Avrora™

ЕвроХим

Сбалансированное питание за одно внесение

Международный
сельскохозяйственный журнал
Издается с 1957 года

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

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

ISSN INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER

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

ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации

«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)

AGRIS

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)

WEB OF SCIENCE THOMSON REUTERS

Публикации размещаются в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU

Подписка на журнал по каталогу «Роспечать» во всех отделениях «Почта России».
Подписной индекс
на полгода (3 номера) 70533,
на год (6 номеров) 80367

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.А. Фомин

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

Почетный редактор В. Коровкин
Заместитель главного редактора Т. Казённова
Редактор выпуска Г. Якушкина
Ответственный секретарь И. Мамонтова
Дизайн и верстка И. Котова
Реклама М. Фомина
Издательство: Е. Михайлина,
С. Комелягина, Г. Алиева
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

Подписано в печать 28.09.2020 г. Тираж 19500
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR
A.A. Fomin

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

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

Founder and publisher: OOO «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

Signed in print 28.09.2020. Edition 19500
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.
Tsypkin 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.
Permali Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau

28. **Ревишвили 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. **Сегре Андреа,** декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.
Segre Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО
LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

Гальченко С.А., Жданова Р.В., Комаров С.И., Рассказова А.А. Совершенствование методики кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в целях повышения устойчивости развития сельского хозяйства
Galchenko S.A., Zdanova R.V., Komarov S.I., Rasskazova A.A. Improving the methodology of cadastral assessment of agricultural land in order to increase the sustainability of agricultural development 5

Дедова Э.Б., Вершинин В.В., Хуторова А.О., Шабанов Р.М., Дедов А.А. Комплексный мониторинг состояния водоемов восточного склона Ергенинской возвышенности
Dedova E.B., Vershinin V.V., Khutorova A.O., Shabanov R.M., Dedov A.A. Integrated monitoring of the state of water bodies of the eastern slope of the Ergenin hill 10

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

Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Дериглазова Г.М., Гаврилова Т.В. Эффективность возделывания яровых зерновых культур в различных видах полевых севооборотов в почвенно-климатических условиях Курской области
Lazarev V.I., Minchenko Zh.N., Deriglazova G.M., Gavrilova T.V. The efficiency of cultivation of spring cereals in a variety of field crop rotation in the soil and climatic conditions of the Kursk region 17

Липски С.А., Широкорад И.И. «Регуляторная гильотина» как дополнительный фактор необходимости ускорения процесса цифровизации в АПК и аграрном образовании
Lipski S.A., Shirokorad I.I. "Regulatory guillotine" as an additional factor in the need to accelerate the process of digitalization in agriculture and agricultural education 21

Артемьев А.А., Гурьянов А.М., Хвостов Е.Н. Возделывание ярового ячменя при разных приемах обработки почвы и фонах минерального питания
Artemyev A.A., Guryanov A.M., Khvostov E.N. Cultivation of spring barley with different methods of tillage and backgrounds of mineral nutrition 24

Пестерева Е.С., Павлова С.А., Захарова Г.Е., Свинобоев М.М. Урожайность и питательная ценность подсолнечника и его смесей в условиях Центральной Якутии
Pestereva E.S., Pavlova S.A., Zakharova G.E., Svinoboev M.M. Productivity and nutritional value of sunflower and its mixtures in Central Yakutia 28

Кривошеев С.И., Шумаков В.А. Оценка сортового состава озимой пшеницы в Курской области по параметрам экологической пластичности и стабильности
Krivosheev S.I., Shumakov V.A. Evaluation of the varietal composition of winter wheat in Kursk region on the parameters of environmental plasticity and stability 31

Тойгильдин А.Л., Тюрин А.В., Тойгильдина И.А. Сравнительная урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости на черноземах выщелоченных лесостепной зоны Поволжья
Toigildin A.L., Tyurin A.V., Toigildina I.A. Comparative yielding capacity of grain maize hybrids according to ripeness groups on leached chernozems of the Volga forest-steppe zone 35

Кузнецова А.А., Малева Т.В., Соловьев В.И. Применение сверточных нейронных сетей для обнаружения плодов роботами для сбора урожая
Kuznetsova A.A., Maleva T.V., Soloviev V.I. Modern fruit detection approaches in harvesting robots 39

Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П. Продуктивность и качество перспективных гибридов картофеля
Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. Productivity and quality of promising potato hybrids 42

Слепцова Т.В. Эффективность применения биологических препаратов и микроэлементов при выращивании картофеля в Якутии
Sleptsova T.V. Effectiveness of biological preparations and trace elements in potato cultivation in Yakutia 45

Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А. Улучшенный гребнистый способ посева озимой ржи на осушаемых землях
Mitrofanov Yu.I., Pugacheva L.V., Smirnova N.A. Improved comb method of sowing winter rye on drained lands 48

Рассохина И.И., Платонов А.В., Маракаев О.А., Зайцева Ю.В. Эффективность инокуляции семян овса посевного штаммом *Pseudomonas sp.* GEOT18, перспективным для создания биопрепарата
Rassokhina I.I., Platonov A.V., Marakaev O.A., Zaitseva Yu.V. Effectiveness of *Avena sativa* L. seed inoculation by the strain *Pseudomonas sp.* GEOT18, promising for creating biologicals 52

Дубовик Е.В., Масютенко Н.П. Влияние биопрепаратов на структурно-агрегатный состав чернозема типичного слабоэродированного
Dubovik E.V., Masyutenko N.P. Effect of biological preparations on structural-aggregate composition of slightly eroded typical chernozem 56

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

Уланова О.И. Мониторинг состояния агарного сектора Пензенской области
Ulanova O.I. Monitoring of the agricultural sector of Penza region 61

Рыжкова Е.В., Фадеева О.М., Широкорад И.И. Становление и развитие высшего аграрного образования в России (XIX - начало XX вв.)
Ryzhkova E.V., Fadeeva O.M., Shirokorad I.I. Formation and development of higher agricultural education in Russia (XIX-early XX centuries) 66

АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ
AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

Варламов А.А., Гальченко С.А., Гвоздева О.В., Чуксин И.В. Процесс цифровизации сельского хозяйства на базе концептуально новой системы умного землепользования
Varlamov A.A., Galchenko S.A., Gvozdeva O.V., Chuksin I.V. Agricultural digitalization process on the basis of a conceptually new smart land use system 69

Власова Е.Ю., Скуматова А.В., Юдина Г.А. Совершенствование методики анализа основных средств на сельскохозяйственном предприятии
Vlasova E.Yu., Skumatova A.V., Yudina G.A. Improvement of the method of analysis of fixed assets at agricultural enterprise 73

Меденников В.И. От концепции к практической реализации единой цифровой платформы агропромышленного комплекса
Medennikov V.I. From concept to practical implementation of a single digital platform of agricultural industry 77

Слобожанин Д.М., Афанасьева Т.А., Волосский А.А. Конкурентные стратегии производителей мясной продукции на рынке Новосибирской области
Slobozhanin D.M., Afanasieva T.A., Volosskij A.A. Competitive strategies of meat producers on the market of the Novosibirsk region 82

ПРОБЛЕМЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
PROBLEMS OF FOOD SECURITY

Яковенко Н.А., Иваненко И.С., Воронов А.С. Оценка структурных изменений агропродовольственного экспорта России
Yakovenko N.A., Ivanenko I.S., Voronov A.S. Assessment of structural changes in Russia's agricultural food export 88

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURE

Низамзаде Т.Н. Консолидирование сельскохозяйственных земель Азербайджана как способ улучшения положения сельской местности
Nizamzade T.N. Consolidation of agricultural land in Azerbaijan as a way to improve the situation of rural areas 93

УДК 332.2:332.64 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15081

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Минсельхоза России (НИР ФГБОУ ВО ГУЗ № АААА-А20-120012290119-6)

С.А. Гальченко, Р.В. Жданова, С.И. Комаров, А.А. Рассказова

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

В статье рассмотрены роль и значение государственной кадастровой оценки в повышении эффективности сельскохозяйственного землепользования. Проведен обзор литературы, посвященный государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Рассмотрены проблемы, возникающие при проведении работ по определению кадастровой стоимости земель сельскохозяйственных угодий. Определены факторы, влияющие на устойчивое сельскохозяйственное землепользование. Даны предложения по совершенствованию методики кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в целях повышения устойчивости развития сельского хозяйства.

