишечники	Бычки		Коровы якутского скота	Чистопородные коровы
	в 18 месяцев	в 2,5 лет		
КДТ (косая длина туловища), м	1,18	1,32	1,38	2,50
Общая длина кишечника, м	22,47	29,62	51,52	49,80
Индексы длины кишечника по сравнению с КДТ	19,0	22,4	37,3	19,9
Длина тонкого отдела кишечника, м	17,23	21,78	40,1	41,70
Индексы длины тонкого отдела кишечника, м	5,24	7,84	11,41	8,10
Индексы длины толстого кишечника по сравнению с КДТ, м	4,4 раза	5,9 раза	8,3 раза	3,2 раза

Таблица 4

Химический состав и энергетическая ценность субпродуктов якутского скота

Субпродукты	Ед. измер.	Вода	Белки	Жиры	Зола	Энергетическая ценность, ккал/кДж
Сердце	г/100 г	77,1	15,0	5,80	0,7	117/489
Печень	г/100 г	77,4	16,0	4,94	0,6	135/564
Почки	г/100 г	73,9	16,1	7,80	0,8	141/589
Диафрагма	г/100 г	74,8	11,4	10,93	1,0	152/635
Рубец	г/100 г	72,7	12,4	11,91	1,1	164/686
Сычуг	г/100 г	69,0	14,1	13,48	1,2	188/786
Сетка	г/100 г	72,4	10,6	10,23	0,9	143/598
Книжка	г/100 г	73,0	12,2	11,70	1,0	163/681
Тощая кишка	г/100 г	79,1	13,6	13,01	1,1	182/761
Толстая кишка	г/100 г	66,8	13,1	14,45	1,2	201/840

В табл. 7 приведены результаты исследования жиров субпродуктов якутского скота.

В табл. 8 дана сравнительная оценка сельскохозяйственных животных Якутии.

Исходя из данных табл. 7, 8, дана следующая оценка биологической ценности жиров субпродуктов по жирнокислотному составу:

- у культурных пород скота сердце, почки относятся к группе продуктов с высокой биологической ценностью жиров (отношение НЖК к МНЖК+ПНЖК составляет 1,0:0,40 и 1,0:0,54), языки относятся к группе со средней биологической ценности жиров (1,0:0,74), а печень к группе с низкой биологической ценностью жиров (1,0:0,83);
- у свиней сердце, языки относятся к группе продуктов с высокой биологической ценностью жиров (1,0:0,58 и 1,0:0,65) печень, почки — со средней биологической ценностью жиров (соотношение НЖК к МНЖК+ПНЖК колеблется от 1,0:0,71 до 1,0:0,72), мозги относятся к продуктам с низкой биологической ценностью жиров (1,0:1,67);
- субпродукты якутского скота, кроме толстой кишки) относятся к продуктам с высокой биологической ценностью жиров за счет низкого содержания насыщенных жирных кислот и высокого содержания моно- и полиненасыщенных жирных кислот, соотношение НЖК к МНЖК+ПНЖК составляет от 1,0:0,23 в печени до 1,0:0,46 в сычуге, а в толстой кишке это соотношение составляет 1,0:0,64;
- субпродукты жеребят также отличаются высокой биологической ценностью жиров. Так, соотношение НЖК к МНЖК+ПНЖК, кроме тонкой кишки, хвоста, относятся к группе продуктов с высокой биологической ценностью жиров (это соотношение составляет от 1,0:0,16 до 1,0:0,54), а жиры тонкой кишки, хвоста относятся к группе со средней биологической ценностью (1,0:0,62 и 1,0:0,61);

Таблица 5

Масса внутренних органов якутского скота

Внутренние органы	Бычки в возрасте		Коровы
	18-ти месяцев	2,5 лет	
Сердце, кг	1,00	1,43	1,70
Печень, кг	2,77	3,46	4,20
Почки, кг	0,74	0,69	0,85
Легкие, кг	2,80	3,92	4,20
Язык, г	0,93	1,27	1,20
Диафрагма, кг	1,67	1,75	1,85
Внутренний жир, кг	3,57	3,60	9,35
Голова без языка	12,93	14,73	15,60
Сычуг, л	1,83	2,79	4,74
Книжка, л	4,33	5,30	5,80
Рубец, л	31,63	48,00	61,80
Двенадцатиперстная кишка, м	0,90	1,00	1,10
Тощая кишка, м	16,13	20,53	38,50
Подвздошная кишка, м	0,20	0,25	0,51
Слепая кишка, м	0,18	0,25	0,61
Ободочная кишка, м	4,83	7,32	10,50
Прямая кишка, м	0,23	0,28	0,30



Таблица 6

Содержание белков и оценка биологической ценности белков
по незаменимым аминокислотам в субпродуктах якутского скота

Продукт	Белки, г/100 г продук-та	Лейцин		Лизин		Метионин		Триптофан	
		АК, г/100 г бел-ков	АКС, %	АК, г/100 г бел-ков	АКС, %	АК, г/100 г бел-ков	АКС, %	АК, г/100 г бел-ков	АКС, %
Сердце	15,03	8,95	128	10,10	184	2,38	238	0,86	86
Печень	16,0	7,85	111	8,98	163	2,00	200	0,68	68
Почки	16,06	8,74	125	9,66	177	2,34	234	2,73	273
Диафрагма	11,39	13,78	197	14,72	267	3,85	385	1,48	148
Рубец	12,44	13,04	186	13,80	251	3,68	368	1,44	144
Сычуг	14,11	12,08	173	12,60	229	3,47	347	1,38	138
Сетка	10,64	14,40	206	15,50	282	3,98	398	1,53	153
Книжка	12,11	13,29	190	14,00	255	3,75	375	1,46	146
Тощая кишка	13,60	12,36	176	12,94	235	3,53	353	1,40	140
Толстая кишка	15,14	10,37	148	12,00	218	3,36	336	1,35	135

Таблица 7

Содержание жирных кислот в субпродуктах якутского скота, г/1200 г субпродукта

Субпродукты	Жиры, г/100 г	Жирные кислоты, всего г/100 г продукта	В том числе			ПНЖК	Из них			Соотношение	
			НЖК	МНЖК	из них олеино- вая С _{18:1} ¹ г/100 г		линоле- вая С _{18:2} ² г/100 г	линолено- вая С _{18:3} ³ г/100 г	арахидо- новая С _{20:4} ⁴ г/100 г	НЖК ПНЖК	НЖК МНЖК + ПНЖК
Сердце	5,80	5,70	1,23	2,84	2,22	1,63	1,39	0,06	0,18	1,0:0,75	1,0:0,28
Печень	4,94	4,70	0,89	2,50	1,95	1,33	1,12	0,05	0,16	1,0:0,67	1,0:0,23
Почки	7,90	7,50	1,92	3,86	3,01	1,72	1,48	0,06	0,18	1,0:1,12	1,0:0,34
Диафрагма	10,93	10,50	2,20	6,08	4,74	2,22	1,93	0,07	0,22	1,0:0,99	1,0:0,27
Рубец	11,91	11,50	3,12	5,95	4,64	2,43	2,12	0,08	0,23	1,0:1,28	1,0:0,37
Сычуг	13,48	13,10	4,14	6,36	4,96	2,60	2,30	0,08	0,22	1,0:1,59	1,0:0,46
Сетка	10,23	10,10	2,73	5,23	4,08	2,14	1,86	0,07	0,21	1,0:1,28	1,0:0,37
Книжка	11,70	11,50	3,50	5,66	4,41	2,35	2,04	0,08	0,23	1,0:1,49	1,0:0,43
Тощая кишка	13,01	12,80	3,79	6,46	5,04	2,55	2,23	0,08	0,24	1,0:1,49	1,0:0,42
Толстая кишка	14,45	14,10	5,42	7,05	5,50	1,63	1,39	0,06	0,18	1,0:3,33	1,0:0,64

– субпродукты домашних оленей, кроме тонкой кишки у важенков и почек у телят относятся к группе продуктов с высокой биологической ценностью жиров.

Таким образом, жиры субпродуктов якутского скота отличаются высокой биологической ценностью, что способствует хорошей усвояемости жиров субпродуктов, поэтому можно рекомендовать включить в рацион местного населения больше субпродуктов традиционных отраслей животноводства в Якутии, чем субпродукты культурных пород скота и свиней, что обогатит рацион легкоусвояемыми фракциями жирных кислот.

Содержание макроэлементов в субпродуктах представлено в табл. 9.

Кальций. В сердце, почках, диафрагме, рубце, сычуге, сетке, книжке, кишечниках якутского скота содержание кальция составило 9,4-13,4 мг/100 г.

Фосфор. Очень богаты субпродукты якутского скота фосфором, содержание составило от 205 до 259 мг/100 г фосфора.

Магний. Содержание магния в субпродуктах якутского скота — 16-22 мг/100 г.

Калий. Содержание калия в субпродуктах якутского скота составило от 306 до 323 мг/100 г калия.

Натрий. Сердце, почки, диафрагма, рубец, сетка, сычуг, книжка, кишечники якутского скота содержали от 100 до 400 мг/100 г натрия.

Таблица 8

Группировка субпродуктов сельскохозяйственных животных по биологической ценности жиров

Оценка субпродуктов сельскохозяйственных животных по биологической ценности жиров	Жиры субпродуктов
С высокой биологической ценностью (соотношение НЖК к МНЖК+ПНЖК) не более 0,65	Сердце, почки культурных пород скота, сердце, языки свиней, субпродукты якутского скота, жеребят якутской лошади, домашних северных оленей Якутии
Со средней биологической ценностью (соотношение НЖК к МНЖК+ПНЖК) от 0,66 до 0,80	Языки культурных пород скота, печень, почки свиней
С низкой биологической ценностью (соотношение НЖК к МНЖК+ПНЖК) более 0,81	Мозги свиней, жиры культурных пород скота, овец, жеребят якутской лошади

Таблица 9

Содержание минеральных веществ в субпродуктах якутского скота

Субпродукты	К	Са	Р	Mg	Na
Сердце	269	10,2	217	17	101
Печень	256	9,4	205	16	93
Почки	274	10,4	218	17	104
Диафрагма	297	11,8	242	20	117
Рубец	306	12,4	251	21	122
Сычуг	315	12,9	259	22	127
Сетка	293	11,6	239	19	115
Книжка	302	12,1	247	20	120
Тощая кишка	312	12,7	255	21	125
Толстая кишка	323	13,4	265	22	131





Таблица 10

Содержание микроэлементов в субпродуктах якутского скота, мкг/100 г

Субпродукты	Fe	I	Co	Mn	Cu	F	Zn	Se
Сердце	8070	7,79	10,89	49,68	260	19,39	8990	24,96
Печень	6740	6,64	10,32	44,54	221	18,49	8030	21,76
Почки	8540	8,19	11,09	50,33	273	19,70	9320	26,07
Диафрагма	10840	10,17	12,08	62,16	339	21,54	10970	31,58
Рубец	11840	10,73	12,52	61,29	368	21,91	11690	33,97
Сычуг	12750	11,80	12,89	76,02	393	22,52	12340	36,13
Сетка	10430	9,82	11,91	57,20	327	20,96	10680	30,60
Книжка	11330	10,59	12,80	60,68	352	21,57	11330	32,76
Тощая кишка	12430	11,53	12,76	66,00	384	22,30	12110	35,37
Толстая кишка	13560	12,62	13,26	67,01	418	23,07	12930	38,10

Таблица 11

Содержание витаминов в субпродуктах якутского скота, мкг/100 г

Субпродукты	Жирорастворимые			Водорастворимые							
	A	D	E	H	PP	B ₃	B ₆	B ₂	B ₁	B ₅	B ₁₂
Ед. изм.	мг	мкг	мг	мкг	мг	мг	мг	мг	мг	мкг	мкг
Сердце	4,81	2,60	0,47	3,56	5,61	6,30	2,78	1,20	3,85	3,01	5,71
Печень	3,92	2,53	0,39	2,84	4,52	5,93	2,22	0,89	3,34	2,16	5,23
Почки	5,04	2,61	0,49	3,74	5,90	6,40	2,92				
Диафрагма	6,51	2,72	0,62	4,92	7,69	7,02	3,83	1,79	4,82	4,61	6,63
Рубец	7,15	2,77	0,58	5,44	8,49	7,29	4,24	2,01	5,28	5,26	6,97
Сычуг	7,69	2,81	0,73	5,87	9,15	7,52	4,55	2,21	5,29	5,78	7,27
Сетка	6,31	2,71	0,61	4,76	7,46	6,94	3,72	1,72	4,71	4,46	6,52
Книжка	6,84	2,75	0,65	5,18	8,11	7,16	4,05	1,90	5,01	4,96	6,81
Тощая кишка	7,50	2,81	0,71	5,71	8,92	7,44	4,45	2,13	5,38	5,59	7,16
Толстая кишка	8,22	2,85	0,78	6,30	9,91	7,75	4,91	2,38	5,79	5,60	7,55

Субпродукты являются важнейшим источником питательных веществ, в том числе микроэлементов. В таблице 10 приведены результаты исследования содержания микроэлементов в субпродуктах якутского скота.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- субпродукты якутского скота богаты железом, поэтому по содержанию железа относятся к группе продуктов с «умеренным» содержанием железа;
- субпродукты богаты йодом, поэтому относятся к группе продуктов с «умеренным» содержанием йода;
- субпродукты богаты кобальтом, поэтому они относятся к группе продуктов с «умеренным» содержанием кобальта;
- субпродукты по содержанию марганца относятся к продуктам с «умеренным» содержанием марганца;
- субпродукты относятся к группе продуктов «умеренным» содержанием меди;
- цинком и селеном богаты все субпродукты.

Субпродукты являются источником белков, жиров, минеральных веществ и витаминов для человека. Учитывая это, нами исследованное содержание витаминов в субпродуктах.

Результаты исследования представлены в табл. 11.

По результатам исследования витаминов можно сделать следующие выводы: субпродукты якутского скота богаты витамином А, пиридоксином (B₆), рибофлавином (B₂), тиамин (B₁), цианокобаламином (B₁₂), витамином D.

Выводы

Аборигенный якутский скот был создан народной селекцией в экстремальных условиях Крайнего Севера. У молодняка якутского скота печень, почки, легкие интенсивно развиваются до 2,5 лет, что способствует экономному расходу энергетических запасов в зимние месяцы. Одним из приспособительных особенностей якутского скота является быстрое развитие органов пищеварения: кишечника, рубца, книжки, сычуга [4,5,6,7,8,9].

В результате этого в экстремальных условиях якутский скот показывает высокую продуктивность, довольствуясь только сеном и пастбищным кормом. О высоких биологических ценностях субпродуктов якутского доказывают результаты наших исследований.

Результаты научных исследований качества молока и мяса якутского скота, условия содержания, рацион питания подтверждают роль подбора пород по зонам, имеющих различные природно-климатические условия, и о том, что разведение коров молочной продуктивности в условиях Якутии требует более лучших условий кормления и содержания, чем коровы якутского скота.

Анализ эволюции пород крупного рогатого скота показал в Якутии, что наиболее ценным является аборигенный якутский скот.

Следовательно, разработка и внедрение методов по сохранению и использованию генофонда якутского малочисленного скота с учетом современного пороодообразовательного

процесса является главной задачей скотоводства Якутии.

Литература

1. Абрамов А.Ф. и др. Якутский скот — достояние человечества: монография. Якутск: Октаэдр, 2019. 100 с.
2. Абрамов А.Ф. Пищевая и биологическая ценность мяса, субпродуктов якутского скота. А.Ф. Абрамов. Новосибирск: АНСиБАК, 2018. 113 с.
3. Азимов Г.И. и др. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1978. 415 с.
4. Елисеева Л.И., Лумбунов С.Г. Молочная продуктивность коров разных пород, химический состав и технологические свойства молока в условиях Якутии: монография. Улан-Удэ: Издательство БСХА им. В.Р. Филиппова, 2016. 212 с.
5. Дашинмаев С.М. Продуктивные качества бычков калмыцкой породы разных типов телосложения: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.с.-х.н. Бурятская государственная сельскохозяйственная академия. Улан-Удэ, 2014. С. 7-15.
6. Иванов, К.М. проблема сохранения генофонда местных пород сельскохозяйственных животных СВБ // Животноводство. 1976. № 9. С. 80-90.
7. Коротов Г.П. Якутский скот. Якутск: Якутское книжное издательство, 1966. 168 с.
8. Романов П.А. Совершенствование крупного рогатого скота в Якутии. Якутск: Якутское книжное издательство, 1978. 152 с.
9. Чугунов А.В. Производство и качество молочной и мясной продукции на рынке. Якутск: Сфера, 2012. 154 с..
10. Gerhard Feiner. Meat products handbook. Practical science and technology / Gerhard Feiner. Cambridge, England, 2010. 720 p.



Об авторах:

Елисеева Людмила Иннокентьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры пищевых технологий и индустрии питания агротехнологического, eliseeva401@mail.ru

Степанов Константин Максимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры пищевых технологий и индустрии питания, агротехнологического факультета, Stenko07@mail.ru

BIOLOGICAL VALUE OF YAKUT CATTLE BY-PRODUCTS

L.I. Eliseeva, K.M. Stepanov

Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

Everyone knows that the products of northern animals, including by-products of Yakut cattle bred in Yakutia, have a high nutritional value, contain more proteins, fats, minerals, vitamins than by-products of animals bred in southern latitudes. By-products are internal organs and parts of the carcass of slaughtered animals, which are sent for processing after veterinary and sanitary examination. According to the nutritional value of by-products, they are divided into two categories. The first category includes: tongues, liver, kidneys, brains, heart, diaphragm, beef tails; to the 2nd category — heads, lungs, esophageal meat, caltyks, spleen, meat sawn-off, udder, ears, trachea, rennet, legs, books, put joint, scars. According to the morphological structure, the offal is divided into four groups. The first group — meat and bone by-products (head, tails), the second group-pulp (tongue, liver, kidneys, heart, meat trimmings, lungs, esophagus meat, spleen, brains, caltyks, udder; the third group-mucous: scars, rennet, books; the fourth group-wool: heads in the skin, legs, ears, put joint. The following types of by-products of Yakut cattle were studied: heart, liver, kidneys, diaphragm, scar, rennet, mesh, book, intestines. According to the content (from 16% to 10%) of protein, the internal organs according to the results of the study are arranged as follows: kidneys → liver → colon → heart → rennet → colon → book → scar → diaphragm → mesh. The large and small intestines are characterized by a high fat content (from 16% to 15%). The intestines have the greatest energy value (164-201 kcal). The biological value of by-product proteins is determined by the content of essential amino acids. The results of the study of fats, the content of vitamins and minerals in the offal of Yakut cattle are presented, a comparative assessment of farm animals of Yakutia is given. The results of the study confirm the high biological value of the offal of Yakut cattle.

Keywords: amino acids, by-products, Yakut cattle, biological value, evaluation.

References

1. Abramov A.F. (2019). Yakut cattle-the heritage of mankind: a monograph. Yakutsk: Octahedron. 100 p.
2. Abramov A.F. (2018). Nutritional and biological value of meat, offal of Yakut cattle. Novosibirsk: ANSIBAK. 113 p.
3. Azimov G.I. and el. (1978). Anatomy and physiology of farm animals. Moscow: Kolos. 415 p.
4. Eliseeva L.I., Lumbunov S.G. (2016). Milk productivity of cows of different breeds, chemical composition and technological properties of milk in the conditions of Yakutia: monograph. Ulan-Ude: Publishing house of the BSHA named after V.R. Filippov. 212 p.
5. Dashinimaev S.M. (2014). Productive qualities of Kalmyk bull calves of different body types: Autoreferat of candidate of agricultural sciences thesis, Ulan-Ude. Pp. 7-15.
6. Ivanov K.M. (1976). The problem of preserving the gene pool of local breeds of agricultural animals COM-ECON. Animal husbandry, No. 9. Pp. 80-90.
7. Korotov G.P. (1966). Yakut cattle. Yakutsk: Yakut Book publishing house. 168 p.
8. Romanov P.A. (1978). Improvement of cattle in Yakutia. Yakutsk: Yakut Book publishing house. 152 p.
9. Chugunov A.V. (2012). Production and quality of dairy and meat products on the market. Yakutsk: Sphere. 154 p.
10. Gerhard Feiner (2010). Meat products handbook. Practical science and technology. Cambridge, England. 720 p.