Ключевые слова: *сельскохозяйственное землепользование, кадастровая стоимость, государственная кадастровая оценка, земли сельскохозяйственного землепользования, устойчивость развития сельского хозяйства, управление земельными ресурсами.*

Введение

Кадастровая оценка недвижимости представляет собой сравнительно новый правовой институт, возникновение которого, в первую очередь, обусловлено задачами по реформированию прежней системы налогообложения, переходом к исчислению налоговой базы на недвижимость исходя из рыночной стоимости. Однако сфера применения результатов кадастровой оценки не ограничивается лишь налогообложением — кадастровая стоимость применяется при аренде и исчислении выкупной платы недвижимости, административных штрафов и др. Лежащая в основе налоговой базы кадастровая стоимость земель соответствующим образом снижалась или же не отражала действительной картины о качестве земель сельскохозяйственного назначения. Современные программы по развитию территорий направлены на вовлечение в оборот земель с последующим восстановлением плодородия, а значит, параллельно должны проводиться работы, позволяющие охарактеризовать потенциал пригодных для ведения сельского хозяйства территорий.

Современное состояние и проблемы

В последние годы, в связи с модернизацией нормативно-правовой базы и методических основ кадастровой оценки недвижимости, возникла актуальная потребность в совершенствовании механизмов и подходов к кадастровой оценке земель, в частности, такой значимой для Российской Федерации категории, как земли сельскохозяйственного назначения.

Тема государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в разных аспектах отражена во многих трудах отечественные ученых: С.Н Волкова, А.А. Варламова, С.А. Гальченко, И.Б. Загайтова, Н.Т. Назаренко, А.В. Пылаевой, А.В. Севостьянова, С.И. Носова, П.М. Сапожникова, О.А. Скуфинского, Б.Е. Бондарева, В.А. Махта, В.А. Руди, Н.В. Осинцевой, А.К. Оглезнева и др. Большая часть проведенного научного обзора отведена рассмотрению проблем, связанных с определением кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения, в части методических указаний выполнения работ по определению кадастровой стоимости.

В последние годы к определению кадастровой стоимости стали относиться более серьезно, новые методические указания рассматривают каждый земельный участок, оценивая его фактическое использование с учетом особенностей характеристик объекта оценки [1]. По мнению Е.А. Бессоновой, в новых методических указаниях не уделено должного внимания вопросу оценки сельскохозяйственных угодий, на которых размер валового дохода окажется ниже уровня затрат, что приведет к убытку и отрицательному значению земельной ренты. В ряде субъектов Российской Федерации сегодня большие площади земель сельскохозяйственного назначения не обрабатываются, учитывая, что эта категория в балансе земельного фонда занимает значительную часть.

В таблице 1 рассмотрены состав и структура земель сельскохозяйственного назначения в субъектах Российской Федерации Центрального федерального округа.

Из данных таблицы 1 видно, что наибольшую долю земельного фонда субъектов Российской Федерации составляют земли сельскохозяйственного назначения. Площадь сельскохозяйственных угодий варьируется от 90 до 60% в общей площади земель сельскохозяйственного назначения.

Одну из важных сторон, являющуюся информационным обеспечением государственной кадастровой оценки, в своем научном труде рассмотрели В.В. Сизов и А.К. Оглезнев. Авторами на примере Владимирской области было выявлено, что при работе со среднемасштабными почвенными картами возникает необходимость уточнения федерального списка почв на уровне исследуемого региона в формате номенклатуры Единого государственного реестра почвенных ресурсов России (ЕГРПР). Кроме того, региональные почвенные списки на областных картах, которые, как правило, формировались из крупномасштабных карт отдельных хозяйств и районов, нуждаются в адаптации к федеральному списку почв, гармонизации с единой номенклатурой [9]. В своей статье они предложили адаптировать ЕГРПР к региональным почвенным условиям для составления единого списка почв (регионального реестра), оценки качества, кадастровой оценки, создания базы данных почв сельскохозяйственных угодий.

В условиях экономических санкций неиспользование пашни становится сдерживающим фактором, затрудняющим успешное развитие не только сельского, но и всего народного хозяйства страны. А. Прудников и С. Семченкова в своей статье предлагают обязать службы регистрации вносить в регистрационные документы на земли сельскохозяйственного назначения ряд показателей: базовые параметры почвенного плодородия; показатели экологического

© Гальченко С.А., Жданова Р.В., Комаров С.И., Рассказова А.А., 2020

Таблица 1

Состав и структура земель сельскохозяйственного назначения в субъектах Российской Федерации Центрального федерального округа, тыс. га

Субъект РФ	Общая площадь, тыс. га	Земли сельскохозяйственного назначения, тыс. га	Сельскохозяйственные угодья, тыс. га
Белгородская область	2713,4	2087,1	1894,8
Брянская область	3485,7	1976,4	739,3
Владимирская область	2908,4	995,9	980,8
Воронежская область	5221,6	4175,8	3809,0
Ивановская область	2143,7	866,3	751,5
Калужская область	2977,7	1818,6	1143,8
Костромская область	6021,1	1964,5	859,8
Курская область	2999,7	2277,8	2098,8
Липецкая область	2404,7	1925,5	1780,3
Московская область	4 432,9	1611,9	1460,4
Орловская область	2465,2	2032,2	1898,7
Рязанская область	3960,5	2569,5	1450,3
Смоленская область	4977,9	2219,6	1729,7
Тамбовская область	3446,2	2783,3	2548,2
Тверская область	8420,1	2574,8	2056,8
Тульская область	2567,9	1847,8	1672,5
Ярославская область	3620.0	1346,6	1130,0

и культуртехнического состояния земельного участка, а при проведении агрохимического обследования почв при выделении участков ориентироваться на границы, описанные в кадастровом паспорте, что, на наш взгляд, существенно улучшит качество выполняемых работ [6].

В.А. Махт и В.А. Руди в своих трудах на протяжение длительного времени уделяли пристальное внимание методическому обеспечению проведения кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, рассматривая и анализируя разные методики. С принятием в 2010 г. Методических указаний № 445, они считали методические указания не профессиональными, которые приводят к заведомо хаотичной системе оценки плодородия почв и практически нереализуемы. Авторы предлагают вернуться к системе оценки почв в две стадии: бонитировка сравнительного природного плодородия почв и оценка плодородия почв по урожайности сельскохозяйственных культур, что позволит повысить качество и объективность государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения [4, 5].

Надо отметить, что рассматриваемая авторами методика определения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения лежит в основе действующей сегодня методики, утвержденной в 2017 г.

А.В. Пылаевой в научной статье рассмотрены принципы определения кадастровой стоимости и проведения государственной кадастровой оценки, согласно Федеральному закону «О государственной кадастровой оценке» № 237-ФЗ от 03.07.2016 г., выявлены противоречия названий принципов их содержания вследствие терминологической путаницы в понятиях «определение кадастровой стоимости» и «проведение государственной кадастровой оценки», предлагается внести изменения в нормативные правовые акты, регулирующие проведение государственной кадастровой оценки [7].

Также некоторые авторы рассматривают вопросы определения рентабельности, возникающие при оценке сельскохозяйственных земель в условиях субъектов Российской Федерации. При этом, как отмечают авторы, учет факторов за краткосрочный период не дает реальной картины, так как в условиях контрсанкций отмечается повышенное значение рентабельности.

Для использования рентабельности в целях определения прибыли предпринимателя в условиях сельского хозяйства, когда доходность производства колеблется в широких пределах в зависимости от целого ряда причин, в том числе от природно-климатических условий, необходимо использовать среднюю величину за длительный период, соразмеримую с длительностью использования основной массы основных средств, приобретаемых для реализации предпринимательского проекта [3].

Важным является рассмотрение экологической составляющей при определении кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения. Ряд научных статей отражает необходимость учета почвенно-экологической индексации земель для оптимизации кадастровой оценки, обосновывая это тем, что применяемые при оценке показатели не в состоянии достоверно отобразить экологическое (качественное) состояние почв, а именно их плодородие. Это, в свою очередь, чревато тем, что по результатам кадастровой оценки невозможно осуществить надзор за изменением уровня плодородия участков в ходе их эксплуатации, а следовательно, в случае необходимости, не будут своевременно предприняты меры по устранению негативных факторов.

В своих статьях А.Х. Ашиккалиев предлагают разработку научно обоснованного землеоценочного механизма, при котором землепользователь будет иметь экономическую заинтересованность как в интенсификации земледелия, так и в сохранении степного биоразнообразия. Одно из предложений заключается в привязке государственной кадастровой оценки сельхозугодий к их средневзвешенным почвенно-экологическим индексам (ПЭи), рассчитанным по методике И.И. Карманова [2].

Оценка уровня плодородия почв по такой методике позволит решать многие важные для сельскохозяйственных производителей задачи. Если основываться на природных показателях, полученных в результате почвенных и агрохимических обследованиях, данная методика исключает возможность грубого несоответствия расчетного уровня плодородия почв действительному.

П.М. Сапожниковым, В.С. Столбовым, А.К. Оглезневым и В.И. Кузьминой на примере Оренбургской области был приведен опыт апробации новых методических указаний по кадастровой оценке, разработанных Минэкономразвития России, для сельскохозяйственных угодий Оренбургской области, которые позволяют ранжировать почвы по их удельным показателям, а также по наличию и степени выраженности негативных свойств. Выделение основных почв и расчет их характеристик проводился на основе Шкал классификации земель сельхозназначения по их пригодности для использования в сельском хозяйстве для Оренбургской области [8].

Шкалы согласованы в территориальных управлениях Росреестра субъектов Российской Федерации и являются основой для всех видов оценочных работ, для принятия управленческих решений федерального и муниципального уровней. Как отмечалось ранее, почвенные обследования во многих субъектах Российской Федерации очень давно не проводились, поэтому при определении кадастровой стоимости некоторые регионы используют вышеуказанные Шкалы классификации.

Также надо отметить, что в новых методических указаниях нет однозначных требований к порядку определения рыночных (прогнозных) цен реализации сельскохозяйственных культур, расчета прибыли предпринимателя и коэффициента капитализации. По мнению авторов, такие требования должны быть четко и однозначно определены.

Описание исследования

Качество результатов государственной кадастровой оценки свидетельствует об уровне и эффективности государственного управления этим видом деятельности. Результаты этой работы затрагивают интересы миллионов россиян, всех собственников земель, землевладельцев и землепользователей, формируют у них представление о государстве, насколько оно справедливо, или не справедливо, распределяет налоговое бремя между гражданами.

В таблице 2 показано проведение государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения по годам в субъектах Российской Федерации Центрального федерального округа.

Как видно из данных таблицы 2, государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения была проведена во всех субъектах Российской Федерации Центрального федерального округа с периодичностью 3-5 лет. В настоящее время проходит 4 тур государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения.

Изучение состояния почвенного покрова, как основы кадастровой оценки земель, должно включать эффективное использование и охрану земельных ресурсов, экономический, экологический и социальный аспект правового механизма охраны почв.

Таблица 2

Проведение государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в субъектах Российской Федерации Центрального федерального округа

Субъект РФ	Природные зоны	Государственная кадастровая оценка земельных участков сельскохозяйственного назначения									
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Белгородская область	Степная зона, Лесостепная зона			+	+				+		
Брянская область	Южно-таежная лесная зона, Лесостепная зона					+				+	
Владимирская область	Южно-таежная лесная зона	+		+		+				+	
Воронежская область	Степная зона, Лесостепная зона	+					+				
Ивановская область	Южно-таежная лесная зона			+							
Калужская область	Южно-таежная лесная зона, Лесостепная зона	+		+			+				
Костромская область	Южно-таежная лесная зона		+	+							
Курская область	Южно-таежная лесная зона, Лесостепная зона		+	+					+		
Липецкая область	Лесостепная зона	+			+		+			+	
Московская область	Южно-таежная лесная зона, Лесостепная зона			+					+		
Орловская область	Лесостепная зона				+					+	
Рязанская область	Южно-таежная лесная зона, Лесостепная зона	+		+			+				
Смоленская область	Южно-таежная лесная зона			+	+						
Тамбовская область	Лесостепная зона	+		+	+						
Тверская область	Южно-таежная лесная зона			+						+	
Тульская область	Лесостепная зона	+		+			+				
Ярославская область	Южно-таежная лесная зона		+			+					

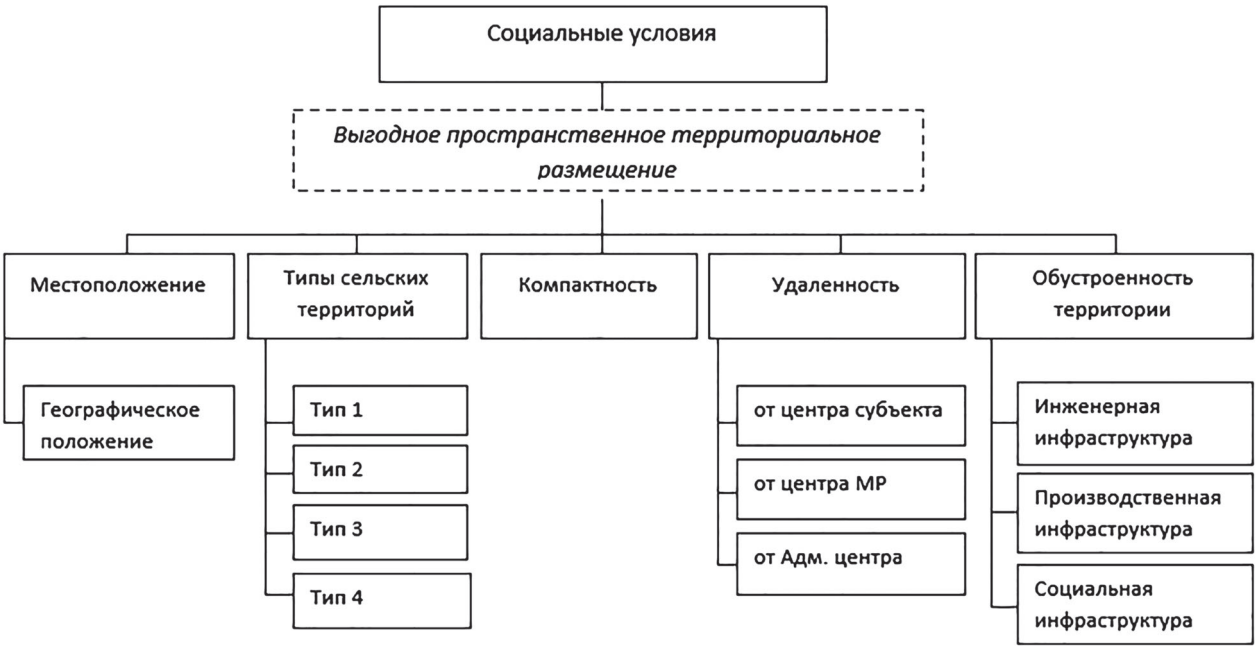


Рис. 1. Факторы, влияющие на устойчивое сельскохозяйственное землепользование

На рисунке 1 рассмотрены социальные условия, влияющие на устойчивое сельскохозяйственное землепользование.

При определении кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в составе факторов стоимости следует учитывать плодородие земельного участка, а также влияние природных факторов.

К числу основных факторов, определяющих плодородие почв земельного участка, в частности, относятся качественные характеристики почвенного слоя земельного участка (содержание и мощность гумусового слоя, содержание физической глины, свойства почв, такие как степень эродированности, оглеение, солонцеватость, солончаковатость, легкий гранулометрический состав и прочее, а также агроэкологический потенциал).

На рисунке 2 представлены ценообразующие факторы, необходимые при определении кадастровой стоимости земельных участков, предназначенных для сельскохозяйственного использования.

Важно отметить, что после проведения работ по определению кадастровой стоимости во многих субъектах Российской Федерации выявились не учтенные позиции, в связи с чем в настоящее время в нормативные акты вносятся изменения.