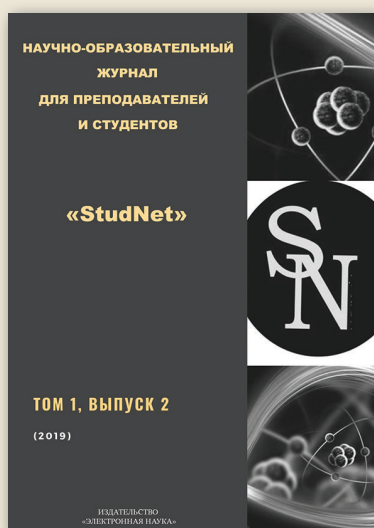
About the authors:

Lyudmila I. Eliseeva, doctor of agricultural sciences, professor of the department of food technologies and the food industry, eliseeva401@mail.ru

Konstantin M. Stepanov, doctor of agricultural sciences, professor of the department of food technologies and the food industry, Stenko07@mail.ru

eliseeva401@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Научно-образовательный журнал «StudNet» для аспирантов, студентов, молодых ученых и преподавателей.

- Цитирование РИНЦ, КиберЛенинке, Google Scholar.
- Научным публикациям присваивается международный цифровой индикатор DOI.

Контакты: <https://stud.net.ru>, jurnal-studnet@yandex.ru





УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА КРУПИНКА ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Н.Р. Магомедов, Д.Ю. Сулейманов, Ж.Н. Абдуллаев, А.А. Абдуллаев

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»,
г. Махачкала, Россия

Изучали влияние доз минеральных удобрений и систем обработки почвы на урожайность нового сорта озимой твердой пшеницы Крупинка. Исследования проводились на лугово-каштановой тяжелосуглинистой почве в опытной станции им. «Кирова» филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» в условиях орошения. Сорт высевали на трех уровнях минерального питания: 1. Без удобрения (контроль); 2. $N_{90}P_{50}$ ($N_{10}P_{50}$) аммофоса под основную обработку, N_{30} аммиачной селитры, в фазе кущения N_{30} — выхода в трубку, N_{20} карбамида в фазе колошения; 3. $N_{180}P_{100}$ ($N_{20}P_{100}$) под основную обработку, N_{60} — в фазе кущения, N_{60} — в фазе выхода в трубку, N_{40} — в фазе колошения). Эффективность доз минеральных удобрений изучали на фоне двух систем обработки почвы: поливной полупара (контроль) и полупаровой системы обработки почвы: 1. а) проведение влагозарядкового полива вслед за уборкой предшественника, с использованием оставшейся оросительной сети нормой $1200 \text{ м}^3/\text{га}$; б) 2-3 дискования на 12-15 см по мере отрастания сорняков, июль-август (ДТ-75М+БДТ-3); в) отвальная вспашка на 20-22 см в начале второй декады сентября (Т-150+ПЛН-4-35); г) продольно-поперечное дискование с одновременным боронованием во второй декаде сентября (ДТ-75М+БДТ-3+ЗБЗСС-1). 2. полупаровая система обработки почвы: а) лущение стерни на глубину 6-8 см, вслед за уборкой предшественника (Т-150+ЛДГ-5); б) отвальная вспашка на 20-22 см в третьей декаде июля (Т-150+ПЛН-6-35); в) выравнивание поверхности почвы малой-выравнивателем (МВ-6), после вспашки; г) влагозарядковый полив нормой $1200 \text{ м}^3/\text{га}$ в третьей декаде августа; д) дискование на 12-15 см с одновременным боронованием перед посевом (ДТ-75М+БДТ-3+ЗБЗСС-1). Максимальная урожайность озимой твердой пшеницы — $5,61 \text{ т/га}$, в среднем за 2017-2020 гг., достигнута в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы, что на 44,7% больше, чем на контроле (без удобрения). Применение системы обработки почвы по типу поливной полупара приводило к снижению урожайности в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$), по сравнению с полупаровой системой на $0,47 \text{ т/га}$.

Ключевые слова: лугово-каштановая почва, системы обработки почвы, дозы удобрений, озимая твердая пшеница, урожайность.

Введение

Озимая пшеница одна из важнейших, наиболее ценных и высокоурожайных продовольственных культур. Ее ценность состоит в том, что зерно отличается высоким содержанием белка (16%) и углеводов (80%). В получении высоких урожаев с хорошим качеством зерна важная роль принадлежит своевременному и качественному выполнению всех технологических процессов и подготовке посевного материала. Однако применяемые технологии производства зерна озимой пшеницы устарели и требуют совершенствования с целью сокращения энергоёмкости, трудовых и финансовых затрат [1]. Почвенно-климатические условия Республики Дагестан являются благоприятными для возделывания озимой твердой пшеницы. На орошаемых землях республики производится около 75% зерна озимой пшеницы. Однако урожайность озимой пшеницы даже в условиях орошения не превышает $2,5 - 3,0 \text{ т/га}$ [3]. Поэтому одним из основных условий повышения урожайности является применение ресурсосберегающих технологий возделывания озимой твердой пшеницы. Размещение ее по предшественникам в севообороте, по которым можно получить нормальный урожай в наших условиях (от $3,0 \text{ т/га}$ и более). Оптимальный режим орошения, своевременная и качественная подготовка почвы, дробное внесение минеральных удобрений, обязательная защита от болезней, вредителей и сорняков, на основе фитосанитарного мониторинга посевов, внедрение в производство новых высокоурожайных сортов, наиболее адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям. Не соблюдение любой из этих агротехнических приемов неизбежно приводит к недобору урожая и ухудшению качества зерна [5,6].

Системы обработки почвы под озимые колосовые культуры значительно различаются в

зависимости от того, по какому предшественнику они высеваются, но их немного — озимые колосовые, пропашные и многолетние травы. Из многолетних трав в основном люцерна, которая занимает поля не менее 3-5 лет. Урожаи озимой пшеницы по пропашным культурам (кукуруза, подсолнечник, корнеплоды) всегда выше, так как они убираются поздно, чем после 3-4 летних повторных посевов этой культуры. Обработка почвы под озимые проводится по типу энергонакопительной системы содержания почвы [4] в период поливной полупара или по типу полупаровой системы и должны сочетаться с влагозарядковым поливом [2].

Цель работы: изучение влияния доз минеральных удобрений и систем обработки почвы на продуктивность озимой твердой пшеницы Крупинка, для разработки экономически эффективной ресурсосберегающей технологии возделывания.

Методика: Экспериментальные исследования проводились на опытной станции в 2017-2020 гг., на лугово-каштановой тяжелосуглинистой почве, средней степени окультуренности. Был заложен двухфакторный опыт:

«Влияние систем обработки почвы и доз минеральных удобрений на урожайность озимой твердой пшеницы сорта Крупинка».

Предшественник — люцерна. Общая площадь делянки 120 м^2 ($7,5 \times 16$), учетной — 108 м^2 ($7,2 \times 15$), повторность трехкратная, расположение делянок в повторностях — рендомизированное. Сорт высевали на трех уровнях минерального питания:

1. Без удобрения (контроль),
2. $N_{90}P_{50}$ ($N_{10}P_{50}$) аммофоса под основную обработку, N_{30} аммиачной селитры — в фазе кущения, N_{30} — выхода в трубку, N_{20} карбамида — (в фазе колошения),

3. $N_{180}P_{100}$ ($N_{20}P_{100}$) — под основную обработку, N_{60} — в фазе кущения, N_{60} — в фазе выхода в трубку, N_{40} — в фазе колошения.

Почва опытного участка имела в среднем слабощелочную реакцию ($\text{pH} - 7,2$). Количество подвижных форм питательных веществ по годам составляло: содержание нитратного азота перед посевом по изучаемым технологиям было в пределах $\text{N-NO}_3 - 35-54$; $\text{P}_2\text{O}_5 - 12-16$; $\text{K}_2\text{O} - 326-384 \text{ мг/кг}$ почвы.

В соответствии с программой исследований проводились следующие учеты и наблюдения: влажность почвы — методом высушивания в активном слое (0-60 см) послойно через каждые 10 см, перед посевом и перед уборкой урожая; плотность почвы — общепринятым методом по слоям 0-10, 10-20 см; содержание гумуса — по Тюрину; легкогидролизуемого азота по Тюрину-Кононовой; нитратного азота — по Грандваль-Ляжу; подвижного фосфора — по Мачигину; обменного калия — фотоколлометрическим методом.

Учет количества сорняков и определение их видового состава проводились количественно-весовым методом на закрепленных участках площадью $0,25 \text{ м}^2$, перед посевом и перед уборкой урожая. Урожайность определялась методом сплошного комбайнирования.

Таблица 1

Схема опыта (2х3)

№	Система обработки почвы	Доза удобрений
1.	Поливной полупар, (контроль)	Без удобрений (контроль)
2.		$N_{90}P_{50}$
3.		$N_{180}P_{100}$
4.	Полупаровая	Без удобрений (контроль)
5.		$N_{90}P_{50}$
6.		$N_{180}P_{100}$



Статистическая обработка урожайных данных проводилась методом дисперсионного анализа с использованием ПК [7], фотосинтетическую деятельность по Ничипоровичу [8].

Результаты и обсуждение

Лучшие показатели полевой всхожести семян — 82,4%, густоте стояния растений — 412 шт./м², в среднем за 2017-2020 гг., достигнуты в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы. Применение системы поливного полупара способствовало снижению полевой всхожести семян на 5,9% и количества растений на единице площади на 30 шт. на 1 м². Изучаемые дозы минеральных удобрений и системы обработки почвы оказывали существенное влияние и на фотосинтетическую деятельность посевов озимой твердой пшеницы. Так, в среднем за 2017-2020 гг. лучшие показатели площади листовой поверхности — 46,3 тыс. м²/га, фотосинтетического потенциала посевов — 2,53 млн. м²/га дней и чистой продуктивности фотосинтеза — 5,2 г/м² сутки, достигнуты в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы, что соответственно на 21,2; 29,3 и 40,4% больше, чем на контроле (без удобрений). Применение системы поливного полупара приводило к снижению площади листовой поверхности по сравнению с полупаровой системой обработки в оптимальном варианте на 11,0%, фотосинтетического потенциала посевов на 10,7% и чистой продуктивности фотосинтеза на 21,2% (табл. 2).

Азотное питание растений в период вегетации озимой пшеницы способствует значительному повышению урожайности и качества зерна. Внесение повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$), повлияло на увеличение урожайности зерна озимой твердой пшеницы. [9,10,11]. В системе орошаемого земледелия борьба с засоренностью полей причиняющей часто непоправимый ущерб урожаю отводится особое место. Засоренность орошаемых земель юга России является, одним из серьезных препятствий для повышения урожайности. С оросительной водой на поля поступает огромное количество семян сорняков. Удовлетворение потребностей растений во влаге с одной стороны оборачивается большими проблемами, выраженными интенсивным ростом сорняков и засоренностью посевов. Снижение урожая на сильно засоренных посевах вызывается рядом факторов. Частично это затенение культурных растений и поглощение сорняками больших количеств питательных веществ и воды, необходимых культурным растениям. Влияние систем обработки почвы и доз минеральных удобрений на засоренность посевов озимой твердой пшеницы показаны в (табл. 3). Многие виды сорных растений обладают большой конкурентной способностью, поэтому своевременное удаление их из посевов совершенно необходимо. Они затрудняют уборку урожая, снижают производительность уборочных агрегатов, ухудшают качество получаемой продукции [12].

В среднем за годы проведения исследований, наименьшее количество сорняков содержалось при полупаровой системе обработки почвы, применение систем поливного полупара приводило к повышению засоренности посевов, в среднем на 22,7%. В посевах наибольшее распространение имели однолетние двудольные сорняки — марь белая, горчица полевая, пастушья сумка и др.

Таблица 2

Фотосинтетическая деятельность посевов при различных дозах внесения минеральных удобрений и системах обработки почвы, среднее за 2017-2020 гг.

Система обработки почвы	Дозы минеральных удобрений	Площадь листовой поверхности тыс. м ² /га.	Фотосинтетический потенциал посевов, тыс. м ² /га. дней	Чистая продуктивность фотосинтеза г/м ² сутки
Поливной полупар, контроль	Без удобрений, контроль	30,3	1,65	2,9
	$N_{90}P_{50}$	37,6	2,02	3,7
	$N_{180}P_{100}$	41,2	2,26	4,1
Полупаровая	Без удобрений, контроль	32,8	1,79	3,1
	$N_{90}P_{50}$	39,8	2,11	5,0
	$N_{180}P_{100}$	46,3	2,53	5,2

Таблица 3

Засоренность посевов в зависимости от доз минеральных удобрений и систем обработки почвы, среднее за 2017-2020гг.

Система обработки почвы	Дозы минеральных удобрений	Количество сорняков, шт./м ²	Масса сорняков, г/м ²	
			в сыром виде	в воздушно сухом виде
Поливной полупар, контроль	Без удобрений, контроль	22	30,8	14,2
	$N_{90}P_{50}$	23	32,2	14,8
	$N_{180}P_{100}$	21	29,4	13,5
Полупаровая	Без удобрений, контроль	16	22,4	10,2
	$N_{90}P_{50}$	17	21,7	10,8
	$N_{180}P_{100}$	17	20,0	10,8

Таблица 4

Влияние систем обработки почвы и доз минеральных удобрений на урожайность озимой твердой пшеницы сорта Крупинка (2017-2020 гг., т/га.)

Система обработки почвы	Доза удобрений	Годы:				
		2017	2018	2019	2020	среднее
Поливной полупар, контроль	Без удобрений, контроль	2,86	2,24	3,10	3,08	2,82
	$N_{90}P_{50}$	4,62	4,12	5,02	4,17	4,48
	$N_{180}P_{100}$	5,24	4,78	5,45	5,10	5,14
Полупаровая	Без удобрений, контроль	3,20	2,64	3,48	3,3	3,10
	$N_{90}P_{50}$	4,98	4,48	5,62	4,51	4,89
	$N_{180}P_{100}$	5,68	5,23	6,10	5,46	5,61
НСР ₀₅		0,27	0,26	0,30	0,28	0,27

Системы обработки почвы оказывают существенное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур [13,14,15]. В среднем за 2017-2020 гг., максимальная урожайность озимой твердой пшеницы — 5,61 т/га достигнута в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы, что на 0,47 т/га, или на 8,4% больше, чем в варианте поливного полупара (табл. 4).

Результаты исследований: Показали, что в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции Дагестана в среднем наибольшая урожайность озимой твердой пшеницы сорта Крупинка 5,61 т/га, была достигнута в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$). На фоне полупаровой системы обработки почвы. При внесении той же дозы минеральных удобрений на фоне поливного полупара урожайность зерна была ниже на 0,47 т/га. При внесении расчетной дозы удобрений, основной статьей расходов становятся минеральные удобрения. Это обусловлено высокой стоимостью вносимых удобрений. Чтобы окупить такие расходы необходимо получить большие прибавки урожая от их применения. Наиболее хорошие показатели экономической эффективности

достигнуты в варианте полупаровой системы обработки почвы при внесении половинной дозы ($N_{90}P_{50}$) минеральных удобрений. При этом средняя себестоимость 1т зерна составляла — 2385,1 руб., а рентабельность производства — 235,4%. При внесении повышенной дозы минеральных удобрений себестоимость 1т зерна составила — 2838,7 руб., рентабельность производства — 182,1%, что на 453,6 руб. себестоимость 1т зерна выше, чем при внесении половинной дозы минеральных удобрений. Оптимальной дозой внесения минеральных удобрений под озимую твердую пшеницу является — $N_{90}P_{50}$

Литература

- В.С. Небавский. Освоение новых технологий // Аграрный консультант 2011. № 1. С. 6-9.
- Гасанов Г.Н., Айтемиров А.А. Ресурсосберегающая обработка под культуры полевого севооборота в Дагестане. Махачкала, 2010. С. 174.
- Малкандуев Х.А., Тубукова Д.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в зависимости от агротехники // Земледелие. 2011. № 4. С. 45-46.
- Гасанов Г.Н. Энергонакопительная система содержания почвы в Дагестане. // Актуальные вопросы совершенствования систем земледелия в современных условиях: материалы всероссийской научно-практической





ской конференции (26-27 ноября 2020 г.). Махачкала, 2020. С. 9-13.

5. Полатыко П.М., Тонянов С.В., Зяблова М.Н., и др. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы при различных технологиях возделывания // Земледелие. 2011. № 6. С. 27-28.

6. Магомедов Н.Р., Магомедова Д.С. и др. Адаптивная технология возделывания новых высокоурожайных сортов озимой пшеницы в Дагестане // Проблемы развития АПК региона. 2016. № 4 (28). С. 8-21.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. С. 351

8. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах, М: 1961.С. 131

9. Магомедов Н.Н. Продуктивность озимой твердой пшеницы на лугово-каштановых почвах Терско-Сулакской подпровинции Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2012. № 1(9). С. 44-48.

10. Ерошенко Ф.В. и др. Азотные подкормки растений озимой пшеницы в условиях Ставропольского края // Земледелие. 2017. № 8. С. 18-21.

11. Ториков В.Е., Осипов А.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Агрохимический вестник 2015. № 5 С.7-9.

12. Борин А.А., Лощинина А.Э. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборота // Земледелие. 2015. № 7. С. 17-20.

13. Алабушев А.В., Сухарев А.А., Попов А.С., Камбулов С.И., Логвинов А.Я. Изменение продуктивности сельскохозяйственных культур под воздействием способов основной обработки почвы. // Земледелие. 2015. № 8. С. 25-28.

14. Бородачев В.В., Шуравилин А.В., Скориков В.Т. Влияние приемов основной обработки и орошения на водно-физические свойства почвы и урожайность озимой пшеницы // Земледелие. 2008. № 8. С. 25-27.

15. Дриггер В.К., Кашаев Е.А., Стукалов Р.С., Панков Ю.И., Войцеховская С.С. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность в севообороте // Земледелие. 2015. № 7. С. 17-20.

Об авторах:

Нурулислам Раджабович Магомедов, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией первичного семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4391-3321>, ozemledeliya@mail.ru

Джанбул Юсупович Сулейманов, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом агроландшафтного земледелия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8919-7510>, ozemledeliya@mail.ru

Жамиддин Нисреддинович Абдуллаев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-647X>, ozemledeliya@mail.ru

Алислам Абдуллаевич Абдуллаев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7653-7531>, ozemledeliya@mail.ru

YIELD OF WINTER HARD WHEAT GRITS AT DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION AND SOIL TREATMENT SYSTEMS

N.R. Magomedov, D.Yu. Suleymanov, J.N. Abdullaev, A.A. Abdullaev

Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Russia

The influence of doses of mineral fertilizers and soil treatment systems on the yield and quality of grain of the new grade of winter hard wheat Krupinka was studied. The research was carried out on meadow — chestnut heavy — carbon soil in the pilot station named after Kirov Dagestan Agriculture Science Center in irrigation conditions. The variety was sown at three levels of mineral nutrition: 1. No fertilizer (control), 2. N90 P50 (N10 ammophos P50 for the basic treatment of ammonium nitrate N30, in the phase of flaking N30 — exit into the tube, carbomide N20 in the phase of flaking), 3. N180 P100 (N20 P100 under the main processing, N60 — in a phase of a kushcheniye, N60 — in an exit phase in a tube, N40 — in a kolosheniye phase). The efficiency of doses of mineral fertilizers was studied against the background of two soil treatment systems: irrigation semi-bar (control) and semi-water soil treatment system: 1 — a) carrying out moisture-loading irrigation following cleaning of the precursor, using the remaining irrigation network with the norm of 1200 m³/ha; B) 2-3 discards by 12-15 cm as weeds grow, July-August (ДТ-75М БДТ-3); C) ploughing dump by 20-22 cm at the beginning of the second decade of September (Т-150 ПЛН-4-35); D) lon-gitudinal-transverse discings with simultaneous harrowing in the second decade of September (ДТ-75М БДТ-3 3БЗСС1). 2- semi-ar soil treatment system: — a) rub-bing to a depth of 6-8 cm, following the cleaning of the precursor (Т-150 ЛДГ-5); B) ploughing by 20-22 cm in the third decade of July (Т-150 ПЛН-6-35); C) level-ling of soil surface with small leveller (MV-6), after ploughing; D) water-loading watering with the norm of 1200 m³/ha in the third decade of August; E) discarding by 12-15 cm with simultaneous harrowing before sowing (ДТ-75М БДТ-3 3БЗСС-1). The maximum yield of winter hard wheat — 5.61 t/ha, on average for 2017-2020, is achieved in the version of application of increased dose of mineral fertilizers (N180P100) against the background of semi-process soil treatment system, which is 44.7% more than at control (without fertilizer). The use of a semi-bar type soil treatment system resulted in a reduction in yield of 0.47 t/ha, in the application of an increased dose of mineral fertilizers (N180P100) compared to the semi-bar system.