Для удобства и исключения технически ошибок, а также погрешностей при расчете величины кадастровой стоимости применяют специальное программное обеспечение, которое позволяет провести расчет, анализ результатов, оценочное зонирование. Программное обеспечение представляет собой специальную программу, с помощью которой рассчитывают необходимые промежуточные и конечные показатели кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения, находящихся в любом из субъектов Российской Федерации (при условии того, что имеются необходимые входные данные). С помощью специального программного обеспечения могут быть получены показатели нормативной урожайности и удельные показатели кадастровой стоимости выделенных типов-подтипов почв.

Рис. 2. Ценообразующие факторы стоимости земельных участков, предназначенных для сельскохозяйственного использования

Определение кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий осуществляется методом капитализации земельной ренты.

Российская система управления земельными ресурсами реализуется посредством таких функций государственного управления, как ведение Единого государственного реестра недвижимости, налогообложение и экономическое стимулирование рационального использования земель. Государственная кадастровая оценка является экономической основой Единого государственного реестра недвижимости, выполняя такие функции, как фискальная, формирование налогооблагаемой базы для определения величины земельного налога, информационная — определение относительной ценности и отражение экономического потенциала оцениваемой категории земель.

Информационная функция кадастровой оценки земель позволяет использовать результаты кадастровой оценки земель в качестве инструмента управления и регулирования рынка недвижимости.

Подводя итог, можно выделить основные объективные проблемы кадастровой оценки земель в Российской Федерации:

- не актуализирована база данных почвенных обследований, почвенных карт и почвенных очерков по хозяйствам;
- неразвитый рынок земельных участков сельскохозяйственного назначения, особенно в субъектах Российской Федерации;
- недостаток сведений об объектах недвижимости в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН): многие объекты не стоят на кадастровом учете или имеют недостаточно характеристик для их идентификации как объектов оценки, по значительному числу учтенных в ЕГРН объектов недвижимости сведения нуждаются в исправлениях;
- нет достоверной и системной информации о рыночных ценах для большинства объектов недвижимости.

Выводы

В сельском хозяйстве земля является главным средством производства. Здесь она выступает как место, где осуществляется производственный процесс. Поэтому при определении кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения необходимо учитывать социальные факторы, характеризующие устойчивость сельских территорий, как такие: учет обеспеченности сельских территорий объектами социальной инфраструктуры, тип сельских поселений, компактность, обустроенность территории и т.д. Также необходимо учитывать экологическую информацию, полученную посредством проведения государственного мониторинга земель, применяя факторы почвенно-экологической индексации земель.

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод о необходимости обязательного учета социальных и экологических факторов при совершенствовании методики кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения.

Литература

1. Ачмизова Ф.А., Жуков В.Д. Оценка методик земель сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар: ООО «Эпомен», 2019.

2. Ашиккалиев А.Х. Почвенно-экологическая индексация земель как метод оптимизации кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции / Министерство образования и науки РФ; ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». Оренбург, 2018. С. 37-39.

3. Жичкин К.А., Жичкина Л.Н. Прибыль предпринимателя и рентабельность при кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов: материалы 3-й Международной научно-технической интернет-конференции. Тула: Изд-во Тульского ГУ, 2018. С. 7-15.

4. Махт В.А., Руди В.А. Основы методики и современные проблемы оценки плодородия почв для кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий // Науки о земле — Вестник ОмГАУ. 2016. № 4 (24).

5. Махт В.А., Руди В.А., Осинцева Н.В. Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Омск: ЛИТЕРА, 2016. 48 с.

6. Прудников А.Д., Семченкова С.В. Совершенствование системы кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 4. С. 13-14.

7. Пылаева А.В. Принципы определения кадастровой стоимости и проведения государственной кадастровой оценки: материалы девятой международной научно-методической конференции, Московский финансово-промышленный университет «Синергия». М., 2017. С. 190-196.

8. Сапожников П.М., Столбовой В.С., Оглезнев А.К., Кузьмина В.И. Кадастровая оценка почв земель сельскохозяйственного назначения Оренбургской области // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2018. № 1 (153). С. 30-36.

9. Сизов В.В., Оглезнев А.К. Оценка качества и кадастровая оценка почв Владимирской области на основе Единого государственного реестра почвенных ресурсов России // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства. Суздаль: ИПК «ПресСто», 2016. С. 272-276.

10. Cervera-Gómez, L., Peña, S., Hernández, V., Fuentes, C. (2014). Planning Support Systems: A Computer-assisted Mass Appraisal (CAMA) System for Ciudad Juarez, Mexico. *Journal of Property Tax Assessment & Administration*, vol. 9, pp. 25-40.

11. Dimopoulos, T., Bakas, N. (2019). Sensitivity Analysis of Machine Learning Models for the Mass Appraisal of Real Estate. Case Study of Residential Units in Nicosia, Cyprus. *Remote Sensing*, vol. 11, pp. 30-47.

Об авторах:

Гальченко Светлана Альбертовна, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой землепользования и кадастров, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1955-6071, s_galch@mail.ru

Жданова Руслана Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9069-1559, zhdanova1604@yandex.ru

Комаров Станислав Игоревич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3136-1058, mosquites@gmail.com

Рассказова Анна Александровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землепользования и кадастров, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5127-0946, annar78@mail.ru

IMPROVING THE METHODOLOGY OF CADASTRAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LAND IN ORDER TO INCREASE THE SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT

S.A. Galchenko, R.V. Zdanova, S.I. Komarov, A.A. Rasskazova

State university of land use planning, Moscow, Russia

In the article, the authors considered the role and significance of state cadastral assessment in improving the efficiency of agricultural land use. A review of the literature on the state cadastral assessment of agricultural land is conducted. The problems that arise during the work on determining the cadastral value of agricultural land are considered. Factors affecting sustainable agricultural land use are identified. Suggestions are given for improving the methodology of cadastral assessment of agricultural land in order to increase the sustainability of agricultural development.

Keywords: *agricultural land use, cadastral value, state cadastral valuation, agricultural land use lands, sustainability of agricultural development, land management.*

References

1. Achmizova, F.A., Zhukov, V.D. (2019). Otsenka metodik zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [Evaluation of agricultural land methods]. *Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya zemel'no-imushchestvennykh otnoshenii: sbornik statei po materialam Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Modern problems and prospects of development of land and property relations. Collection of articles based on the materials of the all-Russian scientific and practical conference]. Krasnodar, LLC «Apemen».

2. Ashikkaliev, A.Kh. (2018). Pochvenno-ehkologicheskaya indeksatsiya zemel' kak metod optimizatsii kadastrovoi otsenki sel'skokhozyaistvennykh ugodii [Soil and ecological land indexation as a method for optimizing cadastral assessment of agricultural land]. *Universitetskii kompleks kak regional'nyi tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury: materialy Vserossiiskoi nauchno-metodicheskoi konferentsii* [University complex as a regional center of education, science and culture: materials of the all-Russian scientific and methodological conference]. Orenburg, Orenburg state university, pp. 37-39.

3. Zhichkin, K.A., Zhichkina, L.N. (2018). Pribyl' predprinimatelya i rentabel'nost' pri kadastrovoi otsenke zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [Entrepreneur's profit and profitability in the cadastral assessment of agricultural land]. *Kadastr nedvizhimosti i monitoring prirodnykh resursov: materialy 3-i Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi internet-konferentsii* [Real estate cadastre and monitoring of natural resources: materials of the 3rd International scientific and technical Internet conference]. Tula, publishing house of Tula state university, pp. 7-15.

4. Makht, V.A., Rudi, V.A. (2016). Osnovy metodiki i sovremennye problemy otsenki plodorodiya pochv dlya kadastrovoi otsenki sel'skokhozyaistvennykh ugodii [Fundamentals of methodology and modern problems of soil fertility assessment for cadastral assessment of agricultural land]. *Nauki o zemle — Vestnik OMGAU*, no. 4 (24).

5. Makht, V.A., Rudi, V.A., Osintseva, N.V. (2016). *Metodicheskie rekomendatsii po gosudarstvennoi kadastrovoi otsenke zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya* [Methodological recommendations for state cadastral assessment of agricultural land]. Omsk, LITERA Publ., 48 p.