Keywords: meadow-chestnut soil, tillage systems, fertilizer doses, winter hard wheat, yield.

References

1. Nebavsky V.S. (2011). Mastering new technologies. Agricultural consultant, no. 1. Pp. 6-9.
2. Hasanov G.N., Aitemirov A.A. (2010). Resource-saving processing for the culture of field crop rotation in Dagestan, Makhachkala, 174 p.
3. Malkanduev Kh.A., Tubukova D.A. (2011). Yield and grain quality of new varieties of winter wheat depending on agricultural equipment. Agriculture, no. 4. Pp. 45-46.
4. Gasanov G.N. (2020). Energy storage system of soil maintenance in Dagestan. Topical issues of improvement of agricultural systems in co-temporary conditions: materials of the all-russian scientific and practical conference (November 26-27, 2020). Makhachkala. Pp. 9-13.
5. Polatyko P.M., Tonoyan S.V., Zyblov M.N., and others (2010). Yield and grain quality of winter wheat varieties with various cultivation technologies. Agriculture, no. 6. Pp. 27-28.

6. Magomedov N.R., Magomedova D.S. and others (2016). Adaptive technology for cultivating new high-yielding varieties of winter wheat in Dagestan. Problems of development of agro-industrial complex of the region, no. 4 (28). Pp. 8-21.

7. Armor B.A. (1985). Field experience methodology. Moscow: Agropromizdat. 351 p.

8. Nicheporovich A.A. (1961). Photosynthetic activity of plants in crops. Moscow, 1961. 131 p.

9. Magomedov N.N. (2012). Productivity of winter hard wheat on meadow-chestnut soils of the Tersko-Sulak production province of Dagestan. Problems of development of agro-industrial complex of the region, no. 1(9). Pp. 44-48.

10. Eroshenko F.V. et al. (2017). Nitrogen feeding of winter wheat plants in the conditions of the Stavropol Territory. Agriculture, no. 8. Pp. 18-21.

11. Torikov V.E., Osipov A.A. (2015). The influence of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grains. Agrochemical Bulletin, no. 5. Pp. 7-9.

12. Borin A.A., Loshchinina A.E. (2015). The influence of soil treatment in the complex with the use of fertilizers and herbicides on the yield of crop rotation crops. Agriculture, no. 7. Pp. 17-20.

13. Alabushev A.V., Sukharev A.A., Popov A.S., Kambulov S.I., Logvinov A.Ya. (2015). Changing the productivity of crops under the influence of methods of basic soil treatment. Agriculture, no. 8. Pp. 25-28.

14. Borodychev V.V., Shuravilin A.V., Skorikov V.T. (2008). Influence of wastewater treatment and irrigation techniques on water — physical properties of soil and yields of winter wheat. Agriculture, no. 8. Pp. 25-27.

15. Dridiger V.K., Kashchaev E.A., Stukalov R.S., Panov Yu.I., Voitsekhovskaya S.S. (2015). Impact of crop cultivation technology on their yield and economic efficiency in crop rotation. Agriculture, no. 7. Pp. 17-20.

About the authors:

Nurulislan R. Magomedov, doctor of agricultural sciences, head of the laboratory of primary seed production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4391-3321>, ozemledeliya@mail.ru

Janbul Y. Suleymanov, candidate of agricultural sciences, head of the agrolandschaft agriculture department, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8919-7510>, ozemledeliya@mail.ru

Zhamiddin N. Abdullaev, candidate of agricultural sciences, senior researcher laboratory of grain cultivation technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-647X>, ozemledeliya@mail.ru

Alisalam A. Abdullaev, candidate of agricultural sciences, senior researcher laboratory of primary seed production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7653-7531>, ozemledeliya@mail.ru

ozemledeliya@mail.ru



ПЕРИОДЫ ПОЛУВЫВЕДЕНИЯ И МИГРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ^{137}Cs ИЗ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЧЕРНОБЫЛЬСКИМИ ВЫПАДЕНИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ, КАЛУЖСКОЙ, ТУЛЬСКОЙ И ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

П.М. Орлов, Н.И. Аканова

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва, Россия

На основе данных локального мониторинга изучено изменение средних значений содержания ^{137}Cs в период с 1991 по 2014 гг. для различных типов почв. Оценка периодов полувыведения ^{137}Cs из почв представляет собой как научный, так и практический интерес. Приведены данные о содержании ^{137}Cs в почвах сильно и умеренно загрязненных районов Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей в 1991 и 2014 гг. и оценены периоды полувыведения ^{137}Cs из почв. В Брянской области период полувыведения в сильно загрязненных районах равнялся $27,0 \pm 1,6$ года, умеренно загрязненных — $25,1 \pm 2,2$ года; в Калужской области для сильно и умеренно загрязненных почв — $21,8 \pm 2,5$ года, в Тульской области — $20,2 \pm 1,8$ года, в Орловской области — $17,9 \pm 1,9$ года. Обнаружена положительная корреляционная зависимость периода полувыведения и средним содержанием ^{137}Cs в почве указанных областей с коэффициентом корреляции на уровне 0,95. На основе полученных данных и уравнения радиоактивного распада оценена скорость миграции ^{137}Cs и период миграционного полуснижения элемента из почвы. Рассмотрены причины вариабельности периодов полувыведения ^{137}Cs из почв обследованных субъектов. К ним отнесены внесение калийных удобрений, известкование почвы и природа несущих ^{137}Cs матриц. Выполнен прогноз содержания ^{137}Cs в почве в загрязненных районах Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей в 2020 г.

Ключевые слова: АЭС, радионуклиды, почва, ^{137}Cs , средние значения, авария, загрязнение почв, полураспад, полувыведение.

После Чернобыльской аварии прошло 35 лет. За это время содержание техногенной радиоактивности в почве значительно снизилось. Как показал мониторинг сельскохозяйственных угодий, содержание ^{137}Cs в почве снижалось более быстрыми темпами, чем радиоактивный распад ядер ^{137}Cs . На снижении уровней загрязнения почв ^{137}Cs также влияют процессы, не связанные с физическим распадом ядер ^{137}Cs . Оценка периодов полувыведения ^{137}Cs из почв представляет собой как научный (прогноз содержания ^{137}Cs в почве в будущем), так и практический (оценка потребности внесения удобрений и мелиорантов в будущем) интерес.

Целью работы является расчет периодов полувыведения и оценка миграционной способности ^{137}Cs из почвы загрязненных территорий. Нами использованы справочные данные ряда работ [1, 2, 3] по радиоактивному загрязнению почв Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей. Расчеты проводились во временном интервале 1991–2014 гг. Обобщения сделаны на уровне административных районов.

Почвы Брянской области наиболее сильно подверглись радиоактивному выпадению. Запас ^{137}Cs в почвах Брянской области в 2014 г. на радиоактивном пятне нами оценивался на уровне $(25 \pm 8) \cdot 10^3$ Ки [4]. Интервал изменения плотности загрязнения почв изменяется в широких пределах [5]. Административные районы Брянской области разделены на 3 группы в соответствии с интенсивностью загрязнения. Для каждой из групп рассчитаны периоды полувыведения ^{137}Cs из почвы. Все статистические расчеты выполнены с уровнем доверия 0,95.

В группу административных районов Брянской области, почвы которых подверглись интенсивному загрязнению, отнесено 6 районов. В 2014 г. для этих районов средняя плотность загрязнения почвы превышала значение 3 Ки/км².

Динамика снижения уровней загрязнения во времени представлена в таблице 1. Данные показывают, что среднее значение периода полувыведения ^{137}Cs из почв сильно загрязненных районов равно $27,0 \pm 1,6$ лет, стандартный интервал — 23–31 год.

Среднее значение периода полувыведения ниже периода полураспада радиоактивного ядра ^{137}Cs . В Климовском районе период полувыведения оказался значительно больше периода полураспада ^{137}Cs (30 лет). Поэтому данные о динамике загрязнения почв во времени для Климовского района Брянской области не вошли в анализируемую совокупность данных.

В группу административных районов, которые имеют умеренное загрязнение почвы ^{137}Cs , отнесено 9 районов. В 2014 г. в этих районах средняя плотность загрязнения почвы находилась в интервале 0,3–1,0 Ки/км². Динамика снижения уровней загрязнения во времени представлена в таблице 2.

Период полувыведения ^{137}Cs из умеренно загрязненных почв Брянской области во временном интервале 1991–2014 гг. равен $25,1 \pm 2,2$ года. Отметим, что для Дятьковского и Навлинского районов период полувыведения превышает период полураспада радиоактивного ядра ^{137}Cs и выходит за рамки стандартного интервала. В Карачаевском районе период полувыведения ^{137}Cs также превышает 30 лет, однако превышение незначительное и не выше погрешности определения, поэтому данные о динамике снижения загрязнения почв в Карачаевском районе мы оставили в общем множестве.

В группу административных районов, в которых наблюдается слабое загрязнение почвы ^{137}Cs , отнесено 9 районов. Результаты представлены в таблице 3. В 2014 г. в этих районах средняя плотность загрязнения почвы находилась в интервале 0,12–0,20 Ки/км², что соответствует

содержанию ^{137}Cs в почве в интервале 14–24 Бк/кг. Такой уровень загрязнения почв находится в типичном интервале современного загрязнения почв России (среднее значение равно 12 Бк/кг, верхняя граница — 26 Бк/кг) [6].

Среднее значение периода полувыведения ^{137}Cs из слабо загрязненных почв равно $23,3 \pm 0,8$, стандартный интервал — 21–26 лет. В Брянской области период полувыведения ^{137}Cs из слабо загрязненных почв меньше такового, характерного для сильнозагрязненных почв. Разница между средними значениями равняется 3,7 года, и она больше полусуммы погрешностей, с которыми определены средние значения — 1,2 года.

Данные о динамике снижения содержания ^{137}Cs в почве Суражского района не включены в общее множество данных по причине превышения периода полувыведения ^{137}Cs из почвы по сравнению с периодом полураспада.

По сравнению с Брянской областью Калужская область подверглась меньшему радиоактивному загрязнению. Запас ^{137}Cs в почвах Калужской области составляет $(1,8 \pm 0,5) \cdot 10^3$ Ки. Содержание ^{137}Cs в почвах Калужской области существенно ниже, чем в Брянской [5]. В 7 районах Калужской области возможна оценка периода полувыведения ^{137}Cs из почвы. Средняя плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2014 г. в этих районах находится в интервале 0,5–2,7 Ки/км². Это сильно и умеренно загрязненные почвы. В таблице 4 представлены результаты изменений содержания ^{137}Cs в 1991 и 2014 гг. в почве 4 районов Калужской области. Жиздринский и Ульяновский районы области могут быть отнесены к группе сильно загрязненных районов, Козельский и Людиновский — к группе умеренно загрязненных районов.

Для 4 районов Калужской области рассчитанные периоды полувыведения ^{137}Cs из почвы представлены в таблице 5. Как видно, среднее

Таблица 1

Динамика изменения средней плотности загрязнения ^{137}Cs в почвах в сильно загрязненных районах Брянской области

Район	Содержание * ^{137}Cs в почве, Ки/км ²			Период полувыведения, лет
	1991 г.	2014 г.	2020 г. (прогноз)	
Гордеевский	12,3/5,5-19,5	7,4/3,3-11,5	6,5/2,9-10,0	31,5
Злыковский	17,8/9,8-25,8	9,8/5,4-14,2	8,4/4,6-12,1	26,8
Клинцовский	8,7/2,5-14,9	4,5/1,3-7,7	3,8/1,1-6,5	25,0
Красногорский	14,0 — <33,8	7,0- <16,9	5,6- <13,6	19,3
Новозыбковский	18,5/11,5-25,5	10,8/6,7-14,9	9,4/5,8-12,9	29,4
среднее значение/стандартный интервал				27,0±1,6/23-31
Климовский	5,3/2,0-8,5	3,2/1,2-5,1	2,8/1,0-4,4	34,1

*Среднее значение/стандартный интервал.

Таблица 2

Динамика изменения средней плотности загрязнения ^{137}Cs в почвах умеренно загрязненных районов Брянской области

Район	Содержание * ^{137}Cs в почве, Ки/км ²			Период полувыведения, лет
	1991 г.	2014 г.	2020 г. (прогноз)	
Брасовский	1,3/0,5-2,1	0,55/0,23-0,87	0,4/0,18-0,76	18,7
Карачаевский	0,53/0,25-0,81	0,32/0,15-0,49	0,28/0,13-0,43	31,6
Комаричский	1,56/1,25-1,85	0,62/0,5-0,74	0,49/0,39-0,58	17,3
Погарский	1,4/0,8-2,1	0,68/0,38-0,98	0,56/0,31-0,81	22,0
Рогнелинский	0,84/0,5-1,2	0,5/0,3-0,7	0,44/0,26-0,61	30,0
Трубчевский	0,96/0,59-1,33	0,54/0,33-0,75	0,470,29-0,65	28,8
Стародубский	1,8/0,6-3,0	1,0/0,34-1,66	0,86/0,29-1,4	27,2
среднее значение/стандартный интервал				25,1±2,2/20-31
Дятьковский	1,4/0,6-2,2	0,9/0,4-1,4	0,78/0,35-1,2	36,1
Навлинский	0,7/0,3-1,1	0,45/0,19-0,71	0,39/0,17-0,62	36,0

*Среднее значение/стандартный интервал.

Таблица 3

Динамика изменения средней плотности загрязнения ^{137}Cs в почвах слабо загрязненных районов Брянской области

Район	Содержание * ^{137}Cs в почве, Ки/км ²		Период полувыведения, лет
	1991 г.	2014 г.	
Брянский	0,26/0,13-0,39	0,14/0,07-0,21	25,7
Дубровский	0,30/0,09-0,51	0,13/0,04-0,22	19,0
Жирятинский	0,25/0,15-0,35	0,13/0,08-0,18	24,8
Жуковский	0,29/0,14-0,44	0,15/0,07-0,23	23,8
Клетнянский	0,26/0,17-0,35	0,12/0,08-0,16	20,3
Мглинский	0,29/0,08-0,50	0,15/0,04-0,26	23,9
Почепский	0,23/0,15-0,31	0,12/0,08-0,16	24,8
Унечский	0,33/0,12-0,54	0,17/0,06-0,28	23,8
среднее значение/стандартный интервал			23,3±0,8
Суражский	0,32/<0,7	0,20/<0,45	33,9

*Среднее значение/стандартный интервал.

Таблица 4

Динамика изменения содержания ^{137}Cs в почвах районов Калужской области

Район	Содержание * ^{137}Cs в почве, Ки/км ²			Период полувыведения, лет
	1991 г.	2014 г.	2020 г. (прогноз)	
Жиздринский	3,3/0,8-5,8	1,7/0,4-3,0	1,4/0,3-2,5	24,0
Козельский	1,1/0,4-1,8	0,5/0,2-0,8	0,4/<0,6	21,3
Людиновский	2,6/1,5-3,8	0,9/0,5-1,3	0,7/0,4-1,0	15,1
Ульяновский	4,9/2,3-7,4	2,7/1,3-4,1	2,2/1,1-3,5	26,8
среднее значение за период 1991-2014 гг.				21,8±2,5
стандартный интервал за период 1991-2014 гг.				17-27

*Среднее значение/стандартный интервал.

значение периода полувыведения для этой группы административных районов равно 21,8±2,5, стандартный интервал — 17-22 года. В пределах статистической погрешности среднее значение совпадает с периодом полувыведения ^{137}Cs из слабозагрязненных почв Брянской области.

Из всех субъектов РФ Тульская область имеет наибольшую площадь радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий. Запас ^{137}Cs в почвах Тульской области нами оценивается на уровне $(10,1\pm1,6)\cdot10^3$ Ки [4]. Для оценки периода полувыведения ^{137}Cs из черноземной почвы Тульской области пригодны данные 11 районов. Результаты расчетов представлены в таблице 5. Для этой группы районов среднее значение периода полувыведения ^{137}Cs из почвы составляет 20,2±1,8 года, стандартный интервал — 14-26 лет. Эти параметры близки к аналогичным параметрам для почв Калужской области.

Площадь сельскохозяйственных угодий Орловской области с уровнем загрязнения ^{137}Cs более 1 Ки/км² в 1993 г. составляла 396 тыс. га. В 2014 г. средняя плотность загрязнения ^{137}Cs на радиоактивном пятне в Орловской области была 0,65 Ки/км², верхняя граница — 0,95 Ки/км² [4]. Данные о содержании ^{137}Cs в почвах административных районов Орловской области в 1991 и 2014 гг. приведены в таблице 6.

На основе полученных данных оценено среднее значение периода полувыведения и стандартные интервалы содержания ^{137}Cs в почве. В 7 административных районах Орловской области возможна оценка периода полувыведения ^{137}Cs из почвы и расчет среднего значения периода полувыведения и стандартного интервала, характерных для этой группы районов. Полученные результаты представлены в таблице 6. Для этой группы районов среднее значение периода полувыведения ^{137}Cs из почвы составляет 17,9±1,9 года, стандартный интервал — 13-23 года. Эти параметры близки к аналогичным параметрам для почв Калужской области.

Как видно из данных таблиц 1, 2, 4, 6, для областей наблюдается снижение средних значений периодов полувыведения ^{137}Cs из почвы по мере снижения средних значений уровней содержания ^{137}Cs . В таблице 7 представлены данные о средних содержаниях ^{137}Cs в сильно и умеренно загрязненных почвах и значения периодов полувыведения ^{137}Cs в указанных областях. Коэффициент корреляции между этими величинами высокий и равен 0,95. Это указывает на то, что в условиях загрязнения почв от Чернобыльской аварии существует зависимость между уровнем загрязнения почвы и процессами, ответственными за очищение почв от радиоактивного загрязнения.

Известно, что за счет радиоактивного распада ядер ^{137}Cs происходит снижение его содержания в почве. Это снижение происходит по закону радиоактивного распада с периодом полураспада 30 лет. Период полураспада (константа распада) является фундаментальной характеристикой радиоактивного ядра и не зависит от внешнего воздействия. Снижение содержания ^{137}Cs в почве также происходит за счет миграционных процессов, скорость которых зависит от состояния и содержания катиона щелочного металла Cs^+ , меченного ^{137}Cs . Метка происходит в результате изотопного обмена ^{137}Cs между це-зием почвообразующих минералов, органического вещества почвы и калийных удобрений. Как известно [7], цезий является рассеянным



элементом земной коры и всегда присутствует в природных соединениях калия в качестве примеси.

Скорость выведения ^{137}Cs из почвы есть сумма скоростей радиоактивного распада и миграции. По имеющимся у нас данным была рассчитана скорость миграции (снижение содержания ^{137}Cs в почве, не связанное с радиоактивным распадом) в реальных условиях радиоактивно загрязненных территорий по формуле 1; связь констант и периодов полураспада и полувыведения была рассчитана по формуле 2:

$$1) X = A_0 \exp(-\lambda_1 t) - A_0 \exp(-\lambda_2 t),$$

$$2) \lambda T = \ln 2,$$

где X — суммарная скорость выноса ^{137}Cs из почвы в результате миграции, $\text{Ки}/\text{км}^2\cdot\text{год}$; A_0 — начальное содержание ^{137}Cs в почве, $\text{Ки}/\text{км}^2$; λ_1 и λ_2 — константы полураспада и полувыведения ^{137}Cs из почвы; t — время, за которое рассчитывается скорость миграции ($t = 1$ год).

Полученные результаты представлены в таблице 7. Как видно, период полувыведения ^{137}Cs из почвы находится в корреляционной зависимости от среднего содержания ^{137}Cs в почве. Коэффициент корреляции достаточно высок и равен 0,95. Относительная скорость миграции имеет отрицательный коэффициент корреляции относительно среднего содержания ^{137}Cs в почве.

Как уже отмечалось, скорость миграции ^{137}Cs из почвы связана с миграцией катиона Cs^+ , что обуславливает и объясняет значительные изменения численных значений периода полувыведения в районах и в целом в областях загрязненных территорий. Это обстоятельство также обуславливает зависимость миграционных процессов ^{137}Cs из загрязненной почвы от хозяйственной деятельности человека. Внесение калийных удобрений приводит к реакциям изотопного обмена ^{137}Cs между компонентами почвы и калийными удобрениями. Процесс приводит к увеличению содержания ^{137}Cs в растворимой форме, миграционная способность ^{137}Cs увеличивается. Так, в ряде районов Калужской, Тульской и Орловской областей период полувыведения ^{137}Cs из почвы меньше 20 лет, что существенно ниже его периода полураспада (таблицы 4-6). В этих районах миграционные процессы ^{137}Cs вносят существенный вклад в очищение почвы от техногенного радионуклида.

В первом приближении можно считать, что скорость миграции ^{137}Cs прямо пропорциональна его содержанию в почве. В этом случае можно рассчитать период миграционного полуснижения ^{137}Cs . Результаты расчетов приведены в таблице 7. Видно, что период миграционного полуснижения ^{137}Cs в почве Брянской области значительно превосходит таковой в Калужской, Тульской и Орловской областях.

Следует отметить, что в радиоактивно загрязненные почвы Брянской области с целью снижения поступления ^{137}Cs в сельскохозяйственные растения вносились в повышенных дозах известковые материалы. Известь (карбонат кальция, магнезия) не взаимодействует с ^{137}Cs . Снижение поступления ^{137}Cs в растения связано с изменением агрохимических показателей почвы, в первую очередь, ее кислотности. Карбонаты кальция и магнезия являются «блокаторами» перехода катионов Cs^+ , меченного ^{137}Cs , в растения. Нормы внесения известки, в первую очередь, зависят от агрохимических свойств почвы, а не от ее уровня загрязнения. Внесение

Таблица 5

 Динамика изменения содержания ^{137}Cs в почвах районов Тульской области

Район	Содержание* в почве ^{137}Cs , $\text{Ки}/\text{км}^2$			Период полувыведения, лет
	1991 г.	2014 г.	2020 г. (прогноз)	
Арсеньевский	4,6/3,2-6,0	2,7/1,9-3,5	2,3/1,6-3,2	29,9
Белевский	4,2/1,4-7,0	1,2/0,4-2,0	0,87/0,29-1,5	12,8
Богородицкий	3,5/1,3-5,8	1,4/0,5-2,3	1,1/0,39-1,8	17,4
Воловской	1,4/0,8-2,1	0,74/0,4-1,1	0,63/0,3-0,9	25,0
Климовский	1,45/0,5-2,4	0,80/0,3-1,3	0,7/0,3-1,1	26,6
Киреевский	3,3<6,6	1,0<2	0,73<1,4	13,3
Плавский	6,7/2,0-11,4	3,0/0,9-5,1	2,4/0,7-4,1	19,8
Теплогагаревский	2,8 /1,2-4,2	0,96/0,4-1,5	0,7/0,3-1,1	14,9
Узловской	4,5/2,1-6,8	1,7/0,8-2,6	1,3/0,6-2,0	16,5
Щекинский	2,2/<4,4	0,98/<2,2	0,8<1,8	19,7
Чернский	2,6/0,7-4,5	1,4/0,4-2,4	1,2/0,3-2,1	25,8
среднее значение за период 1991-2014 гг.				20,2±1,8
стандартный интервал за период 1991-2014 гг.				14-26

*Среднее значение/стандартный интервал.

Таблица 6

 Динамика изменения содержания ^{137}Cs в сильно и умеренно загрязненных почвах районов Орловской области

Район	Содержание* ^{137}Cs в почве, $\text{Ки}/\text{км}^2$			Период полувыведения, лет
	1991 г.	2014 г.	2020 г. (прогноз)	
Болховский	4,1/2,5-6,4	1,6/0,7-2,5	1,3/0,5-2,0	16,9
Дмитровский	2,0/0,9-3,1	0,90/0,4-1,4	0,73/0,31-1	20,0
Залогощевский	1,8/<3,2	0,67/<1,2	0,52/<0,9	16,1
Новосильский	1,3/0,9-1,7	0,60/0,4-0,8	0,49/0,3-0,7	20,6
Покровский	0,66/0,4-1,0	0,35/0,25-0,45	0,30/<0,4	25,0
Сосковский	1,1<1,8	0,54/<0,9	0,45/<0,7	22,4
Шаблыкинский	1,7<2,9	0,53/<0,9	0,4/<0,7	13,8
среднее значение за период 1991-2014 гг.				17,9±1,9
стандартный интервал за период 1991-2014 гг.				13-23

*Среднее значение/стандартный интервал.

Таблица 7

 Соотношение между средним содержанием ^{137}Cs в почве и его периодом полувыведения на загрязненной территории субъектов РФ

Область	Среднее содержание ^{137}Cs , $\text{Ки}/\text{км}^2$	Период полувыведения, лет	Скорость миграционного снижения, $\text{Ки}/\text{км}^2\cdot\text{год}^{-1}$	Период миграционного полуснижения, лет
1	2	3	4	5
Брянская	3,6	25,6	0,004 A_0	173
Калужская	1,45	22	0,008 A_0	87
Тульская	1,4	20	0,011 A_0	63
Орловская	0,74	18	0,015 A_0	46
коэффициент корреляции равен 0,95 между столбцами 2 и 3				
коэффициент корреляции равен 0,91 между столбцами 2 и 4				
коэффициент корреляции равен 0,99 между столбцами 2 и 5				

больших избытков известковых материалов приводит к снижению миграционной способности ^{137}Cs и уменьшению вклада природных миграционных процессов очищения почвы от радиоактивности.

Миграционный процесс ^{137}Cs из радиоактивно загрязненной почвы мало изучен. Мы считаем целесообразным рассмотреть другие причины вариативности скорости миграции ^{137}Cs из почвы.

При Чернобыльской аварии выносимые из аварийного реактора радионуклиды находились на различных носителях — матрицах. К ним относятся топливная матрица, матрица конструктивных материалов, графит, теплоноситель (обычно вода), устойчивый аэрозоль. Эти матрицы различаются между собой размерами, массой, удельным весом, температурой и кинетической энергией. При выбросе из аварийного блока они поднимались на различную высоту и





Таблица 8

Районы с аномальными периодами полувыведения ^{137}Cs из почвы

Район	Содержание* ¹³⁷ Cs в почве, Ки/км²		период полувыведения, лет
	1991 г.	2014 г.	
Брянская область			
Климовский	5,3/2,0-8,5	3,2/1,2-5,1	34
Дятьковский	1,4/0,6-2,2	0,9/0,4-1,4	36
Навлинский	0,7/0,3-1,1	0,45/0,19-0,71	36
Суражский	0,32/<0,7	0,20/<0,45	34
Калужская область			
Куйбышевский	1,0/0,6-1,4	0,62/0,37-0,87	33
Орловская область			
Корсаковский	1,05	0,74/0,48-1,0	45,6
Мценский	1,31	0,85/0,42-1,27	37

*Среднее значение/стандартный интервал.

распространялись территориально на различные расстояния.

Топливная матрица и матрица конструкционных материалов являются тяжелыми матрицами, поэтому высоко не поднимаются и далеко не переносятся. Радиус их выпадений составляет десятки километров, они образуют ближнюю зону загрязнения. Примером такой зоны является 30-километровая зона Чернобыльской АЭС.

Пары воды, продукты сгорания и графит поднимаются выше, чем топливная и конструкционная матрицы, и образуют радиоактивные облака. В этих облаках также могут содержаться мелко диспергированные топливные частицы. Загрязнение от радиоактивных облаков может распространяться на сотни километров и охватывать обширные территории. Отличительной чертой этого пути загрязнения является его неравномерность и пятнистость, что значительно осложняет радиоэкологическую оценку территории.

Наиболее нагретые и легкие частицы (аэрозоли) поднимаются в верхние слои атмосферы, в стратосферу, они интенсивно перемешиваются и в дальнейшем относительно равномерно оседают на поверхности планеты. По данному механизму формируется глобальный уровень загрязнения. Выброс радионуклидов за пределы аварийного блока Чернобыльской АЭС представлял собой растянутый во времени процесс, состоящих из нескольких стадий [8, 9].

На первой стадии (первоначальный выброс) произошел выброс диспергированного топлива из разрушенного реактора. Состав радионуклидов на этой стадии примерно соответствовал их составу в выгоревшем топливе, но был обогащен летучими изотопами йода, теллура, цезия и благородных газов. На второй стадии (период охлаждения) — с 26 апреля по 2 мая 1986 г. мощность выброса за пределы аварийного блока уменьшилась. В этот период состав радионуклидов в выбросе также был близок к их составу в выгоревшем топливе. На этой стадии из реактора выносилось легко диспергированное топливо потоком горячего воздуха и продуктами окисления графита. Третья стадия (период разогрева) — до 6 мая характеризовалась быстрым нарастанием мощности выхода продуктов деления за пределы реакторного блока. В начальной части этой стадии отмечался преимущественный выход летучих веществ, в частности йода, а затем состав радионуклидов вновь приблизился

к составу в выгоревшем топливе. Последняя, четвертая стадия, наступившая после 6 мая, характеризовалась быстрым уменьшением выброса радионуклидов. Это явилось следствием стабилизации и последующего снижения температуры топлива.

Процесс выноса радиоактивных веществ из аварийного блока протекал более 10 дней. Развитие Чернобыльской аварии во времени и разнообразие механизмов загрязнения почвы обусловило загрязнение больших площадей. Из изложенного можно заключить, что в состав радиоактивных выпадений входили матрицы различной природы. Почвы Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей подверглись радиоактивным выпадениям, находящимся на носителях различной химической природы. Наличие в радиоактивных выпадениях «тяжелых» матриц обусловило более высокие уровни загрязнения почвы. Миграция ^{137}Cs из «тяжелых» по сравнению с легкими матрицами затруднена. Эта причина, на наш взгляд, обусловила значительную вариабельность скорости миграции ^{137}Cs из почвы в четырех рассматриваемых областях. В пользу этой причины вариабельности скорости миграции ^{137}Cs из почвы говорит обнаружение сильной положительной корреляционной зависимости между средними уровнями загрязнения почвы и периодами полувыведения и периодами миграционного снижения и сильной отрицательной корреляции между средним уровнем загрязнения и скоростью миграции (табл. 7).

Таким образом, природа (состав носителя — матрицы) оказывает сильное влияние на миграционную способность ^{137}Cs из почвы.

Возможен третий вариант интерпретации представленных результатов. Вполне возможно, что полученные данные по периодам полувыведения ^{137}Cs из почвы являются «кажущимися». Нет гарантий, что за наблюдаемый период времени (1991-2014 гг.) почвы загрязненных территорий не подвергались дополнительным радиоактивным выпадениям или в административных районах не были выявлены новые территории с радиоактивным загрязнением, которые повысили средние уровни загрязнения. Радиоактивные выпадения с 1991 по 2014 гг. могли быть незначительными и на фоне существующего загрязнения могли быть незаметными. Однако они скомпенсировали снижение за счет радиоактивного распада.

При изучении кинетики снижения средних уровней загрязнения почвы в административных районах обследованных четырех областей, в трех из них обнаружены районы, в которых период полувыведения ^{137}Cs из почвы был больше периода полураспада (30 лет). Эти результаты представлены в таблице 8.

В Брянской области в четырех районах почвы имеют периоды полувыведения ^{137}Cs более 30 лет. Превышения не очень значительные, однако они больше, чем погрешность, с которой определены периоды полувыведения ^{137}Cs из почвы в этих районах.

Изначально (до 1992 г.) почвы Брянской области подверглись подробному радиологическому обследованию с большим количеством почвенных образцов, отобранных в сильно и умеренно загрязненных районах. Поэтому появление новых выявленных участков загрязнения маловероятно. С большой долей вероятности можно предположить, что выявление площадей почв в административных районах, в которых период полувыведения ^{137}Cs из почвы больше периода его полураспада, связано с поступлением «новых порций» радионуклида. Этим явлением можно объяснить более высокие средние значения периодов ^{137}Cs для почв Брянской области по сравнению с другими областями.

Отмеченные факторы (внесение калийных и известковых удобрений, наличие в радиоактивных выпадениях «тяжелых» матриц, несущих ^{137}Cs , дополнительные радиоактивные выпадения за период 1992-2014 гг.) не являясь взаимоисключающими, они могут действовать одновременно, усиливая вариабельность миграционных процессов.

Литература

1. Данные по радиоактивному загрязнению населенных пунктов РСФСР цезием-137 и стронцием-90. М.: Гидрометеоиздат, 1989. 55 с.
2. Справочник по радиационной обстановке и дозам облучения населения районов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС / под ред. М.И. Баллонова. СПб., 1992. 140 с.
3. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ / под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск, ФГБУ «НПО «Тайфун», 2015. 225 с.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1993 году». С. 64-69. Утв. Постановлением Правительства РФ от 24.01.1993 г. № 53.
5. Орлов П.М., Гладышева О.В., Лунев М.И., Аканова Н.И. Зависимость содержания техногенных и естественных радионуклидов в почвах Центрального Федерального округа от интенсивности применения минеральных удобрений и химических мелиорантов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1 (361). С. 37-42.
6. Орлов П.М., Лунев М.И., Аканова Н.И. Динамика содержания долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в различных типах почв районов Брянской и Калужской областей // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: серия экология. Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2017. № 05 (39), № 06 (40). С. 103-110.
7. Орлов П.М., Лунев М.И., Сычев В.Г. Радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. М.: ВНИИА, 2015. 175 с.
8. Некрасов В.В. Основы общей химии: монография. Т. 2. М.: Химия, 1973. 688 с.
9. Итоговый доклад о соведении по рассмотрению причин и последствий аварии в Чернобыле: Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-1, МАГАТЭ. Вена, 1988. 110 с.
10. Ховаленко Г.Д. Радиоэкология Украины: монография. Харьков: Инжек, 2008. 264 с.



Об авторах:

Орлов Павел Михайлович, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии известковых удобрений и химической мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2753-3371>, n_akanova@mail.ru

Аканова Наталья Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией агрохимии известковых удобрений и химической мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru

HALF-LIFE AND MIGRATION CAPACITY OF ^{137}Cs FROM SOILS CONTAMINATED WITH CHERNOBYL FALLOUT IN THE BRYANSK, KALUGA, TULA AND ORYOL REGIONS

P.M. Orlov, N.I. Akanova

All-Russian Research Institute of Agrochemistry
named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

Based on local monitoring data, the change in the average values of ^{137}Cs content in the period from 1991 to 2014 for different types of soils was studied. Estimating the half-lives ^{137}Cs from soils is of both scientific and practical interest. The data on the content of ^{137}Cs in soils of heavily and moderately polluted areas of the Bryansk, Kaluga, Tula and Orel regions in 1991 and 2014 are presented and the half-lives of ^{137}Cs from soils are estimated. In the Bryansk region, the half-life in heavily polluted areas was 27.0 ± 1.6 years, moderately polluted — 25.1 ± 2.2 years; in the Kaluga region for severely and moderately polluted soils — 21.8 ± 2.5 years, the Tula region — 20.2 ± 1.8 years, the Oryol region — 17.9 ± 1.9 years. A positive correlation was found between the half-hatching period and the average content of ^{137}Cs in the soil of these areas with a correlation coefficient at the level of 0.95. On the basis of the obtained data and the equation of radioactive decay, the migration rate of ^{137}Cs and the period of the element's migration half-decrease from the soil are estimated. The reasons for the variability of the half-life of ^{137}Cs from the soils of the surveyed subjects are considered. These include the application of potash fertilizers, liming of the soil and the nature of the ^{137}Cs bearing matrices. The forecast of the content of ^{137}Cs in the soil in the polluted areas of the Bryansk, Kaluga, Tula and Oryol regions in 2020 was made.

Keywords: nuclear power plant, radionuclides, soil, ^{137}Cs , average values, accident, soil pollution, half-life, semi-excretion.

References

1. Dannie po radioaktivnomu zagryazneniyu naselennykh punktov RSFSR tseziem-137 i strontsiem-90 (1989). [Data on radioactive contamination of settlements of the RSFSR with cesium-137 and strontium-90]. Moscow, Gidrometizdat Publ., 55 p.
2. Ballonov, M.I. (ed.) (1992). *Spravochnik po radiatsionnoi obstanovke i dozam oblucheniya naseleniya raionov Rossiiskoi Federatsii, podvergnutym radioaktivnomu zagryazneniyu v sledstvie avarii na Chernobyl'skoi AEHS* [Handbook on the radiation situation and radiation doses of the population of the regions of the Russian Federation exposed to radioactive contamination as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. Saint-Petersburg, 140 p.
3. Vakulovskii, S.M. (ed.) (2015). *Dannie po radioaktivnomu zagryazneniyu territorii naselennykh punktov Rossiiskoi Federatsii ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$* [Data on radioactive contamination of the territory of settlements of the Russian Federation ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$]. Obninsk, FGBU "NPO "Typhoon", 225 p.

4. Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii okruzhayushchei prirodnoi sredy Rossiiskoi Federatsii v 1993 godu» (1993). [State report "On the state of the environment of the Russian Federation in 1993"], pp. 64-69. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation from 24.01.1993. No. 53.
5. Orlov, P.M., Gladysheva, O.V., Lunev, M.I., Akanova, N.I. (2018). Zavisimost' soderzhaniya tekhnogennykh i estestvennykh radionuklidov v pochvakh Tsentral'nogo Federal'nogo okruga ot intensivnosti primeneniya mineral'nykh udobrenii i khimicheskikh meliorantov [Dependence of the content of technogenic and natural radionuclides in the soils of the Central Federal District on the intensity of the use of mineral fertilizers and chemical ameliorants]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (361), pp. 37-42.
6. Orlov, P.M., Lunev, M.I., Akanova, N.I. (2017). Dinamika soderzhaniya dolgozhivushchikh radionuklidov ^{137}Cs i ^{90}Sr v razlichnykh tipakh pochv raionov Bryanskoi i Kaluzhskoi oblastei [Dynamics of the content of long-lived radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in various types of soils of the districts

of the Bryansk and Kaluga regions]. *XXI vek: Itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus: seriya ekkologiya* [XXI century: Results of the past and problems of the present plus: a series of ecology]. Penza, Publishing House of PenzSTU, no. 05 (39), no. 06 (40), pp. 103-110.

7. Orlov, P.M., Lunev, M.I., Sychev, V.G. (2015). *Radiatsionnyi monitoring sel'skokhozyaistvennykh ugodii Rossiiskoi Federatsii* [Radiation monitoring of agricultural land of the Russian Federation]. Moscow, VNIIA, 175 p.

8. Nekrasov, V.V. (1973). *Osnovy obshchei khimii: monografiya* [Fundamentals of general chemistry: monograph], vol. 2. Moscow, Khimiya Publ., 688 p.

9. Itogovyi doklad o soveshchaniy po rassmotreniyu prichin i posledstviy avarii v Chernobyle: Seriya izdaniy po bezopasnosti № 75-INSAG-1, MAGATEH (1988). [Final report on the meeting to consider the causes and consequences of the Chernobyl accident: Series of publications on security No. 75-INSAG-1, IAEA]. Vienna, 110 p.

10. Kovalenko, G.D. (2008). *Radioekologiya Ukrainy: monografiya* [Radioecology of Ukraine: monograph]. Krakow, Inzhtek Publ., 264 p.