6. Prudnikov, A.D., Semchenkova, S.V. (2016). Sovershenstvovanie sistemy kadastrovoi otsenki sel'skokhozyaistvennykh ugodii [Improving the system of cadastral assessment of agricultural land]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4, pp. 13-14.

7. Pylaeva, A.V. (2017). *Printsipy opredeleniya kadastrovoi stoimosti i provedeniya gosudarstvennoi kadastrovoi otsenki: materialy devyatoi mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii, Moskovskii finansovo-promyshlennyi universitet «Sinergiya»* [Principles of determining the cadastral value and conducting state cadastral assessment. Proceedings of the ninth international scientific and methodological conference, Moscow financial and industrial university "Synergy"]. Moscow, pp. 190-196.

8. Sapozhnikov, P.M., Stolbovoi, V.S., Ogleznev, A.K., Kuz'mina, V.I. (2018). Kadastrovaya otsenka pochv zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Orenburgskoi oblasti [Cadastral assessment of soils of agricultural lands of the Orenburg region]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii* [Use and protection of natural resources in Russia], no. 1 (153), pp. 30-36.

9. Sizov, V.V., Ogleznev, A.K. (2016). Otsenka kachestva i kadastrovaya otsenka pochv Vladimirskoi oblasti na osnove Edinogo gosudarstvennogo reestra pochvennykh resursov Rossii [Quality assessment and cadastral assessment of soils of the Vladimir region based on the Unified state register of soil resources of Russia]. *Sistemy intensifikatsii zemledeliya kak osnova innovatsionnoi modernizatsii agrarnogo proizvodstva* [Systems of agricultural intensification as the basis for innovative modernization of agricultural production]. Suzdal, publishing house IPK "PresSto", pp. 272-276.

10. Cervera-Gómez, L., Peña, S., Hernández, V., Fuentes, C. (2014). Planning Support Systems: A Computer-assisted Mass Appraisal (CAMA) System for Ciudad Juarez, Mexico. *Journal of Property Tax Assessment & Administration*, vol. 9, pp. 25-40.

11. Dimopoulos, T., Bakas, N. (2019). Sensitivity Analysis of Machine Learning Models for the Mass Appraisal of Real Estate. Case Study of Residential Units in Nicosia, Cyprus. *Remote Sensing*, vol. 11, pp. 30-47.

About the authors:

Svetlana A. Galchenko, doctor of economic sciences, professor,
head of the department of land use and cadastres, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1955-6071, s_galch@mail.ru
Ruslana V. Zdanova, candidate of economic sciences, associate professor,
associate professor of the department of land use and cadastres, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9069-1559, zhdanova1604@yandex.ru
Stanislav I. Komarov, candidate of economic sciences, associate professor,
associate professor of the department of land use and cadastres, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3136-1058, mosquites@gmail.com
Anna A. Rasskazova, candidate of economic sciences, associate professor,
associate professor of the department of land use and cadastres, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5127-0946, annar78@mail.ru

zhdanova1604@yandex.ru

AGROSALON

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

6-9 OCTOBER ОКТЯБРЯ 2020

УДК 504.062.2:631.6:626.8(0.75.8) DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15082

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЕРГЕНИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Э.Б. Дедова[1], В.В. Вершинин[2], А.О. Хуторова[2], Р.М. Шабанов[3], А.А. Дедов[3]

[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», г. Москва, Россия
[2]ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, Россия
[3]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» (Калмыцкий филиал), г. Элиста, Россия

В статье приводятся результаты многолетнего мониторинга экологического состояния поверхностных вод водных объектов Ергенинской возвышенности, выполненные на основе анализа полевых и лабораторных исследований, а также материалов дистанционного зондирования. Показано, что паводковый поверхностный сток с восточного склона Ергеней аккумулируется в прудах-водохранилищах, при этом среднемноголетний слой варьирует по годам от 8 до 30 мм/год (объем до 150 млн м³). Представлены сведения по химическому (анионный и катионный) составу и степени минерализации поверхностных вод водоемов восточного склона Ергенинской возвышенности: озеро Ялмата, водохранилища Суварган, Аршань-Зельмень, Нугра и Амта-Бургуста. На основе материалов дистанционного зондирования установлены зависимости площади водной акватории водоемов от влагообеспеченности и сезона года. Наблюдается увеличение минерализации воды в осенний период (сезонный характер), что связано с высокой испаряемостью с поверхности водоемов, а также с влиянием высоких запасов солей в почвенном профиле, часть которых из ложа водохранилища переходит в воду. Одновременно с ростом минерализации происходит и ухудшение гидрохимического состава. В основном он становится хлоридно-сульфатно-натриевым, а иногда сульфатно-хлоридно-натриевым. В ряде случаев на второе место по содержанию катионов выходит магний. Во всех пробах воды минимальное абсолютное и относительное содержание приходится на кальций. Водородный показатель (pH) изменяется от 7,4 до 8,4, то есть вода имеет слабощелочную и щелочную реакцию. Поверхностные воды используются для водопоя сельскохозяйственных животных и любительского рыболовства.

Ключевые слова: *мониторинг, водный объект, озеро, водохранилище, Аршань-Зельмень, Нугра, Суварган, Амта-Бургуста, Ялмта, дистанционное зондирование.*

Актуальность

Рациональное использование водных ресурсов и экологическая безопасность мелиоративных объектов и систем являются основополагающими принципами для успешного развития производительных сил и создания нормальных условий жизни для населения [3, 6].

Территория Республики Калмыкия относится к маловодообеспеченным регионам страны. Гидрографическая сеть здесь развита очень слабо, лишь крайний северный участок, граничащий с Волгоградской областью, характеризуется низкой относительной водностью (0,5-1,0 л/с на 1 км²). На остальной территории республики в направлении с севера-запада на юго-восток и на юге она практически близка к нулю [1, 7].

Из крупных водотоков имеется река Кума, которая проходит по южной границе республики и не представляет интереса как водоисточник, так как по ее руслу проложен Кумский коллектор, отводящий только сбросные воды низкого качества с территории Ставропольского края в Каспийское море (2/3 из них — промышленно-коммунальные стоки). На северо-востоке узкая полоса территории республики выходит к реке Волга, а на западной границе проходит небольшой участок реки Большой Егорлык.

Основной объем местного поверхностного стока, используемого на нужды республики, формируется на восточном склоне Ергенинской возвышенности, где расположено около 40 малых рек и балок с площадью водосбора от 30 до 780 км² и длиной 20-60 км. Реки и балки не составляют единого бассейна. Они раздельно впадают либо в Сарпинские озера и лиманы, либо вообще теряются на прилегающей низменности (что наиболее характерно для юго-восточных балок). Среднемноголетний слой поверхностного стока колеблется от 8 до 30 мм/год (объем до 150 млн м³), по годам существенно варьирует. Основной срок прохождения — ранняя весна. При обеспеченности 5% он составляет 438 млн м³; 25% — 215; 75% — 51; 85% — 38; 95% — 12 млн м³ [1, 2, 4, 5].

Паводковый поверхностный сток с восточного склона Ергеней аккумулируется в прудах-водохранилищах (около 400 шт. при полезном объеме 140-150 млн м³). Однако следует отметить, что большинство водоемов построено без учета возможности их комплексного использования и более 70% от их общего количества не имеют водосбросных сооружений, охранных и санитарных зон. Качество воды не всегда отвечает необходимым требованиям, да и общего их количества недостаточно для удовлетворения всех нужд народного хозяйства республики.

В целом же, в связи с ограниченностью местных водных ресурсов хорошего качества, для обеспечения нужд различных отраслей народного хозяйства Республики Калмыкия основные объемы воды поступают из-за ее пределов из бассейнов рек Волги, Кубань, Терек и Кумы.

В связи с этим цель данной работы — проведение эколого-мелиоративного мониторинга поверхностных вод водоемов восточного склона Ергенинской возвышенности, позволяющего оценивать и прогнозировать ситуацию для использования и аккумуляции местного поверхностного стока на различные водохозяйственные нужды (орошение, водопой скота, рыборазведение и рекреация).