About the authors:

Pavel M. Orlov, candidate of chemical sciences, senior researcher of the laboratory of lime fertilizers and chemical reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2753-3371>, n_akanova@mail.ru

Natalia I. Akanova, doctor of biological sciences, professor, head of the laboratory of lime fertilizers and chemical reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru

n_akanova@mail.ru

ВТОРАЯ ЕЖЕГОДНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ
В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

АГРОИНВЕСТИТОР ГОДА

30 АВГУСТА — 14 ОКТЯБРЯ
ОТКРЫТОЕ ГОЛОСОВАНИЕ
АУДИТОРИИ САЙТА
В НОМИНАЦИИ
«ЧЕЛОВЕК ГОДА»

СТАТЬ ПАРТНЕРОМ И СПОНСОРОМ
L.VOLOZHINET@AGROINVESTOR.RU

Независимый консультант

Партнер номинации

Партнер номинации

Информационные партнеры

Информационные партнеры

Информационные партнеры

Официальный партнер

Партнер премии

Партнер фуршета

WWW.AWARD.AGROINVESTOR.RU





СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕВООБОРОТОВ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Ю.И. Митрофанов

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт
имени В.В. Докучаева», Тверская область, Россия

Исследования проводились в Тверской области в длительных опытах (2012-2020 гг.) на объекте мелиорации со сложной структурой почвенного покрова в плодосменных севооборотах на землях: нормального увлажнения с автоморфными почвами, периодически переувлажняемых с глееватыми и осушаемых закрытым дренажем с глеевыми, глееватыми и слабооглееными почвами. Схемы опытов предусматривали изучение эффективности адаптивной организации территории, паровых и травяных звеньев севооборотов. Адаптивно организованное использование осушаемых земель, осуществляемое с учетом их агроэкологического состояния и степени дренирования, является важным фактором адаптивной интенсификации земледелия, повышения его энергетической и экономической эффективности и необходимым условием снижения затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Средневзвешенная урожайность ячменя за 9 лет на участке с благоприятными агроэкологическими условиями была выше по сравнению с недостаточно дренируемыми участками на 0,75 т/га, картофеля — на 5,4 т/га, а во влажные годы — на 0,92 и 10,7 т/га соответственно. Дифференцированное использование осушаемых земель по сравнению с бессистемным использованием без учета мелиоративного состояния земель увеличивало накопление дополнительной биологической энергии с урожаем на 17,5-24,6%. Из мелиоративно-паровых звеньев лучшим является звено с клевером. Выход кормовых единиц в этом звене суммарно по двум культурам был выше по отношению к варианту с чистым паром на 75,1%, а к варианту с однолетними травами — на 15,6%. Лучшими травяными звеньями являются звенья с двухлетним и двухукосным использованием многолетних трав, с выращиванием по пласту трав яровых зерновых культур, льна и, с определенными ограничениями, картофеля. При выращивании по пласту многолетних трав 2 г.п. (с двухукосным использованием) яровых зерновых культур (овес, ячмень, яровая пшеница), вместо озимой ржи, продуктивность травяного звена севооборота возрастает на 18,3-27,8%.

Ключевые слова: севооборот, почвенный покров, структура, пар, многолетние травы, паровое звено, травяное звено, продуктивность.

Введение

В условиях интенсификации земледелия севооборот сохраняет свое организационно-технологическое и агроэкономическое значение и является основой современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Агротехническая роль севооборота состоит в улучшении физических, биологических и химических свойств почвы, водного и водно-воздушного режимов, фитосанитарного состояния посевов и почвы и др. [1, 2, 7]. Являясь важнейшим средством биологизации и экологизации земледелия, севооборот оказывает большое влияние на эффективность мелиорации земель, удобрений, средств защиты растений, на продуктивность новых сортов и т.д. [4]. На основе севооборота формируется весь технологический комплекс выращивания сельскохозяйственных культур и воспроизводства почвенного плодородия. Наиболее высокая отдача от освоения севооборота достигается при размещении культур по лучшим предшественникам и на соответствующих их биологическим требованиям производственных участках. В этом случае севооборот обеспечивает наиболее эффективное использование агроклиматических, биологических, почвенных, материально-технических и трудовых ресурсов. Севооборот является важным фактором адаптивной интенсификации земледелия за счет повышения эффективности плодосмена, агротехнической роли паровых полей и многолетних трав в качестве предшественников ведущих культур (лен, озимые и яровые зерновые), а также адаптивно-ландшафтного подхода к организации территориальной структуры севооборотов.

Методы проведения исследований

Использован адаптивный подход к организации севооборотов. Особенности организации

территории севооборотов на осушаемых землях связаны, прежде всего, с неоднородной и сложной пространственной структурой почвенного покрова. Одним из основных и трудно устранимых факторов, формирующих почвенную пестроту и определяющих уровень контрастности почвенного покрова, является водный режим — различие территорий по типу водного питания, водным свойствам почвы, состоянию водно-воздушного режима и т.д. [8, 10]. Переувлажняемые почвы, после их дренирования с применением существующих мелиоративных технологий, чаще всего не становятся агроэкологически однотипной территорией (АОТ) по состоянию водного режима, пространственная пестрота почвенного покрова в той или иной мере продолжает оказывать влияние на процесс использования осушаемых территорий и продуктивность полевых культур.

Исследования проводились в длительных опытах в период 2012-2020 гг. на опытном полигоне Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель (ВНИИМЗ) со сложной структурой почвенного покрова. Исследования по оценке потенциала продуктивности почв на уровне элементарных почвенных структур проводились в плодосменном севообороте с чередованием культур: однолетние травы, озимая рожь, картофель, овес + клевер, клевер, ячмень, который был развернут во времени и пространстве на участках: нормального увлажнения с автоморфными почвами, периодически переувлажняемых с глееватыми и осушаемом закрытым дренажем с глеевыми, глееватыми и слабооглееными почвами.

Во всех вариантах культуры возделывали по единым технологическим схемам. Показатели гумуса в пахотном слое в пределах 57-гектарного фрагмента объекта «Губино» изменялись

от 1,53 до 4,5%, обменного калия — от 8 до 15,2 мг/100 г почвы, гидролитической кислотности — от 0,87 до 3,06 мг-экв/на 100 г почвы и pH от 5,2 до 6,9, а пористость устойчивой аэрации, характеризующей природную предрасположенность почв к переувлажнению — от 7,2% на глеевой почве до 16,8% на слабооглеенной. Лучшие показатели по содержанию гумуса и кислотности имели глеевые почвы. Продуктивность почв по каждой полевой культуре была определена в среднем за 9 лет, а также для экстремальных по условиям увлажнения годов. Индексация осушаемых почв по продуктивности была проведена относительно автоморфного участка, принятого за эталон по степени отрегулированности водно-воздушного режима (табл. 1).

Результаты и обсуждение

Выявлена общая закономерность: чем хуже отрегулирован водно-воздушный режим корнеобитаемого слоя, тем ниже продуктивность пашни. Установлено, что по потенциалу продуктивности основных полевых культур осушаемые земли в агроландшафтной почвенной структуре чаще всего занимают промежуточное положение между автоморфными почвами и неосушаемыми гидроморфными аналогами. Наиболее низкие индексы продуктивности в группе осушаемых почв соответствуют глеевым почвам, наиболее высокие — слабооглееным. Глееватые почвы занимают промежуточное положение между ними.

Установленные существенные различия между структурными единицами агроландшафта в группе осушаемых почв по продуктивности растений (в многоводные годы снижение урожайности к эталону более 30%), устойчивости земледелия, условиям проведения полевых работ, особенно во влажные годы, указывают на необходимость дифференцированного подхода к их



использованию с учетом агроэкологического состояния, степени дренируемости, экономических и ресурсных условий хозяйствования.

Для определения целесообразности адаптивного подхода к организации севооборотов на осушаемых землях для всего фрагмента была составлена карта продуктивности по урожайности картофеля и ячменя (основные сканирующие культуры при биоиндикационном методе выделения АОТ), на основании которой по состоянию водного режима было выделено два участка: с хорошо и недостаточно дренируемыми почвами. В первую агроэкологически благоприятную группу почв, занимающую 52,7% территории участка, вошли автоморфные — 9,4 га, слабоглеевые — 17 га, глееватые на склоне — 4 га; во вторую группу, с менее благоприятными условиями для произрастания ячменя и картофеля, занимающую 47,3% всей площади участка, вошли глеевые вновь освоенные — 3 га, глеевые и глееватые (подошва склона) — 6 га, глеевые и глееватые с ровным и западинным рельефом — 17,5 га. Для каждой группы почв и в целом по фрагменту была рассчитана средневзвешенная урожайность всех полевых культур и общая продуктивность плодосменного севооборота. Средневзвешенная урожайность ячменя за 9 лет на участке с благоприятными агроэкологическими условиями была выше, по сравнению с недостаточно дренируемыми участками, на 0,75 т/га, картофеля — на 5,4 т/га, а во влажные годы — на 0,92 и 10,7 т/га соответственно.

При бессистемном размещении посевов (посев на всем участке без учета агроэкологического состояния осушаемых земель) средне-

взвешенная урожайность ячменя по объекту, по сравнению с благоприятным участком, в среднем за 9 лет была ниже на 0,36 т/га, во влажные годы — на 0,87 т/га. На картофеле урожайность на благоприятном участке, по сравнению со средневзвешенной по объекту, в среднем за 9 лет была выше на 10,1% и во влажные годы — на 21,1% (табл. 2).

Результаты в целом по плодосменному севообороту были аналогичными. На хорошо дренируемой части фрагмента средневзвешенная продуктивность плодосменного севооборота была в среднем на 0,45 т корм. ед. больше, чем в целом по фрагменту. При этом различие в продуктивности между благоприятной в агроэкологическом отношении частью фрагмента и неблагоприятной достигло 1,0 т корм. ед. На плохо дренируемой части объекта более высокую продуктивность, как показывают расчеты, обеспечивают травопольные севообороты. Во влажные годы их преимущество перед плодосменными севооборотами составило 0,78 т корм. ед. в расчете на 1 га севооборотной площади. Дифференцированное использование фрагмента, по сравнению с бессистемным без учета мелиоративного состояния осушаемых земель, увеличивало накопление дополнительной биологической энергии с урожаем на 17,5-24,6%. Выращивание ячменя в благоприятных агроэкологических условиях позволило увеличить условно чистый доход в среднем за 9 лет на 33,6-47,1%, по сравнению с недостаточно дренируемыми участками: по овсу — на 32,8-39,8%, картофелю — на 31,6-32,3%, озимой ржи — на 20,6-71,0%. Различия во влажные годы достигали 2-5-кратной величины.

Значительные различия между агроэкологическими вариантами наблюдались в производительности труда и себестоимости продукции. Объясняется это тем, что прирост продуктивности на агроэкологически благоприятном участке был достигнут за счет лучшей реализации почвенного и биологического потенциала агроландшафта без привлечения дополнительных технологических ресурсов. Дифференцированный подход к использованию осушаемых земель, организация земледелия на уровне микроландшафтов связаны с дроблением земельных массивов, уменьшением размеров рабочих участков, технологической длины гона и с определенными дополнительными затратами на возделывание полевых культур. В нашем опыте расчленение участка в 56,9 га на 2 части привело к уменьшению длины гона с 700-1000 до 300-400 м. При этом затраты труда на вспашку возросли на 15,2%, культивацию — на 28,1%, расход горючего увеличился на 6,2%. Однако в общих текущих затратах изменения были в целом небольшие — в расчете на 1 га они возросли по культурам только на 0,5-1,0%.

Таким образом, дифференцированное использование осушаемых земель, осуществляемое с учетом их агроэкологического состояния и степени дренирования, следует считать важным фактором адаптивной интенсификации земледелия, повышения его энергетической и экономической эффективности, необходимым условием снижения затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Для повышения агротехнической эффективности севооборотов большое значение имеет включение в их структуру системообразующих полей (пар, многолетние травы) с формированием на их основе высокоэффективных звеньев севооборотов и систем повышения плодородия почв. Основными классическими видами звеньев в полевых севооборотах являются: паровые, травяные, пропашные [1, 2]. На осушаемых землях наиболее распространенными являются паровые и травяные звенья, сочетание разных комбинаций этих звеньев позволяет конструировать различные варианты 7-8-польных зернотравяных севооборотов, обеспечивать благоприятные условия для выращивания льна, озимых и яровых зерновых культур [13]. Продуктивность парового и травяного звеньев севооборотов во многом определяется агротехническим потенциалом, соответственно, паровых полей и многолетних трав в качестве полей, формирующих звенья севооборотов.

Паровое звено. Пары (чистые, занятые, сидеральные) представляют собой особую группу предшественников — полей, которые в течение всего вегетационного периода (или его части) остаются свободными от выращиваемых культур, почва в этот период поддерживается в чистом от сорняков состоянии [9, 11, 12]. В Черноземной зоне присутствие в севооборотах парового поля ассоциируется, как правило, с выращиванием озимых культур. На осушаемых землях функциональная технологическая нагрузка на паровые поля, по сравнению с обычными землями, существенно расширяется. По своей значимости традиционные паровые поля в севообороте превращаются в мелиоративно-паровые. Их агротехнический потенциал создается за счет комплекса агротехнических, агроуправляющих и мелиоративных мероприятий. С учетом агроэкологического состояния

Сравнительная урожайность полевых культур в зависимости от агроэкологических условий (индексация проведена относительно автоморфной дерново-подзолистой почвы)

Культура	Осушаемая дерново-подзолистая почва			Неосушаемая глееватая почва
	слабоглеевая	глееватая	глеевая	
Озимая рожь	0,99/0,96	0,89/0,88	0,84/0,74	0,45/0,50
Ячмень	0,90/0,86	0,85/0,73	0,74/0,49	0,64/0,34
Овес (с подсевом клевера)	1,03/0,91	0,95/0,76	0,76/0,49	0,71/0,48
Картофель	0,92/1,00	0,84/0,79	0,75/0,60	0,75/0,39
Клевер	1,29/0,98	1,22/0,90	1,03/0,75	1,23/1,00

Примечание: фон — вспашка на 20-22 см; числитель — по урожайности за 9 лет, знаменатель — по урожайности влажных лет.

Таблица 1

Таблица 2

Продуктивность культур и севооборота в разных агроэкологических условиях

Агроэкологические условия		Урожайность, т/га				Продуктивность плодосменного севооборота, т корм.ед./га	
		ячмень		картофель			
		в среднем за 9 лет	в избыточно влажные годы	в среднем за 9 лет	в избыточно влажные годы	в среднем за 9 лет	в избыточно влажные годы
Благоприятные		3,64	4,30	2,72	28,1	5,50	5,79
Неблагоприятные		2,89	2,38	21,8	17,4	4,50	3,61
В среднем по объекту		3,28	3,43	24,7	23,2	5,05	4,80
Прибавка урожая от размещения культур на благоприятном участке по отношению к средневзвешенной по объекту	+	+ 0,36	+0,87	2,50	4,90	0,45	0,99
	%	111,0	125,4	110,1	121,1	108,9	120,6





почвы, степени окультуренности пахотного слоя и ресурсных возможностей хозяйства этот комплекс почвоулучшающих приемов может включать: известкование, фосфоритование, внесение органических и минеральных удобрений, рыхление подпахотного слоя почвы, планировку поверхности, уборку камней, ремонт дренажа, мелиоративное рыхление, промывку дренажа, очистку от наносов смотровых колодцев и устьев коллекторов и т.д.

В проведенных нами исследованиях по оценке паровых полей на осушаемых землях в качестве парозанимающих культур выращивались однолетние травы, клевер, перко (гибрид сурепицы и рапса). Из непаровых предшественников был ячмень. Чистый пар обрабатывался по типу черного. Органические удобрения (кроме клевера) вносились под парозанимающие культуры и ячмень общим фоном 30-40 т/га в виде торфо-навозного компоста. Минеральные удобрения вносились на запланированный урожай. Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая (глеевая) окультуренная, осушаемая закрытым гончарным дренажем, расстояние между дренами 20 м, глубина их заложения — 1,0-1,2 м.

В результате проведенных исследований лучшими парозанимающими культурами на осушаемых землях были также признаны клевер 1 г.п. и однолетние бобово-злаковые смеси. При условии применения удобрений, соблюдения сроков обработки почвы и посева урожайность озимых культур по чистому и занятому пару различалась незначительно. Выращивание клевера в паровом поле позволяет снизить затраты на обработку почвы и внесение органических удобрений, по своему влиянию на урожайность озимых культур клевер равноценен внесению 30 т/га органических удобрений под однолетние травы. Чистый пар в севооборотах следует предусматривать только в крайних случаях.

Выход кормовых единиц в звене с клевером, суммарно по двум культурам, был выше по отношению к варианту с чистым паром, на 75,1%, а к варианту с однолетними травами — на 15,6%, в последнем случае за счет более высокой продуктивности клевера и озимой ржи (табл. 3).

При этом производственные затраты в звене с клеверным паром по сравнению с гороховым в расчете на 1 т корм. ед. снизились на 43,3%, что связано с более высокой продуктивностью этого звена и сокращением затрат на выращивание парозанимающей культуры (исключение затрат на основную и предпосевную обработку почвы, посев и удобрения). Затраты ГСМ на 1 т корм. ед. в паровом звене севооборота с клевером снизились на 49,5%, минеральных удобрений — на 24,4%, труда — на 31,6%.

Наиболее высокими затраты ГСМ и труда на 1 т корм. ед. были в звене с чистым паром и однолетними травами, что связано с внесением в этих звеньях органических удобрений.

При сравнительной оценке эффективности паровых звеньев с озимой пшеницей были получены практически такие же результаты, как и с озимой рожью. Продуктивность звена севооборота с клевером была в 2,3 раза выше звена севооборота с чистым паром и на 31,5% звена с однолетними травами.

Значение мелиоративно-паровых полей может быть существенно повышено за счет включения в технологическую программу этих полей мелиоративного рыхления на глубину 50-80 см. Высокая эффективность этого приема на дренированных почвах с плохой водопроницаемостью в улучшении их водно-воздушного и питательного режимов, усилении интенсивности биологических процессов и повышении продуктивности растений установлена многими исследованиями [7, 3, 14].

В проведенных нами опытах в паровом звене изучалось эксплуатационное полосное рыхление на глубину 50-60 см с шагом рыхления 1,4 м. Свое влияние на урожайность культур севооборота мелиоративное полосное рыхление сохраняло в течение 2-3 лет и более. При прямом действии рыхления урожайность ржи увеличилась на 0,55 т/га или на 16,0%, при проведении рыхления под парозанимающую культуру — однолетние травы, прибавка урожая ржи (в последствии на второй год) в среднем за 14 лет составила 0,42 т/га. Различия в урожайности между 1 и 2 годами действия были незначительными. Расчеты показали, что наиболее эффективным является вариант, когда мелиоративное рыхление в паровом звене севооборота проводится не под озимую рожь, а под парозанимающую культуру. При этом достаточно высокие прибавки от мелиоративного рыхления были получены как на однолетних травах (парозанимающая культура) — 10,8-14,3%, так и на озимой ржи — 10,1-10,9% к контролю. По сумме двух культур продуктивность парового звена севооборота под влиянием мелиоративного рыхления увеличилась на 0,88-0,91 т/га. При проведении мелиоративного рыхления в паровом звене севооборота на 1 руб. затрат, связанных с его проведением, было получено дополнительной продукции на сумму более 4,0 руб.

Таким образом, мелиоративно-паровое поле необходимо рассматривать в качестве важнейшего элемента агроэкологически сбалансированных севооборотов и систем мелиоративного земледелия, организационно-технологической основой комплексного решения проблем воспроизводства плодородия почв в полевых севооборотах на осушаемых землях.

Травяное звено. В основе этого звена многолетние травы. Полевое травосеяние выполняет важные функции, связанные с производством кормов, повышением плодородия и, прежде всего, поддержанием бездефицитного баланса органического вещества в почве [14, 15]. Многолетние травы лучше других культур используют ландшафтные, рельефные и гидрологические условия осушаемых земель. При организации севооборотов с многолетними травами наиболее принципиальными вопросами являются выбор места их подсева в севообороте и покровной культуры, установление оптимальной длительности возделывания и наиболее рационального режима использования пласта многолетних трав. Агротехническая ценность многолетних трав, как предшественника в севообороте для других культур, зависит, прежде всего, от наличия в травостое клевера, уровня продуктивности трав и их возраста. Чем больше клевера в травостое во время распахивания пласта 2 г.п. и выше его урожайность, тем больше растительных остатков и элементов питания, особенно азота, остается в почве после уборки трав и тем выше урожайность культур, размещаемых по пласту или по обороту пласта многолетних трав. Продуктивность клевера в значительной степени зависит от условий первого года жизни. На рост и развитие клевера большое влияние оказывают такие факторы, как интенсивность затенения растений и иссушения почвы, длительность нахождения трав под покровом, полегание покровной культуры и др. Наиболее ценный в агротехническом отношении пласт многолетних трав формируется при их подсева в севообороте под однолетние бобово-злаковые смеси и злаковые смеси на зерносеяж, яровую пшеницу ранних и среднеспелых сортов, а также овес. В опытах в среднем за 4 года и 2 укоса урожайность многолетних трав в 1-й год их использования при подсева под горохо-овсяную смесь составила 47,1 т/га зеленой массы. Затем в порядке снижения урожайности следовали: яровая пшеница — 45,2 т/га, овес — 42,9 т/га, ячмень — 38,9 т/га, озимая рожь — 37,5 т/га и озимая пшеница — 36,0 т/га. Различия по урожайности зеленой массы между крайними вариантами составило 11,0 т/га.

При изучении эффективных вариантов использования пласта многолетних трав 2 г.п. в нашем опыте (1985-1987 гг.) в качестве изучаемых культур были озимая рожь, озимая пшеница, овес, ячмень, яровая пшеница, картофель, лен. В среднем за 3 года урожайности картофеля составила 27,1 т/га, яровых зерновых культур и озимой ржи — 3,48-3,81 т/га, льна (соломки) — 3,38 т/га. Установлено, что при высоком уровне продуктивности многолетних трав их положительное влияние на продуктивность последующих культур сохраняется в течение двух и более лет. Оборот пласта может быть хорошим предшественником для льна-долгунца, яровых зерновых культур, картофеля и других культур. Урожайность озимой ржи по обороту пласта составила 3,05-3,46 т/га, ячменя — 3,60-4,26 т/га, овса — 3,64-4,04 т/га. Высокая урожайность зерновых культур по обороту пласта была получена даже в повторных посевах. Использование многолетних трав 3 г.п. в качестве предшественника зерновых культур приводило к снижению урожайности яровых зерновых культур на 10,3-13,7%, по сравнению с 2-летним пластом, а озимой ржи — на 32,9%.

Таблица 3

Эффективность паровых звеньев с озимой рожью

Звено севооборота	Продуктивность звена		Производственные затраты на 1 т корм. ед., % к контролю
	выход кормовых единиц за 2 года, т/га	% к контролю	
Чистый пар — озимая рожь	6,15	100,0	100,0
Однолетние травы — озимая рожь	9,33	151,7	95,2
Клевер 1 г.п. — озимая рожь	10,8	175,1	53,9

Примечание: урожайность однолетних трав — 22,1 т/га, клевера — 28,2 т/га зеленой массы. Расчет продуктивности клевера и однолетних трав выполнен через сенаж.



Ресурсоемкость 1 т зерна озимой ржи при этом по затратам труда увеличилась на 24,5%, ГСМ — на 23,9%, семян — на 44,5% и минеральных удобрений — на 48,0%. Поэтому многолетние травы в полевых севооборотах рекомендуется использовать не более двух лет.

Сочетание культур в травяных звеньях полевых севооборотов может быть достаточно разнообразным, в том числе с участием повторных посевов ячменя и овса по обороту высокопродуктивного пласта многолетних трав 2 г.п. Лучшими травяными звеньями в полевых севооборотах на осушаемых землях являются звенья с двухлетним и двухукосным использованием многолетних трав, с выращиванием по пласту трав яровых зерновых культур, льна и, с определенными ограничениями, картофеля. При возделывании по пласту многолетних трав 2 г.п. (с двухукосным использованием) яровых зерновых культур (овес, ячмень, яровая пшеница), вместо озимой ржи, продуктивность травяного звена севооборота возрастает на 18,3-27,8%. Наиболее высокая продуктивность осушаемой пашни (8,7 т корм. ед./га) была в звене: многолетние травы 2 г.п. (2 укоса) — картофель (табл. 4).

При трехлетнем использовании пласта многолетних трав преимущество травяного звена с яровыми зерновыми культурами было более значительным.

Таким образом, лучшими травяными звеньями в полевых севооборотах на осушаемых землях являются звенья с двухлетним и двухукосным использованием многолетних трав, с выращиванием по пласту трав яровых зерновых культур, льна и, с определенными ограничениями, картофеля.

При сложившемся в Нечерноземной зоне наборе возделываемых культур, на осушаемых землях наибольшее распространение могут иметь зернотравяные, зернольнотравяные

и травопольные севообороты. В зависимости от степени оглеения и интенсивности дренирования дерново-подзолистых почв, для размещения зернопропашных, плодосменных и зерновых севооборотов наиболее пригодны автоморфные, осушаемые слабооглеенные, а также осушаемые глееватые почвы при применении мелиоративного рыхления. Зернотравяные севообороты по почвам размещаются в следующем порядке убывания их значимости: автоморфные, осушаемые слабооглеенные, осушаемые глееватые с мелиоративным рыхлением и без него, а также осушаемые глеевые при применении рыхления. Под травопольные севообороты рекомендуется отводить глеевые, как на фоне рыхления, так и без него, глееватые, слабооглеенные и неосушаемые глееватые. В меньшей степени для травопольных севооборотов пригодны автоморфные почвы с легким гранулометрическим составом.

Полевые севообороты могут насыщаться зерновыми и зернобобовыми культурами до 70-75%, картофелем — до 40% и более от общей площади севооборота. С появлением новых форм хозяйствования потребность в специализированных коротко ротационных полевых и кормовых севооборотах возросла.

При совершенствовании и корректировке севооборотов необходимо иметь в виду также, что севооборотам принадлежит ведущая роль в регулировании процессов накопления и разрушения органического вещества в почве и сохранении ее плодородия. Характер влияния севооборотов на динамику гумуса определяется их инфраструктурой — соотношением многолетних трав, зерновых и пропашных культур. Из всех возделываемых в полевых севооборотах культур только многолетние травы обеспечивают увеличение содержания в почве гумуса.

Проведенные нами исследования показывают, что на осушенных легкосуглинистых глееватых почвах за счет растительных остатков в плодосменных севооборотах восстанавливается 56,6-76,5% гумуса от объема минерализованного, в зернотравяных — 88,0-112,4%. Запасы гумуса за счет растительных остатков без внесения органических удобрений полностью восстанавливались в зернотравяном 5-польном севообороте при наличии в структуре 40% многолетних трав. В зернотравяных 7- и 8-польных севооборотах для достижения бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить в занятый пару не менее 35-40 т/га органических удобрений 1 раз за ротацию. Большое значение для стабилизации содержания гумуса в почве имеет заплата соломы зерновых культур. Бездефицитный баланс гумуса в 8-польном плодосменном севообороте с двумя полями многолетних трав был получен при ежегодной запашке на 1 га севооборотной площади 2 т соломы.

Выводы

Адаптивно организованное использование осушаемых земель, осуществляемое с учетом их агроэкологического состояния и степени дренирования, является важным фактором адаптивной интенсификации земледелия, повышения его энергетической и экономической эффективности, необходимым условием снижения затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Дифференцированное использование осушаемых земель, по сравнению с бессистемным использованием без учета мелиоративного состояния осушаемых земель, увеличивает накопление дополнительной биологической энергии с урожаем на 17,5-24,6%.

Среди мелиоративно-паровых звеньев лучшим является звено с клевером. Выход кормовых единиц в звене клевер — озимая рожь, суммарно по двум культурам увеличивается, по отношению к варианту с чистым паром, на 75,1%, а к варианту с однолетними травами — на 15,6%.

При двухлетнем и двухукосном использовании многолетних трав лучшими травяными звеньями являются звенья с размещением по пласту трав яровых зерновых культур, льна и, с определенными ограничениями, картофеля. При возделывании по пласту многолетних трав 2 г.п. (с двухукосным использованием) яровых зерновых культур (овес, ячмень, яровая пшеница), вместо озимой ржи, продуктивность травяного звена севооборота возрастает на 18,3-27,8%.

Литература

1. Бутков А.В. Научные основы и принципы построения севооборотов в интенсивном земледелии. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2006. 114 с.
2. Иванов А.И., Гуляков Г.Г., Янко Ю.Г. Актуальные вопросы развития мелиорации в Нечерноземье // Мелиорация и водное хозяйство. 2020. № 3. С. 5-12.
3. Кизяев Б.М., Мамаев З.М., Першина О.Ф. Агро-мелиоративные мероприятия на минеральных переувлажненных землях. М.: ВНИИ, 2013. 140 с.
4. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. СПб.: Квадро, 2020. 275 с.
5. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: ВНИИ, 2012. 512 с.

Продуктивность травяных звеньев в полевых севооборотах
(в расчете на 1 га звена севооборота)

Травяное звено севооборота	Продуктивность, т корм. ед./га			% к контролю
	клеверо- тимофеечной смеси	культур, размещаемых по пласту многолетних трав	звена севооборота	
При 2-летнем использовании многолетних трав в севообороте				
Многолетние травы 2 г.п. (1 укос) — озимая рожь	5,70	4,65	5,18	100,0
Многолетние травы 2 г.п. (1 укос) — озимая пшеница		3,78	4,74	91,5
Многолетние травы 2 г.п. (2 укоса) — ячмень	8,44	4,82	6,62	127,8
Многолетние травы 2 г.п. (2 укоса) — овес		3,81	6,13	118,3
Многолетние травы 2 г.п. (2 укоса) — яровая пшеница		4,18	6,31	121,8
Многолетние травы 2 г.п. (2 укоса) — картофель		8,09	8,26	159,4
При 3-летнем использовании многолетних трав в севообороте				
Многолетние травы 3 г.п. (1 укос) — озимая рожь	4,16	3,20	3,68	100,0
Многолетние травы 3 г.п. (2 укоса) — ячмень	5,85	4,77	5,31	144,3
Многолетние травы 3 г.п. (2 укоса) — овес	5,85	3,70	4,78	129,9

Таблица 4





6. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия // *Плодородие*. 2018. № 2 (101). С. 26-29.
7. Максименко В.П., Волчкова Т.Л., Меньшикова С.А. Глубокое рыхление как способ повышения эффективности ресурсосберегающего земледелия // *Мелиорация и водное хозяйство*. 2018. № 3. С. 38-42.
8. Масютенко Н.П., Кузнецов А.В., Масютенко М.Н., Брескина Г.М. Методологические аспекты формирования экологически сбалансированных агроландшафтов // *Земледелие*. 2016. № 7. С. 6-9.
9. Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Кухарина В.Н., Лукьянов С.А. Влияние предшественников и приемов

- основной обработки на урожайность зернофуражных культур на осушаемых землях // *Аграрная наука Северо-Востока*. 2017. № 6. С. 25-30.
10. Митрофанов Ю.И. Агрофизические основы повышения продуктивности осушаемых почв. Германия: LAP Lambert Academic Publishing, 2017. 196 с.
11. Пегова Н.А. Влияние вида пара и обработки почвы в длительном опыте на показатели плодородия и урожайность озимой ржи // *Аграрная наука Северо-Востока*. 2016. № 5 (54). С. 42-48.
12. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Альтернативные органические удобрения в короткоротационных севооборотах // *Земледелие*. 2011. № 5. С. 15-17.

13. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Пугачева Л.В., Карасева О.В., Пантелеева Т.Н. Роль осушения в земледелии на переувлажняемых почвах // *Земледелие*. 2016. № 6. С. 24-27.
14. Усовершенствованные агрономические приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв: методические рекомендации. Тверь: Тверской печатник, 2012. 25 с.
15. Duru, M., Jouany, C., Theau, J.P., Cruz, P., Granger, S. (2015). A plant-functional-type approach tailored for stakeholders involved in field studies to predict forage services and plant biodiversity provided by grasslands. *Grass and Forage Science*, vol. 70, no. 1, pp. 2-18.

Об авторе:

Митрофанов Юрий Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом мелиоративного земледелия, ORCID: <http://0000-0003-0994-6743>, 2016vniimz-noo@list.ru

IMPROVEMENT OF CROP ROTATIONS ON DRAINED LANDS

Yu.I. Mitrofanov

Federal Research Center "V.V. Dokuchaev Soil Science Institute", Tver region, Russia

The studies were carried out in the Tver region in long-term experiments (2012-2020) at a reclamation object with a complex soil cover structure in fruit-changing crop rotations on lands: normal moisture with automorphic soils, periodically waterlogged with gley and drained with closed drainage with gley, gleyic and slightly gley soils. The experimental schemes provided for the study of the effectiveness of the adaptive organization of the territory, steam and grass links of crop rotations. The adaptively organized use of drained lands, carried out taking into account their agro-ecological state and the degree of drainage, is an important factor in the adaptive intensification of agriculture, increasing its energy and economic efficiency, and a necessary condition for reducing the cost of agricultural production. The weighted average yield of barley over 9 years on a plot with favorable agro-ecological conditions was higher compared to insufficiently drained plots by 0.75 t/ha, potatoes — by 5.4 t/ha, and in wet years, respectively, by 0.92 and 10.7 t/ha. Differentiated use of drained lands in comparison with unsystematic use without taking into account the reclamation state of drained lands, increased the accumulation of additional biological energy with the harvest by 17.5-24.6%. Of the reclamation steam links in the crop rotation, the link with clover is the best. The yield of fodder units in this link in total for two crops was higher in relation to the option with pure fallow by 75.1%, and to the option with annual grasses — by 15.6%. The best herbal links are links with a two-year and two-cut use of perennial grasses, with the cultivation of spring crops, flax and, with certain restrictions, potatoes along the layer of grasses. When growing on a layer of perennial grasses for 2 years of use (with two-mowing use) of spring grain crops (oats, barley, spring wheat), instead of winter rye, the productivity of the grass crop rotation increases by 18.3-27.8%.

Keywords: crop rotation, soil cover, structure, fallow, perennial grasses, fallow link, herb link, productivity.

References

1. Butov, A.V. (2006). *Nauchnye osnovy i printsipy postroyeniya sevooborotov v intensivnom zemledelii* [Scientific foundations and principles of constructing crop rotations in intensive farming]. Yelets, Yelets State University named after I.A. Bunin, 114 p.
2. Ivanov, A.I., Gulyuk, G.G., Yanko, Yu.G. (2020). Aktual'nye voprosy razvitiya melioratsii v Nечernozem'e [Topical issues of land reclamation development in the Non-Black Earth Region]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo* [Melioration and water management], no. 3, pp. 5-12.
3. Kizyaev, B.M., Mamaev, Z.M., Pershina, O.F. (2013). *Agromeliorativnye meropriyatiya na mineral'nykh pereuvlazhennnykh zemlyakh* [Agro-reclamation measures on mineral waterlogged lands]. Moscow, VNIIA, 140 p.
4. Kiryushin, V.I. (2020). *Kontseptsiya razvitiya zemledeliya v Nечernozem'e* [Concept of development of agriculture in the Non-Black Earth Region]. Saint-Petersburg, Kvadro Publ., 275 p.
5. Loshakov, V.G. (2012). *Sevooborot i plodorodie pochvy* [Crop rotation and soil fertility]. Moscow, VNIIA, 512 p.
6. Loshakov, V.G. (2018). Zelenoe udobrenie kak faktor povysheniya plodorodiya pochvy, biologizatsii i ehkologizatsii zemledeliya [Green fertilization as a factor in increasing soil fertility, biologization and greening of agriculture]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2 (101), pp. 26-29.

7. Maksimenko, V.P., Volchkova, T.L., Men'shikova, S.A. (2018). Glubokoe rykhlenie kak sposob povysheniya ehkektivnosti resursosberegayushchego zemledeliya [Deep loosening as a way to improve the efficiency of resource-saving agriculture]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo* [Melioration and water management], no. 3, pp. 38-42.
8. Masyutenko, N.P., Kuznetsov, A.V., Masyutenko, M.N., Breskina, G.M. (2016). Metodologicheskie aspekty formirovaniya ehkologicheskii sbalansirovannykh agrolandshtafotv [Methodological aspects of the formation of ecologically balanced agricultural landscapes]. *Zemledelie*, no. 7, pp. 6-9.
9. Mitrofanov, Yu.I., Gulyaev, M.V., Kukharina, V.N., Luk'yanov, S.A. (2017). Vliyaniye predshestvennikov i priemov osnovnoi obrabotki na urozhainost' zernofurazhnykh kul'tur na osushaemykh zemlyakh [Influence of predecessors and methods of basic processing on the yield of grain fodder crops on drained lands]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 6, pp. 25-30.
10. Mitrofanov, Yu.I. (2017). *Agrofizicheskie osnovy povysheniya produktivnosti osushaemykh pochv* [Agrophysical foundations for increasing the productivity of drained soils]. Germany, LAP Lambert Academic Publishing, 196 p.
11. Pegova, N.A. (2016). Vliyaniye vida para i obrabotki pochvy v dlitel'nom opyte na pokazateli plodorodiya i uro-

- zhainost' ozimoi rzi [Influence of the type of steam and soil cultivation in a long-term experiment on the fertility and yield of winter rye]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 5 (54), pp. 42-48.
12. Tiranova, L.V., Tiranov, A.B. (2011). Al'ternativnye organicheskie udobreniya v korotkorotatsionnykh sevooborotakh [Alternative organic fertilizers in short-rotation crop rotations]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 15-17.
13. Mitrofanov, Yu.I., Antsiferova, O.N., Pugacheva, L.V., Karaseva, O.V., Panteleeva, T.N. (2016). Rol' osusheniya v zemledelii na pereuvlazhnyayemykh pochvakh [The role of drainage in agriculture on waterlogged soils]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 24-27.
14. Usovershenstvovannyye agromeliorativnyye priemy obrabotki pochvy, obespechivayushchie regulirovaniye vodno-vozdushnogo rezhima osushaemykh pochv: metodicheskie rekomendatsii (2012). [Improved agromeliorative methods of soil cultivation, ensuring the regulation of the water-air regime of drained soils: methodological recommendations]. Tver, Tverskoi pechatnik Publ., 25 p.
15. Duru, M., Jouany, C., Theau, J.P., Cruz, P., Granger, S. (2015). A plant-functional-type approach tailored for stakeholders involved in field studies to predict forage services and plant biodiversity provided by grasslands. *Grass and Forage Science*, vol. 70, no. 1, pp. 2-18.

About the author:

Yuri I. Mitrofanov, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the department of land reclamation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0994-6743>, 2016vniimz-noo@list.ru



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ

Визирская М.М.¹, Аканова Н.И.¹, Федотова Л.С.²

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва, Россия

²ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», Московская область, Россия

В статье приведены результаты исследования, направленного на разработку эффективной системы минерального питания картофеля. В качестве азотной подкормки тестировались: удобрение азотно-известняковое (УАИ), карбамид УТЕС (с ингибитором уреазы пВРТ), за стандарт была взята аммиачная селитра. В качестве комплексного питания были использованы гранулированные NPK-удобрения марок 10-26-26 и 14-14-23. В качестве листовой подкормки были применены водорастворимые NPK-удобрения марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18. Предложенная система минерального питания с применением указанных выше продуктов способствует получению высоких урожаев клубней (40-50 т/га), при этом повышается качество продукции, обеспечивается соблюдение принципов экологической безопасности окружающей среды и повышаются экономические показатели. Урожайность картофеля сорта Удача на фоне NPK 10-26-26 составила 41,3 т/га и при NPK 14-14-26 — 40,3 т/га, то есть была практически на одном уровне, урожайность среднеспелого сорта Фаворит при использовании NPK 10-26-26 на 5,2 т/га или 13,4% ниже, чем на фоне нитроаммофоски NPK 14-14-23 — 43,9 т/га. Прибавка урожая клубней от карбамида УТЕС на двух фонах минерального питания была высокой и составила у раннего сорта Удача от 3,0 до 4,4 т/га (от 7,3 до 10,9%), у среднеспелого сорта Фаворит значительно больше — от 6,5 до 7,7 т/га (от 14,8 до 19,9%). Высокая прибавка получена от подкормки УАИ — 8,8 т/га (21,3%) у сорта Удача и 6,8 т/га (17,6%) у сорта Фаворит. Применение аммиачной селитры на раннем сорте Удача дало отрицательный результат — минус 3,8 т/га (-9,3%), однако на среднеспелом Фаворите получена прибавка урожая клубней 6,5 т/га (16,8%). Четырехкратное применение NPK-удобрений линейки Aqualis (ВРУ) во время вегетации обеспечило получение прибавки урожая: на сорте Удача — 5,0 т/га (12,4%), на сорте Фаворит — 6,3 т/га (14,3%) к минеральному фону.