Методика исследований

Ергенинская возвышенность располагается в юго-восточной части Европейской территории России, представляя собой платообразную возвышенность шириной 50-80 км. Высота Ергеней на севере достигает 120 м, на юге они заканчиваются мысом или бугром Чолун-Хамур высотой 218 м. Ергенинская возвышенность имеет пологий западный склон, незаметно переходящий в Сальские степи. На востоке она круто обрывается к Прикаспийской низменности, на юге — к Кумо-Манычской впадине.

Возвышенность является водоразделом Донского и Волжского бассейнов и служит климатической границей, западный склон представляет собой сухую степь, восточный — полупустыню. Склоны балок южной и восточной экспозиции сильно покаты, северной — более спокойны. В своих верховьях балки имеют много отножин, обусловливающих большое расчленение главных водоразделов. Коэффициент эрозионного расчленения по шкале М.Н. Заславского (1987) составляет 0,3-0,6. По дну этих балок в весенний период после таяния снегов протекают небольшие речки, не составляющие единого бассейна. Водотоки раздельно впадают в Сарпинские озера и лиманы или теряются в прилегающей низменности. В последующем русла большинства этих рек пересыхают, исключение составляют места действия родников и ключей.

Объектами исследований являлись водоемы, расположенные на восточном склоне Ергенинской возвышенности: озеро Ялмата, водохранилища Суварган, Аршань-Зельмень, Нугра и Амта-Бургуста. В основу работы положены данные полевых и лабораторных исследований за

© Дедова Э.Б., Вершинин В.В., Хуторова А.О., Шабанов Р.М., Дедов А.А., 2020
Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 10-16.

многолетний период (2000-2018 гг.), а также использовались космические снимки высокого пространственного разрешения (спутников серии Landsat и Sentinal-2), находящиеся в открытом доступе и полученные за период с 2002 по 2018 гг. Для определения площади водной акватории водоемов использовались разновременные материалы космической съемки.

Результаты исследований

Водохранилище Аршань-Зельмень (фото 1) располагается на территории Сарпинского района Республики Калмыкия (N47°35'30,2806" E44°33'21,1319") и является одним из старейших водоемов региона, построенных в 1935-1937 гг. Создание водохранилища включало перекрытие балки Аршань-Зельмень земляной плотиной, что позволяет аккумулировать местный поверхностный сток со склонов Ергенинской возвышенности [1, 2].

Первоначальные размеры и качественные показатели водоема составляли: площадь зеркала воды — 10,8 км^2, объем — 20,4 млн м^3, минерализация воды — 1,3 г/л. Функционирующее водохранилища Аршань-Зельмень предусматривалось использовать для полива сельскохозяйственных культур, рыборазведения и промыслового рыболовства, водопоя скота и в рекреационных целях (отдых, туризм, спорт) [2].

Результаты исследований показали, что площадь зеркала водной поверхности и минерализация воды водохранилища Аршань-Зельмень зависит от влагообеспеченности года (рис. 1).

При этом в летне-осенний период из-за высокой испаряемости площадь зеркала водной поверхности имеет тенденцию к уменьшению. Так, по данным материалов дистанционного зондирования, наименьшая площадь водной акватории — 4,012 км^2 наблюдается в летний период 2002 г., при этом минерализация воды составила 8,721 г/л (табл. 1). В июле 2010 г. площадь зеркала воды составляла 7,968 км^2 с минерализацией воды 1,581 г/л.

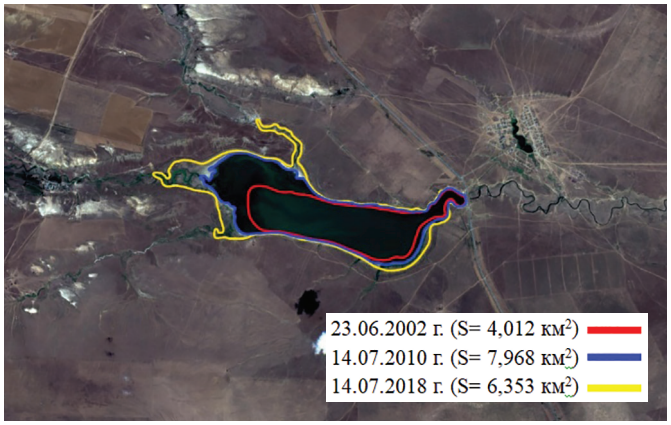


Рис. 1. Динамика площади зеркала водной поверхности водохранилища Аршань-Зельмень в разные по влагообеспеченности годы

Фото 1. Водохранилище Аршань-Зельмень

Таблица 1

Динамика химического состава и минерализация поверхностных вод водохранилища Аршань-Зельмень Республики Калмыкия

Дата отбора	Концентрация ионов, г/л / мг-экв/л / % мг-экв							Сумма солей, г/л	pH	Химизм засоления
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+			
2000 г. 22.07.	-	0,171	2,769	0,691	0,200	0,354	1,306	5,491	-	$Cl^-SO_4^{2-}, Na^+$
	-	2,80	79,12	14,40	10,00	29,50	56,82			
	-	1,45	41,07	7,48	5,19	15,31	29,50			
2002 г. 17.07.	-	0,195	3,430	2,232	0,220	0,546	2,098	8,721	-	$Cl^-SO_4^{2-}, Na^+$
	-	3,20	98,00	46,50	11,00	45,50	91,20			
	-	1,08	33,18	15,74	3,72	15,40	30,88			
2006 г. 21.07.	0,006	0,177	1,207	1,032	0,130	0,132	0,945	3,629	8,2	$Cl^-SO_4^{2-}, Na^+$
	0,20	2,90	34,00	21,50	6,50	11,00	41,10			
	0,17	2,47	29,01	18,35	5,55	9,38	35,07			
2008 г. 25.09.	-	0,189	3,990	3,072	0,210	0,522	2,887	10,370	7,4	$Cl^-SO_4^{2-}, Na^+$
	-	3,10	112,4	64,00	10,50	43,50	125,5			
	-	0,86	31,31	17,83	2,92	12,12	34,96			
2009 г. 17.04.	-	0,165	2,570	2,064	0,170	0,342	1,865	7,176	7,7	$Cl^-SO_4^{2-}, Na^+$
	-	2,70	72,40	43,00	8,50	28,50	81,10			
	-	1,14	30,65	18,21	3,61	12,07	34,32			
2010 г. 09.07.	0,006	0,165	0,454	0,456	0,090	0,072	0,338	1,581	8,0	SO_4^{2-}-Cl^-, Na^+
	0,20	2,70	12,80	9,50	4,50	6,00	14,70			
	0,40	5,35	25,40	18,85	8,93	11,90	29,17			
2013 г. 11.10.		0,195	1,98	1,51	0,15	0,24	1,44	5,539	8,2	SO_4^{2-}-Cl^-, Na^+
		3,20	56,0	31,5	7,50	20,0	63,2			
		1,76	30,87	17,37	4,13	11,03	34,84			
2016 г. 13.04.	-	0,207	2,215	2,232	0,140	0,300	1,846	6,940	7,7	$Cl^-SO_4^{2-}, Na^+$
	-	3,40	62,40	46,50	7,00	25,00	80,30			
	-	1,51	27,78	20,71	3,12	11,13	35,75			
2018 г. 18.04.	-	0,085	0,497	0,480	0,110	0,084	0,297	1,553	8,0	$Cl^-SO_4^{2-}, Na^+$
	-	1,40	14,00	10,00	5,50	7,00	12,90			
	-	2,76	27,56	19,68	10,83	13,78	25,39			

Кроме этого, за период эксплуатации водохранилища из-за заиления ложа объем воды уменьшился до 12-16 млн м^3.

Анализ полевых и лабораторных исследований показывает, что количественные и качественные характеристики аккумулируемого водного стока очень разнообразны. Химизм засоления хлоридно-сульфатный натриевый и сульфатно-хлоридный. Активная реакция воды слабощелочная и щелочная — pH =7,4-8,4. Уровень минерализации воды изменяется по годам от 1,194 до 7,176 г/л в весенний период и до максимальных колебаний осенью — от 2,099 до 10,370 г/л, что также говорит о полной зависимости от местного паводкового стока со склонов Ергенинской возвышенности.