Ключевые слова: картофель, урожайность, качество клубней, минеральные удобрения, азот, подкормки.

Введение

Картофель является одной из важнейших продовольственных культур в мире. Россия по производству картофеля занимает второе место по площади, третье — по валовому сбору и, к сожалению, одно из последних мест — по урожайности (ФАО, 2012). Одной из основных причин низкой продуктивности является несбалансированное минеральное питание картофеля. Главным высокоэффективным фактором повышения урожайности картофеля являются азотные удобрения, которые при поверхностном, локальном и некорневом способах их внесения проявляют дифференцированное влияние на урожайность [10, 12].

При рациональном, научно обоснованном подходе к выращиванию картофеля необходимо сделать ставку на получение максимально возможной урожайности с единицы площади в рамках экономически оправданных затрат. Поэтому важно целесообразно и дифференцированно подходить к определению оптимальных доз и форм азотных удобрений.

Следует отметить недостаточную изученность сортовой специфики картофеля по отношению к различным формам и дозам азотных удобрений для более рационального их использования, что вызвало необходимость данных исследований [8, 9].

Методика проведения опытов

В условиях полевого опыта на экспериментальном опытном полигоне «Коренево» ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха» Люберецкого района Московской области (пос. Коренево) в 2019-2020 гг. была исследована эффективность Удобрения азотно-известнякового (УАИ),

минеральных гранулированных NPK-удобрений марок 10-26-26 и 14-14-23 и водорастворимых NPK-удобрений линейки Aqualis марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18 при возделывании картофеля. Удобрение азотно-известняковое (УАИ) содержит 27% азота, 6% CaO и 4% MgO. Объектами исследований были сорта картофеля — Жуковский ранний, Удача (ранний) и Фаворит (среднеспелый).

Посадку картофеля всех сортов проводили клоновой сажалкой СН-45К в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75 х 30 см, густота стояния растений — 44000 шт./га.

Метеорологические условия вегетационных периодов в исследуемых годах в целом были хорошими для роста, развития и продуктивности картофеля. Средняя температура воздуха за вегетационный период составила в 2019 г. — 16,9°C, в 2020 г. — 17,1°C при норме 16,7°C. Сумма эффективных температур (выше 10°C) составила в 2019 г. — 2126,18°C, в 2020 г. — 1980,04°C. ГТК₂₀₁₉ составил 2,15, ГТК₂₀₂₀ — 2,35. Среднемесячное значение ГТК составляет 1,29.

Почва опытного поля дерново-подзолистая супесчаная с агрохимическими показателями пахотного горизонта перед закладкой опыта, представленными в таблице 1.

Почва участка характеризовалась слабокислой реакцией среды ($pH_{KCl} = 4,9$); низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ($S = 3,1$ мг-экв/100 г почвы; $V = 49,2\%$); высоким содержанием подвижного фосфора (268 мг/кг почвы) и средним содержанием обменного калия (130 мг/кг почвы); относительно низкой гумусированностью (1,9%).

Полевые деляночные исследования осуществляли в полном соответствии со стандартными методами, изложенными в изданиях: «Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле». М., 2019; «Методика физиолого-биохимических исследований по культуре картофеля». М., 1989; «Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету». М., 1995.

Учет и структуру урожая клубней картофеля проводили с каждой делянки, взвешивая фракции отдельно: мелкая (нестандартная) фракция — клубни по поперечному диаметру меньше 30 мм; средняя (семенная) фракция — клубни по поперечному диаметру от 30 до 60 мм; крупная (продовольственная) фракция — клубни по поперечному диаметру более 60 мм.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

pH_{KCl}	Hг	S	Сумма N-NO ₃ и N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	V	Гумус
	мг-экв/100 г почвы		мг/кг почвы	мг/кг почвы (по Кирсанову)		%	
4,4-4,9	3,1-3,3	2,4-3,1	35,3	268-297	130-135	43-49	1,7-1,9

**Схема опыта 2019 г.:**

1. ФОН $N_{40}P_{104}K_{104}$: 10-26-26 — 400 кг — перед посадкой + подкормка N_{100} : 300 кг — аммиачная селитра (дробно)
2. ФОН $N_{56}P_{56}K_{92}$: 14-14-23 — 400 кг перед посадкой + подкормка N_{100} : 300 кг — аммиачная селитра (дробно)
3. ФОН $N_{56}P_{56}K_{92}$: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой + подкормка N_{100} : 220 кг — Карбамид УТЕС (однократно)
4. ФОН $N_{56}P_{56}K_{92}$: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой + подкормка N_{80} : 300 кг — УАИ (дробно)
5. ФОН $N_{56}P_{56}K_{92}$: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой + подкормка N_{100} : 370 кг — УАИ (дробно)
6. ФОН $N_{56}P_{56}K_{92}$: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой + подкормка N_{100} : 300 кг — аммиачная селитра (дробно) + листовые подкормки совместно с СЗР:
 1. по всходам 5-15 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га
 2. по ботве 15-30 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га
 3. в фазе бутонизации — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га
 4. за 3-4 недели до уборки — ВРУ 3-11-38 — 3 кг/га

Схема опыта 2020 г.:

1. ФОН $[N_{40}P_{104}K_{104}]$: 10-26-26 — 400 кг — перед посадкой + подкормка N_{100} : 300 кг — аммиачная селитра
2. ФОН + подкормка N_{100} : 220 кг — Карбамид УТЕС (однократно)
3. ФОН + подкормка N_{100} : 370 кг — УАИ;
4. ФОН $[N_{56}P_{56}K_{92}]$: 14-14-23 — 400 кг — перед посадкой или в гребни + подкормка N_{100} : 220 кг
5. ФОН + Карбамид УТЕС (однократно) + листовые подкормки:
 1. по всходам 5-15 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га
 2. по ботве 15-30 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га
 3. в фазе бутонизации — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га
 4. за 3-4 недели до уборки — ВРУ 3-11-38 — 3 кг/га

Обработка всего опытного участка осуществлялась системным гербицидом избирательного действия Хантер (КЭ), норма расхода препарата — 2-4 л/га, расход рабочего раствора — 200-300 л/га. Внесение удобрений на всех опытных делянках проводили поделочно, вручную, согласно схеме, с последующей заделкой удобрений в почву культиватором КОН-2,8. Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: рыхление междурядий и окучивание картофеля (по технологической карте). Уборку картофеля проводили вручную с каждой делянки с отбором образцов на определение биохимических показателей. Экономическая эффективность рассчитывалась согласно [14], основные технологические затраты были одинаковы для всех вариантов опыта.

Обсуждение результатов

Внесение различных форм, доз и способов внесения удобрений повлияло на биометрические показатели растений (табл. 2).

Комплексным показателем, отражающим эффективность изучаемых агрохимикатов, является продуктивность картофеля (табл. 3). В отношении сорта Жуковский ранний продуктивность картофеля колебалась от 45,7 т/га в контрольном варианте с применением нитроаммофоски NPK 10-26-26 в сочетании с подкормкой

аммиачной селитрой до 66,3 т/га в варианте с применением нитроаммофоски NPK 14-14-23 в сочетании с подкормкой аммиачной селитрой и 4-кратным опрыскиванием в течение сезона водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis.

Замена во 2-м варианте формы нитроаммофоски NPK 10-26-26 на нитроаммофоску NPK 14-14-23 позволила получить прибавку урожая 4,8 т/га (10,5%).

Применение карбамида УТЕС в 3-м варианте в качестве подкормки обеспечило дальнейший рост урожайности на 5,8 т/га, или на 11,5%, по сравнению со 2-м вариантом, где применяли аммиачную селитру в той же дозе. Применение карбамида УТЕС сформировало урожай с максимальной товарностью 98,2% и массой продовольственного (224 г) и семенного (85 г) клубней.

В вариантах с внесением удобрения УАИ в двух дозах N_{80} и N_{100} (4-й и 5-й варианты) в качестве подкормки получена урожайность 53,2 и 59,5 т/га соответственно, прибавка урожая в которых составила 7,5 т/га (16,4%) и

13,8 т/га (30,2%) к 1-му варианту, или 2,7 т/га (5,3%) и 9,0 т/га (17,8%) в сравнении со 2-м вариантом. В 6-м варианте с применением нитроаммофоски NPK 14-14-23 и аммиачной селитры в сочетании с 4-кратным опрыскиванием в течение сезона водорастворимыми комплексными удобрениями линейки Aqualis сформировалась максимальная урожайность 66,3 т/га, что составило 20,6 т/га или 45,1% прибавки к контролю.

Влияние различных форм, доз и способов внесения удобрений на формирование структуры урожая клубней по массе представлено в таблице 4.

Доля клубней крупной фракции (>60 мм) в 3-м варианте с применением карбамида УТЕС и 6-м варианте с ВРУ была выше на 40,7 и 38,0% соответственно, в остальных вариантах на уровне или ниже, чем в контроле. Доля клубней средней фракции (30-60 мм) в 3-м варианте с карбамидом УТЕС и 6-м варианте с ВРУ была ниже на 57,7 и 59,4% соответственно, в остальных вариантах на уровне или выше контроля.

Также в 3-м варианте с подкормкой карбамидом УТЕС и 6-м варианте с 4-кратным

Таблица 2

Биометрические показатели развития растений картофеля в зависимости от применения различных форм и доз удобрений (в среднем за 2 года)

№ п/п	Варианты опыта	Стебли, шт./куст	Высота, см	Количество клубней, шт./куст
1	$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра)	3,2	35,5	13,4
2	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра)	3,5	36,5	15,7
3	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (карбамид УТЕС)	3,7	41,9	13,2
4	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	3,5	40,5	16,6
5	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	3,7	45,0	17,7
6	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно	3,9	45,3	18,3

Таблица 3

Урожайность картофеля сорта Жуковский ранний в зависимости от различных форм, доз удобрений и способов их применения (в среднем за 2 года)

№ п/п	Варианты опыта	Валовой урожай, т/га	Прибавка урожая		Товарность, %
			т/га	%	
1	$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра)	45,7	-	-	97,3
2	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра)	50,5	4,8	10,5	96,6
3	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (карбамид УТЕС)	56,3	10,6	23,2	98,4
4	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	53,2	7,5	16,4	96,3
5	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	59,5	13,8	30,2	96,4
6	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно	66,3	20,6	45,1	97,4
	НСР ₀₅		1,9		1,7

Таблица 4

Влияние различных форм и доз удобрений на структуру урожая картофеля сорта Жуковский ранний (в среднем за 2 года)

№ п/п	Масса клубней с 10 кустов, кг				Фракционный состав по массе, %			
	всего	>60 мм	30-60 мм	<30 мм	всего	>60 мм	30-60 мм	<30 мм
1	10,383	3,580	6,517	0,286	100	34,5	62,8	2,7
2	11,483	3,317	7,780	0,386	100	28,9	67,7	3,4
3	12,800	5,217	7,380	0,203	100	40,7	57,7	1,6
4	12,107	3,830	7,840	0,437	100	31,6	64,7	3,7
5	13,530	4,570	8,467	0,493	100	33,8	62,6	3,6
6	15,077	5,730	8,960	0,387	100	38,0	59,4	2,6



опрыскиванием ВРУ сформировалась наиболее оптимальная структура урожая для продовольственных целей: доля крупной фракции составила 38-40,7%, средней фракции — 57,7-59,4%, мелкой фракции — 1,6-2,6%. Для выращивания картофеля на семенные цели наиболее приемлема система питания 2-го варианта $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра): доля крупной фракции составила 28,9%, средней фракции — 67,7%, мелкой фракции — 3,4%.

Под действием различных форм, доз и способов внесения удобрений увеличивалось общее количество клубней в расчете на 1 куст, в том числе и по фракциям (табл. 5).

В контрольном варианте общее количество клубней на 1 куст составило 13,4 шт., со 2-го по 6-й варианты, с заменой нитроаммофоски (NPK 10-26-26 → NPK 14-14-23) и применением различных форм азотных удобрений и некорневого опрыскивания ВРУ линейки Aqualis, их количество возросло до 13,2-18,3 шт./куст. Использование нитроаммофоски NPK 14-14-23 вместо NPK 10-26-26 во 2-м варианте обеспечило увеличение количества клубней до 15,7 шт., что на 2,3 шт. больше, чем на контрольном варианте.

В вариантах с внесением УАИ в дозах N_{80} и N_{100} (4-й и 5-й варианты) и $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно] сформировалось максимальное количество клубней — 16,6-18,3 шт./куст, при этом наиболее существенно росло количество клубней средней фракции — до 11,3-12,5 шт./куст, с оптимальной массой клубня 71-73 г.

Влияние удобрений на качество клубней картофеля в значительной степени определяется погодными условиями вегетационного периода, биологическими особенностями сорта, механическим составом почвы, дозами внесения и формой удобрений, технологией возделывания и другими факторами [8-11].

Применение NPK 14-14-23 во 2-м варианте способствовало повышению урожайности на 10,5%, при этом содержание сухого вещества/крахмала и витамина С в товарных клубнях также повышалось (табл. 6).

Снижение содержания фитонутриентов в клубнях за счет ростового разбавления наблюдалось в варианте с подкормкой карбамидом УТЕС, который обеспечивал значительное увеличение массы продовольственных клубней — до 224 г. В остальных вариантах содержание фитонутриентов находилось ниже контроля.

Содержание витамина С в продукции достоверно повышалось в вариантах: $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}]$ (УАИ) и $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно, в остальных вариантах оно было на уровне контроля.

Отметим, что уровень нитратов в клубнях в целом по опыту был невысоким — 125-152 мг/кг, что свидетельствует о сбалансированном питании.

Анализ выхода питательно ценных компонентов представлен в таблице 7.

Максимальные значения сбора сухого вещества, крахмала и витамина С получены в вариантах с применением УАИ в дозах N_{80} и N_{100} (4-й и 5-й варианты) и $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно: 93-119 ц/га сухого вещества, 60-82 ц/га крахмала и 10-14 кг/га витамина С, что выше контроля на 26-60, 22-67 и 22-75% соответственно.

Полученные результаты по сбору питательных веществ в варианте $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно] являются

Количество и масса клубней в расчете на 1 куст
(в среднем за 2 года)

№ п/п	Количество клубней, шт./куст				Средняя масса клубня >60 мм, г	Средняя масса клубня 30-60 мм, г
	всего	>60 мм	30-60 мм	<30 мм		
1	13,4	1,9	9,6	1,9	68	187
2	15,7	2,2	10,8	2,7	72	155
3	13,2	2,3	8,7	2,2	85	224
4	16,6	2,2	11,3	3,1	71	171
5	17,7	2,2	11,9	3,6	73	200
6	18,3	2,8	12,5	3,0	73	206

Таблица 6

Биохимические показатели качества клубней картофеля
сорта Жуковский ранний (в среднем за 2 года)

№ п/п	Варианты опыта	Содержание			
		сухого вещества, %	крахмала %	витамина С, мг%	нитратов, мг/кг клубней
1	$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра)	16,7	11,0	18,1	140
2	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра)	17,2	11,5	18,5	152
3	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (карбамид УТЕС)	15,0	9,3	18,2	125
4	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	18,7	12,9	19,7	135
5	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	16,2	10,4	17,8	148
6	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно	18,4	12,7	21,7	152
	НСР ₀₅	1,2	0,9	1,5	19

Таблица 7

Выход питательно ценных компонентов картофеля
сорта Жуковский ранний с 1 га (в среднем за 2 года)

№ п/п	Варианты опыта	Урожай клубней >30 мм, т/га	Выход		
			сухого вещества	крахмала	витамина С, кг/га
			ц/га		
1	$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (ам. селитра)	44,5	74,3	48,9	8,0
2	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра)	48,8	83,9	56,1	9,0
3	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (карбамид УТЕС)	55,4	83,1	51,5	10,1
4	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	51,2	95,7	66,0	10,1
5	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	57,3	92,8	59,6	10,2
6	$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно	64,6	118,9	82,0	14,0

рекордными, что позволяет рекомендовать использование данной системы минерального питания в практике картофелеперерабатывающих предприятий.

Расчет экономической эффективности показал, что применение всех указанных систем удобрения являлось экономически выгодным агроприемом (табл. 8).

Экономические показатели производства картофеля (сорт Жуковский ранний) от действия NPK 14-14-23 в сочетании с подкормками различными формами азота: аммиачная селитра, карбамид УТЕС, УАИ в двух дозах и 4-кратным некорневым опрыскиванием водорастворимыми комплексными удобрениями Aqualis, были существенно выше, чем в варианте с NPK 10-26-26 в сочетании с подкормкой аммиачной селитрой.

Условный доход в вариантах от дополнительной продукции колебался от 44,5 до

266,1 тыс. руб./га, себестоимость продукции снизилась до 2,62-3,15 руб./кг, окупаемость повысилась с 2,23 до 7,52 руб./руб. затрат, при росте рентабельности производства с 340 до 473% в варианте с комплексным минеральным питанием $[N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}]$ (ам. селитра) + опрыскивание ВРУ 4-кратно).

Внесение указанных удобрений в почву весной, согласно схеме опыта, способствовало повышению продуктивности картофеля и улучшению агрохимических свойств почвы (табл. 9).

Уровень кислотности почвы ($pH_{ксл}$) наиболее заметно снижался в 4-м и 5-м вариантах с применением УАИ — до 4,71-4,87, или на 0,31-0,47 ед. pH по сравнению с 1-м вариантом. В этих же вариантах отмечено наиболее существенное увеличение обменного кальция — до 634-640 мг/кг или на 210-216 мг/кг, а также обменного магния — до 155-158 мг/кг или на 19-22 мг/кг





относительно 1-го варианта. Содержание подвижного фосфора в вариантах (со 2-го по 6-й) с внесением нитроаммофоски с соотношением 14-14-23 было в интервале от 213 до 256 мг/кг, что на 34-77 мг ниже, чем в варианте с применением аммофоски NPK 10-26-26 — 1-й вариант. Существенного изменения в содержании гумуса почвы за один вегетационный сезон по

вариантам опыта от применения испытываемых удобрений не установлено.

Таким образом, установлено, что Удобрение азотно-известняковое (УАИ), водорастворимые NPK-удобрения линейки Aqualis марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18 и гранулированные NPK-удобрения марок 10-26-26 и 14-14-23 оказали существенное влияние на повышение

урожайности картофеля, качество клубней, структуру урожая и выход питательно ценных компонентов с единицы площади.

В Нечерноземной зоне азот в минеральном питании находится в первом минимуме, поэтому важно разработать оптимальные регламенты применения азотных удобрений. Сравнительная отзывчивость различных сортов картофеля на предлагаемую систему удобрений представлена в таблице 10.

В схеме опыта в 2020 г. применяли 3 формы азотных удобрений в эквивалентных дозах (100 кг/га по д.в.): селитру аммиачную (34% азота), карбамид УТЕС (42% азота) и удобрение азотно-известняковое (УАИ) (27% азота). Азотные удобрения вносили в качестве подкормки в фазе начало бутонизации на двух фонах минерального питания: на фоне NPK 10-26-26 — наиболее распространенная форма, применяемая повсеместно, и на фоне NPK 14-14-23.