Поверхностные воды могут использоваться практически для всех нужд агропромышленного комплекса. В современный период вода используется для водопоя скота и для любительского рыболовства.

Озеро Ялмата расположено на севере Республики Калмыкия в Малодербетовском районе (47°52′13″N44°36′2″E), вмещает в себя несколько млн м^3 воды (фото 2). Величина площади зеркала водной поверхности зависит от влагообеспеченности года и колеблется от 0,693 до 1,329 км^2 (рис. 2).

Минерализация воды варьирует от 0,533 до 2,742 г/л (табл. 2), что напрямую связано с объемом поступающего стока.

Гидрохимический состав также подвержен существенным изменениям по годам и внутрисезонно. Преобладают сульфатно-хлоридный натриевый, хлоридно-сульфатный натриевый и хлоридно-гидрокарбонатный натриевый типы

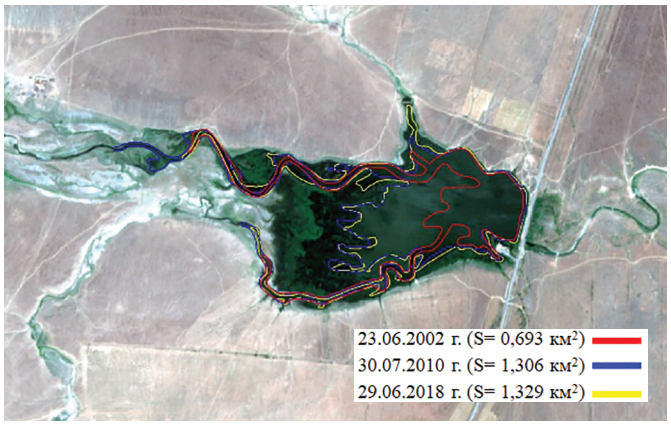


Рис. 2. Динамика площади зеркала водной поверхности озера Ялмата в разные по влагообеспеченности годы

Фото 2. Озеро Ялмата

Таблица 2

Динамика химического состава и минерализация поверхностных вод озера Ялмата Республики Калмыкия

Дата отбора	Концентрация ионов, г/л / мг-экв/л / % мг-экв							Сумма солей, г/л	pH	Химизм воды по ионам (% мг-экв)
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+			
2002 г. 17.07.	-	0,238	0,868	0,744	0,130	0,114	0,648	2,742	7,9	SO_4^{2-} Cl^-, Mg^{2+}, Na+
	-	3,90	24,80	15,50	6,50	9,50	28,20			
	-	4,41	28,05	17,54	7,35	10,75	31,90			
2004 г. 29.04.	0,024	0,305	0,497	0,163	0,060	0,066	0,338	1,453	8,2	SO_4^{2-} Cl^-, Ca^{2+}, Na+, Mg^{2+}
	0,80	5,00	14,00	3,40	3,00	5,50	14,70			
	1,72	10,78	30,17	7,33	6,47	11,85	31,68			
2006 г. 14.04.	-	0,183	0,177	0,024	0,050	0,042	0,057	0,533	7,7	HCO_3, Cl^-, Ca^{2+}, Na+, Mg^{2+}
	-	3,00	5,00	0,50	2,50	3,50	2,50			
	-	17,65	29,41	2,94	14,71	20,58	14,71			
2006 г. 21.07.	0,015	0,220	0,256	0,120	0,070	0,036	0,168	0,885	8,4	HCO_3, Cl^-, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Na+
	0,50	3,60	7,20	2,50	3,50	3,00	7,30			
	1,81	13,04	26,09	9,06	12,68	10,87	26,45			
2008 г. 25.09.	0,003	0,317	0,365	0,210	0,070	0,078	0,225	1,264	7,4	SO_4^{2-} HCO_3, Cl^-, Mg^{2+}, Na+
	0,10	5,20	10,00	4,50	3,50	6,50	9,80			
	0,25	13,13	25,25	11,37	8,84	16,41	24,75			
2009 г. 17.04.	0,003	0,232	0,298	0,072	0,080	0,036	0,156	0,877	8,1	HCO_3, Cl^-, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Na+
	0,10	3,80	8,40	1,50	4,00	3,00	6,80			
	0,36	13,77	30,43	5,44	14,50	10,87	24,63			
2010 г. 09.07.	-	0,238	0,213	0,048	0,050	0,036	0,124	0,709	8,2	HCO_3, Cl^-, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Na+
	-	3,90	6,00	1,00	2,50	3,00	5,40			
	-	17,89	27,52	4,59	14,50	10,87	24,63			
2013 г. 18.06.	-	0,409	0,781	0,384	0,110	0,072	0,580	2,336	8,3	SO_4^{2-} Cl^-, Na+
	-	6,70	22,00	8,00	5,50	6,00	25,20			
	-	9,13	29,97	10,90	7,49	8,17	34,34			
2016 г. 13.04.	-	0,311	0,568	0,600	0,120	0,042	0,554	2,195	8,3	SO_4^{2-} Cl^-, Na
	-	5,10	16,00	12,50	6,00	3,50	24,10			
	-	7,59	23,81	18,60	8,93	5,21	35,86			
2018 г. 18.04.	-	0,128	0,391	0,168	0,090	0,012	0,255	1,044	8,2	SO_4^{2-} Cl^-, Ca^{2+}, Na+
	-	2,10	11,00	3,50	4,50	1,00	11,10			
	-	6,33	33,13	10,54	13,55	3,01	33,44			

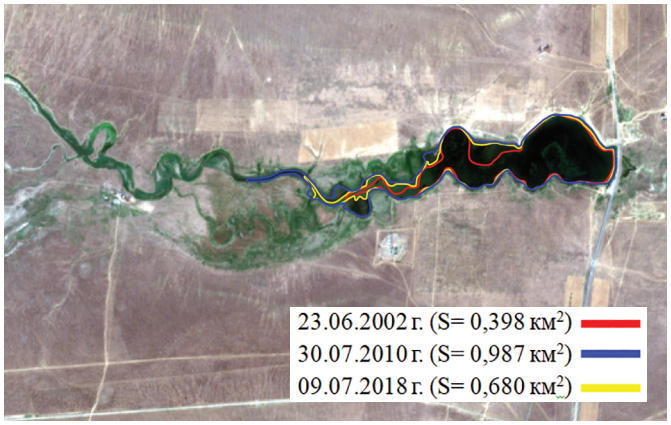
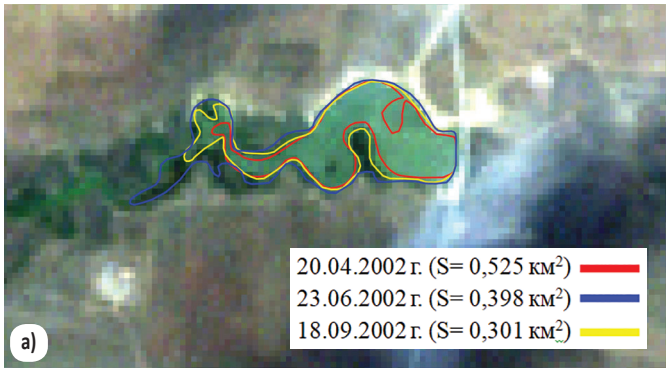


Рис. 3. Динамика площади зеркала водной поверхности водохранилища Нугра в разные по влагообеспеченности годы

Фото 3. Водохранилище Нугра



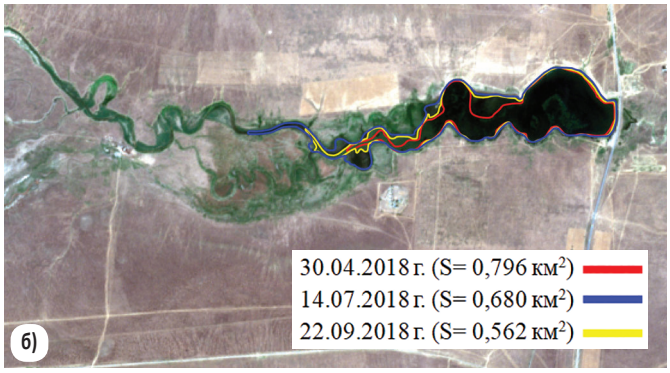


Рис. 4. Сезонная динамика площади зеркала водной акватории водохранилища Нугра Республики Калмыкия по данным дистанционного зондирования спутников: а) — 2002 г., Landsat 5 TM; б) — 2018 г., Sentinel-2