Установлено, что урожайность сорта Удача на фоне NPK 10-26-26 (41,3 т/га) и NPK 14-14-23 (40,3 т/га) была на одном уровне, в то время как урожайность сорта Фаворит на фоне NPK 10-26-26 была на 5,2 т/га или 13,4% ниже, чем на фоне нитроаммофоски NPK 14-14-23 — 43,9 т/га. Повидимому, среднеспелые и позднеспелые сорта картофеля более чутко реагируют на изменения, происходящие в пахотном слое почвы, так как они более зависимы от почвенно-климатических условий, в отличие от ранних и ультраранних сортов.

Прибавка урожая от карбамида с ингибитором уреазы УТЕС, на испытываемых сортах картофеля и двух фонах минерального питания, была высокой и составила на раннем сорте Удача от 3,0 до 4,4 т/га (от 7,3 до 10,9%), а на среднеспелом сорте Фаворит значительно больше — от 6,5 до 7,7 т/га (от 14,8 до 19,9%). В этом состоит основной эффект пролонгированного азота, который наиболее эффективно проявляется на среднеспелых сортах картофеля в силу биологических особенностей их роста и развития. Высокая прибавка получена также от подкормки УАИ — 8,8 т/га (21,3%) на сорте Удача и 6,8 т/га (17,6%) на сорте Фаворит.

От подкормки аммиачной селитрой на раннем сорте Удача получен отрицательный результат — минус 3,8 т/га (-9,3%), на среднеспелом Фаворите прибавка урожая составила 6,5 т/га (16,8%), по нашему мнению, подкормка селитрой способствовала мощному развитию ботвы на сорте Удача в ущерб урожаю клубней.

Применение водорастворимых NPK-удобрений Aqualis марок 13:40:13, 3:11:38 и 18:18:18 (ВРУ) внесли существенный вклад в повышение продуктивности и качества культуры (7-й и 8-й варианты). Получены прибавки урожая клубней от 4-кратного применения NPK-удобрений Aqualis (ВРУ), которые составили: на сорте Удача — 5,0 т/га (12,4%), на сорте Фаворит — 6,3 т/га (14,3%).

Выявлено, что содержание сухого вещества/крахмала и витамина С у сортов Удача и Фаворит на фоне NPK 14-14-23 было выше, чем на фоне NPK 10-26-26 (табл. 11).

Форма азотного удобрения оказала существенное влияние не только на урожай клубней картофеля, но и на их качество. В результате от подкормок карбамидом УТЕС, аммиачной селитрой и УАИ на разных сортах картофеля и двух фонах минерального питания наблюдалась тенденция снижения фитонутриентов, исключение составил сорт Удача, где отмечено

Таблица 8

Экономические показатели производства продовольственного картофеля сорта Жуковский ранний (в среднем за 2 года)

Варианты опыта	Дополни- тельные затраты	Условно чи- стый доход от допол- нительной продукции	Окупаемость затрат дополни- тельной продукцией	Себестои- мость, руб./кг	Рентабель- ность, %
$N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$	-	-	-	3,41	340
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$	19970	44530	2,23	3,15	376
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$	27370	136130	4,97	2,91	416
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{80}$ (УАИ)	21658	78842	3,64	3,04	394
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100}$ (УАИ)	28280	163720	5,79	2,83	430
$N_{56}P_{56}K_{92} + N_{100} +$ опрыскивание ВРУ 4-кратно	35390	266110	7,52	2,62	473

Таблица 9

Агрохимические показатели почвы при использовании удобрений (в среднем за 2 года)

Варианты опыта	Гумус, %	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
			мг/кг почвы			
Перед уборкой (18.08.2020)						
1. Контроль: N ₄₀ P ₁₀₄ K ₁₀₄ +N ₁₀₀ (ам. селитра)	1,82	4,40	290	135	424	136
2. NPK 14-14-23 + N ₁₀₀ (ам. селитра)	1,85	4,56	251	141	422	140
3. NPK 14-14-23 + N ₁₀₀ (карбамид УТЕС)	2,05	4,57	256	153	488	137
4 УАИ (N=80 кг/га)	1,98	4,71	244	143	634	158
5. УАИ (N=100 кг/га)	2,09	4,87	239	156	640	155
6. Технология с ВРУ NPK	1,97	4,40	213	148	422	145
HCP ₀₅	F _α <F ₀₅	0,19	35	18	53	19

Таблица 10

Урожайность различных сортов картофеля (2020 г.)

Сорт картофеля	Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка	
			т/га	%
Удача	$N_{56}P_{56}K_{92}$ (14-14-23) — фон	40,3	-	-
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	44,7	4,4	10,9
	Фон + опрыскивание ВРУ Aqualis	45,3	5,0	12,4
Фаворит	$N_{56}P_{56}K_{92}$ (14-14-23) — фон	43,9	-	-
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	50,4	6,5	14,8
	Фон + опрыскивание ВРУ Aqualis	50,2	6,3	14,3
Удача	$N_{40}P_{104}K_{104}$ (10-26-26) — фон	41,3	-	-
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	44,3	3,0	7,3
	Фон + N_{100} селитра аммиачная	37,5	-3,8	-
	Фон + N_{100} УАИ	50,1	8,8	21,3
Фаворит	$N_{40}P_{104}K_{104}$ (10-26-26) — фон	38,7	-	-
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	46,4	7,7	19,9
	Фон + N_{100} селитра аммиачная	45,2	6,5	16,8
	Фон + N_{100} УАИ	45,5	6,8	17,6
HCP ₀₅		2,1		



повышение качества клубней в вариантах с азотными подкормками.

От 4-кратного применения НРК-удобрений Aqualis (ВРУ) наблюдалось повышение содержания витамина С в клубнях: на сорте Удача — на 4,2 мг%, на сорте Фаворит — на 1,7 мг% к минеральному фону [$N_{56}P_{56}K_{92}$ (14-14-23)].

Концентрация нитратов в клубнях от 40 до 162 мг/кг обоих сортов картофеля находилась ниже допустимого значения ПДК (250 мг/кг), самые высокие значения отмечены в вариантах с подкормкой карбамидом УТЕС — 124-162 мг/кг > подкормкой селитрой — 90-153 мг/кг > подкормкой УАИ — 86-96 мг/кг. Эти

данные по концентрации нитратов косвенно свидетельствуют о пролонгированности действия карбамида УТЕС на растения картофеля, при применении которого в системе питания картофеля следует сдвинуть сроки уборки на более позднее время.

Экономические показатели производства картофеля зависели от биологических особенностей сорта. При выращивании сорта Удача на фоне НРК 10-26-26 экономическая выгода получена от подкормки двумя формами азота: карбамид УТЕС и УАИ. Применение в качестве подкормки аммиачной селитры было экономически не выгодно. На фоне НРК 14-14-23 экономиче-

ские показатели повышались как при подкормке карбамидом УТЕС, так и при 4-кратном некорневом опрыскивании удобрениями Aqualis: снижалась себестоимость продукции, а окупаемость затрат и рентабельность повышались.

Наилучшие экономические показатели по сорту Удача получены в вариантах ($N_{56}P_{56}K_{92}$ + опрыскивание ВРУ Aqualis) и ($N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} УАИ): условный доход — 58,5 и 105,6 тыс. руб./га, себестоимость продукции — 3,32 и 3,20 руб./кг, окупаемость затрат — 3,55 и 4,00, рентабельность производства — 352 и 369% соответственно (табл. 12).

При выращивании сорта Фаворит экономическая выгода получена от подкормки аммиачной селитрой, карбамидом УТЕС и УАИ. Экономические показатели на фоне карбамида УТЕС при выращивании сорта Фаворит, как при внесении НРК 14-14-23, так и НРК 10-26-26, составили: доход — 44,5-89,3 тыс. руб./га, себестоимость — 3,08-3,45 руб./кг, рентабельность — 335-386%, окупаемость — 2,07 и 3,41, что выше, чем аналогичные значения, полученные на раннем сорте Удача: доход — 23,0-44,5 тыс. руб./га, себестоимость — 3,47-3,52 руб./кг, рентабельность — 332 и 327%, окупаемость — 2,07 и 1,05.

При равном условном доходе от дополнительной продукции — 58,5 тыс. руб./га, полученном от 4-кратного некорневого опрыскивания удобрениями Aqualis двух сортов, себестоимость продукции снижалась с 3,32 руб./кг на сорте Удача до 2,99 руб./кг на сорте Фаворит, а рентабельность повышалась с 352% на сорте Удача до 400% при выращивании среднеспелого сорта Фаворит.

По сорту Фаворит лучшие экономические показатели получены в вариантах ($N_{56}P_{56}K_{92}$ + опрыскивание ВРУ Aqualis) и ($N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} карбамид УТЕС): условный доход — 58,5 и 89,3 тыс. руб./га, себестоимость продукции — 2,99 и 3,45 руб./кг, окупаемость затрат — 3,55 и 3,41, рентабельность — 400 и 335% соответственно.

Заключение

Таким образом, применение карбамида УТЕС и УАИ, некорневые подкормки водорастворимыми НРК-удобрениями Aqualis (ВРУ), а также внесение перед посадкой гранулированной нитроаммофоски НРК 14-14-23, способствуют получению высоких урожаев культуры (40-50 т/га), повышению качества продукции, сохранению экологической безопасности окружающей среды и экономии затрат.

Урожайность картофеля сорта Удача на фоне НРК 10-26-26 и НРК 14-14-23 была на одном уровне, в то время как у среднеспелого сорта Фаворит на фоне НРК 10-26-26 она была на 5,2 т/га или 13,4% ниже, чем при использовании НРК 14-14-23. Прибавка урожайности от карбамида УТЕС на двух фонах минерального питания была высокой и составила на раннем сорте Удача от 3,0 до 4,4 т/га (от 7,3 до 10,9%), а на среднеспелом сорте Фаворит — от 6,5 до 7,7 т/га (от 14,8 до 19,9%).

От подкормки УАИ получена прибавка урожая 8,8 т/га (21,3%) на сорте Удача и 6,8 т/га (17,6%) на сорте Фаворит. При подкормке аммиачной селитрой на раннем сорте Удача получен отрицательный результат — минус 3,8 т/га (-9,3%), а на среднеспелом Фаворите — плюс 6,5 т/га (16,8%). 4-кратное применение НРК-Aqualis (ВРУ) обеспечило получение прибавки урожая клубней: у сорта Удача -5,0 т/га (12,4%), у сорта Фаворит — 6,3 т/га (14,3%).

Таблица 11

Биохимические показатели качества клубней картофеля (2020 г.)

Сорт картофеля	Варианты опыта	Содержание			
		сухого вещества, %	крахмала, %	витамина С, мг%	нитратов, мг/кг клубней
Удача	$N_{56}P_{56}K_{92}$ (14-14-23) — фон	21,5	15,7	14,5	55
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	19,3	13,6	15,0	136
	Фон + опрыскивание ВРУ Aqualis	20,9	15,2	18,7	76
Фаворит	$N_{56}P_{56}K_{92}$ (14-14-23) — фон	21,5	15,7	18,0	40
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	19,7	13,9	18,0	124
	Фон + опрыскивание ВРУ Aqualis	20,7	14,9	19,7	60
Удача	$N_{40}P_{104}K_{104}$ (10-26-26) — фон	19,9	14,2	14,5	78
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	21,5	15,7	15,8	162
	Фон + N_{100} ам. селитра	20,5	14,7	15,5	153
	Фон + N_{100} УАИ	20,2	14,4	15,8	96
Фаворит	$N_{40}P_{104}K_{104}$ (10-26-26) — фон	20,9	15,1	16,8	40
	Фон + N_{100} карбамид УТЕС	20,5	14,8	18,8	136
	Фон + N_{100} ам. селитра	20,3	14,5	19,7	90
	Фон + N_{100} УАИ	20,5	14,8	18,7	86
НСР ₀₅		1,6	1,1	1,6	23

Таблица 12

Экономические показатели производства картофеля (2020 г.)

Варианты опыта	Дополнительные затраты, руб./га	Условно чистый доход от дополнительной продукции, руб./га	Себестоимость, руб./кг	Окупаемость затрат	Рентабельность, %
Сорт картофеля Удача (ранний)					
$N_{56}P_{56}K_{92}$ (14-14-23) — фон	-	-	3,58	-	318
$N_{56}P_{56}K_{92}$ + N_{100} (УТЕС)	21520	44480	3,47	2,07	332
$N_{56}P_{56}K_{92}$ + опрыскивание ВРУ Aqualis	16500	58500	3,32	3,55	352
$N_{40}P_{104}K_{104}$ (10-26-26) — фон	-	-	3,54	-	323
$N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} (УТЕС)	21960	23040	3,52	1,05	327
$N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} (АН)	17800	-	4,04	-	271
$N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} (УАИ)	26380	105620	3,20	4,00	369
Сорт картофеля Фаворит (среднеспелый)					
$N_{56}P_{56}K_{92}$ (14-14-23) — фон	-	-	3,29	-	355
$N_{56}P_{56}K_{92}$ + N_{100} (УТЕС)	21520	44480	3,08	2,07	386
$N_{56}P_{56}K_{92}$ + опрыскивание ВРУ Aqualis	16500	58500	2,99	3,55	400
$N_{40}P_{104}K_{104}$ (10-26-26) — фон	-	-	3,78	-	297
$N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} (УТЕС)	26190	89310	3,45	3,41	335
$N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} (АН)	23650	73850	3,48	3,12	330
$N_{40}P_{104}K_{104}$ + N_{100} (УАИ)	24580	77420	3,48	3,15	330





Экономические показатели производства картофеля при использовании азотных подкормок карбамидом УТЕС, УАИ и аммиачной селитры повышаются особенно заметно, если использовать их на среднеспелых и среднепоздних сортах картофеля с более длительным периодом вегетации, а также при применении NPK 10-26-26.

Литература

1. FAO (2012). FAO Production Yearbook. Food and Agricultural Organization United Nations Rome, p. 44.
2. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле / ФГБНУ ВНИИХ. М., 2019. С. 12-21.
3. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.

Об авторах:

Визирская Мария Михайловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, mvizir@gmail.com
Аканова Наталья Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией агрохимии известковых удобрений и химической мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru
Федотова Людмила Сергеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии и биохимии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, ldfedotova@gmail.com

4. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
5. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.
6. ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
7. ГОСТ 27821-88. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.
8. ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменных кальция и магния с трилоном Б.
9. Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. М.: ВНИИХ, 2001. 369 с.
10. Федотова Л.С., Тимошина Н.А. Нитраты в картофеле как показатель минерального питания и зрелости продукции // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 8. С. 11-13.

11. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Модель эффективного управления продукционным процессом формирования урожая и качества картофеля: монография / ФГБНУ ВНИИХ. М., 2016. 47 с.
12. Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И., Мальцев С.В., Чулков Б.А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / изд. 2-е, перераб. и доп. М.: ВНИИХ, 2008. 39 с.
13. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (Метод И.К. Мурри) / Руководство Р 4.1.1672-03. М., 2004. С. 72.
14. Полунин Г.А. и др. Методические рекомендации по определению годового экономического эффекта от использования НИР и ОКР в АПК. М.: АНО «НИЦПО», 2007. 32 с.

THE EFFICIENCY OF THE METHODS OF INCREASING POTATO PRODUCTIVITY

M.M. Vizirskaya¹, N.I. Akanova¹, L.S. Fedotova²

¹All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

²Federal Research Center of Potato named after A.G. Lorch, Moscow region, Russia

The article presents the results of a study aimed to develop an effective system of potatoes mineral nutrition. As a nitrogen nutrition the following fertilizers were tested: calcium ammonium nitrate (CAN), urea UTEC (with an nBPT urease inhibitor), ammonium nitrate was taken as the standard. As a complex nutrition we have tested: granular NPK-fertilizers grade 10-26-26 and 14-14-23. For foliar application water-soluble NPK-fertilizers with following grades were used 13:40:13, 3:11:38 and 18:18:18. The proposed system of mineral nutrition with the use of the above-mentioned products contributes to obtaining high yields of tubers (40-50 t/ha), with improving the quality, increasing economic indicators and ensuring compliance with the principles of environmental safety. The yield of potatoes of the Udacha variety against the standard nutrition with application of NPK 10-26-26 was 41.3 t/ha and with NPK 14-14-26 — 40.3 t/ha, the yield of the medium-ripened Favorite variety using NPK 10-26-26 was 5.2 t/ha or 13.4% lower than in the variance with NPK 14-14-23-43.9 t/ha. The increase in the yield of tubers with urea UTEC application was from 3.0 to 4.4 t/ha (from 7.3 to 10.9%) in the early variety of Udacha, from 6.5 to 7.7 t/ha (from 14.8 to 19.9%) in the medium — ripened variety of Favorit significantly more-from 6.5 to 7.7 t/ha (from 14.8 to 19.9%). A high increase was obtained with CAN application — 8.8 t/ha (21.3%) for the variety Udacha and 6.8 t/ha (17.6%) for the variety Favorite. The use of ammonium nitrate on the early Udacha variety gave a negative result — minus 3.8 t/ha (-9.3%), but an increase in the yield of tubers of 6.5 t/ha (16.8%) was obtained on the medium-ripened Favorite. The foliar application of NPK-fertilizers Aqualis (WSF) during the growing season provided an increase in yield: on the Udacha variety 5.0 t/ha (12.4%), on the Favorite variety 6.3 t/ha (14.3%).

Keywords: potatoes, yield, quality of tubers, mineral fertilizers, nitrogen, top dressing.

References

1. FAO (2012). FAO Production Yearbook. Food and Agricultural Organization United Nations Rome, p. 44.
2. ФГБНУ ВНИИХ (2019). *Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле* [Methods of conducting agrotechnical experiments, accounting, observations and analyses on potatoes]. Moscow, pp. 12-21.
3. ГОСТ 26213-91. *Почвы. Методы определения органического вещества* [Soils. Methods for determining organic matter].
4. ГОСТ Р 54650-2011. *Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО* [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Kirsanov method in the modification of TSINAO].
5. ГОСТ 26483-85. *Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО* [Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH by the method of TSINAO].

6. ГОСТ 26212-91. *Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО* [Soils. Determination of hydrolytic acidity by the Kappen method in the modification of TSINAO].
7. ГОСТ 27821-88. *Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена* [Soil. Determination of the sum of absorbed bases by the Kappen method].
8. ГОСТ 26487-85. *Почвы. Определение обменного кальция и магния с трилоном Б* [Soils. Determination of exchange calcium and magnesium with trilon B].
9. Коршунов, А.В. (2001). *Управление урожаем и качеством картофеля* [Management of harvest and quality of potatoes]. Moscow, VNIKH, 369 p.
10. Федотова, Л.С., Тимошина, Н.А. (2004). Нитраты в картофеле как показатель минерального питания и зрелости продукции [Nitrate in potatoes as an indicator of mineral nutrition and maturity of products]. *Достижения науки и техники АПК* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 8, pp. 11-13.
11. Федотова, Л.С., Тимошина, Н.А., Князева, Е.В. (2016). *Модель эффективного управления продукционным процессом*

формирования урожая и качества картофеля: монография [Model of effective management of the production process of crop formation and potato quality: monograph]. Moscow, VNIKH, 47 p.

12. Пшеченков, К.А., Давыденкова, О.Н., Седова, В.И., Мальцев, С.В., Чулков, Б.А. (2008). *Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению* [Methodical instructions for assessing potato varieties for suitability for processing and storage]. Moscow, VNIKH, 39 p.
13. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (Метод И.К. Мурри) (2004). [Manual on methods of quality control and safety of dietary supplements (I.K. Murry method)]. Moscow, p. 72.
14. Полунин, Г.А. и др. (2007). *Методические рекомендации по определению годового экономического эффекта от использования НИР и ОКР в АПК* [Methodical recommendations for determining the annual economic effect of the use of research and development in the agro-industrial complex]. Moscow, АНО «НИЦПО», 32 p.

About the authors:

Mariya M. Vizirskaya, candidate of biological sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, mvizir@gmail.com
Natalia I. Akanova, doctor of biological sciences, professor, head of the laboratory of lime fertilizers and chemical reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru
Ludmila S. Fedotova, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher of the laboratory of agrochemistry and biochemistry, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, ldfedotova@gmail.com

n_akanova@mail.ru