Таблица 3

Динамика химического состава и минерализация поверхностных вод водохранилища Нугра Республики Калмыкия

Дата отбора	Концентрация ионов, г/л / мг-экв/л / % мг-экв							Сумма солей, г/л	pH	Химизм воды по ионам (% мг-экв)
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+			
2002 г. 17.07.	-	0,293	1,288	2,424	0,240	0,222	1,417	5,884	8,0	Cl^-, SO_4^{2-} $Na+$
	-	4,80	36,80	50,50	12,00	18,50	61,6			
	-	2,61	19,98	27,41	6,51	10,04	33,45			
2004 г. 29.04.	0,018	0,226	0,454	0,826	0,090	0,060	0,570	2,244	8,2	Cl^-, SO_4^{2-} Mg^{2+}
	0,60	3,70	12,80	17,20	4,50	5,00	24,80			
	0,87	5,39	18,66	25,08	6,56	7,29	36,15			
2006 г. 21.07.	0,018	0,305	0,383	0,600	0,080	0,108	0,366	1,860	8,4	Cl^-, SO_4^{2-} Mg^{2+}, $Na+$
	0,60	5,00	10,80	12,50	4,00	9,00	15,90			
	1,04	8,65	18,68	21,63	6,92	15,57	27,51			
2007 г. 03.08.	-	0,281	4,260	8,736	0,320	0,672	5,396	19,665	6,6	Cl^-, SO_4^{2-} $Na+$
	-	4,60	120,0	182,0	16,00	56,00	234,6			
	-	0,75	19,57	29,68	2,61	9,13	38,26			
2008 г. 02.07.	0,003	0,195	0,241	0,432	0,090	0,042	0,255	1,258	8,2	Cl^-, SO_4^{2-} Ca^{2+}, $Na+$
	0,10	3,20	6,80	9,00	4,50	3,50	11,10			
	0,26	8,38	17,80	23,56	11,78	9,16	29,05			
2010 г. 09.07.	0,006	0,201	0,156	0,096	0,060	0,012	0,136	0,667	8,1	HCO_3, Cl^-, Ca^{2+}, $Na+$
	0,20	3,30	4,40	2,00	3,00	1,00	5,90			
	1,01	16,67	22,22	10,10	15,15	5,05	29,80			
2013 г. 18.06.	-	0,250	0,781	1,080	0,090	0,090	0,842	3,133	8,1	Cl^-, SO_4^{2-} $Na+$
	-	4,10	22,0	22,50	4,50	7,50	36,60			
	-	4,22	22,63	23,15	4,63	7,72	37,65			
2016 г. 13.04.	-	0,232	0,497	0,504	0,090	0,084	0,386	1,793	7,9	SO_4^{2-} Cl^-, $Mg^{2+}Na+$
	-	3,80	14,00	10,50	4,50	7,00	16,80			
	-	6,72	24,73	18,55	7,95	12,37	29,68			
2018 г. 18.04.	-	0,085	0,128	0,048	0,060	0,024	0,023	0,368	7,9	HCO_3, Cl^-, $Mg^{2+}Ca^{2+}$
	-	1,40	3,60	1,00	3,00	2,00	1,00			
	-	11,67	30,00	8,33	25,00	16,67	8,33			

засоления. Водородный показатель (pH) изменяется от 7,4 до 8,4, то есть вода имеет слабощелочную и щелочную реакцию. Поверхностные воды используются для водопоя сельскохозяйственных животных и любительского рыболовства. Так, в 2017 г. состоялось зарыбление водоема 2 тоннами молоди карпа, белого амура и толстолобика.

Водохранилище Нугра (фото 3) располагается в Кетченеровском районе Республики Калмыкия (47°24′37″N44°37′8″E). Водохранилище создано в результате создания в низовье реки Элиста насыпной земляной плотины, длина которой 460 м и ширина 5 м. С южной и северной сторон берега водоема окаймлены пологими отрогами Ергенинской возвышенности, что позволяет формировать местный поверхностный сток с ее склонов. При этом через водохранилище транзитом протекает река Элиста. Водохранилище Нугра в зависимости от водности года вмещает от 5,0 до 21,5 млн м^3. При этом его длина 2,5 км, ширина 500 м, наибольшая глубина 5 м. Анализ материалов дистанционного зондирования показывает, что площадь зеркала водной поверхности данного водоема зависит от влагообеспеченности года и носит сезонный характер (рис. 3 и 4).

Данному водоему присущи резкие колебания минерализации воды. Весной она составляет 0,554-1,490 г/л, а к осени повышается до 2,269-4,241 г/л (табл. 3). Экстремальным был 2007 г., когда весной минерализация воды находилась на уровне 3,745 г/л и затем повысилась до 19,665 г/л.

Основные типы химизма воды: сульфатно-хлоридный натриевый, сульфатный натриевый. Активная реакция воды слабощелочная и щелочная, так как pH находится в пределах 7,6-8,4. В настоящий период поверхностные воды используется для водопоя скота, а также развито любительское рыболовство.

Водохранилище Амта-Бургуста (фото 4) вместимостью до 15 млн м^3 расположено в Кетченеровском районе Республики Калмыкия (47°17′26,8″N44°34′11,2″E). Площадь водной акватории варьирует от 0,046 до 0,071 км^2 (рис. 5). За период проведения мониторинга минерализация поверхностных вод колебалась от 0,403 до 1,584 г/л (табл. 4).

Химический состав воды изменяется от сульфатно-хлоридного натриевого до гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого и гидрокарбонатно-натриево-кальциевого типа. Вода пригодна для водопоя скота, орошения и на технологические нужды. Имеется также возможность организации хозяйственно-питьевого водоснабжения при строительстве очистных сооружений.

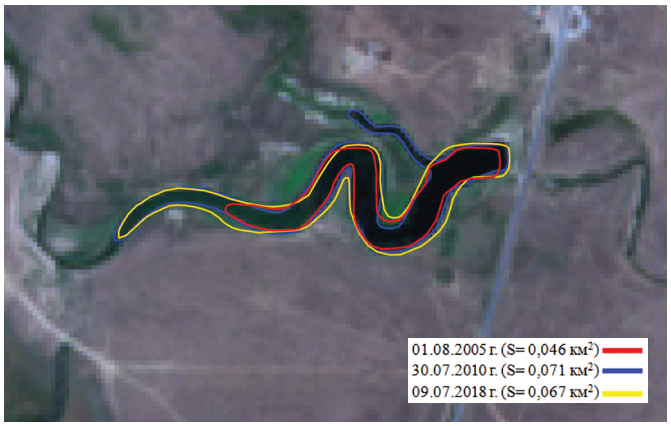


Рис. 5. Динамика площади зеркала водной поверхности водохранилища Амта-Бургуста в разные по влагообеспеченности годы

Фото 4. Водохранилище Амта-Бургуста

Таблица 4

Динамика химического состава и минерализация поверхностных вод водохранилища Амта-Бургуста Республики Калмыкия

Дата отбора	Концентрация ионов, г/л / мг-экв/л / % мг-экв							Сумма солей, г/л	pH	Химизм воды по ионам (% мг-экв)
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+			
2002 г. 17.07.	-	0,183	0,308	0,456	0,050	0,060	0,317	1,374	8,2	Cl^-, SO_4^{2-} $Na+$
	-	3,00	8,80	9,50	2,50	5,00	13,80			
	-	7,04	20,66	22,30	5,87	11,74	32,39			
2005 г. 01.06.	0,003	0,189	0,270	0,624	0,070	0,042	0,386	1,584	8,3	Cl^-, SO_4^{2-} Mg^{2+}, $Na+$
	0,10	3,10	7,60	13,00	3,50	3,50	16,80			
	0,21	6,51	15,97	27,31	7,35	7,35	35,30			
2009 г. 17.04.	0,011	0,238	0,227	0,312	0,080	0,054	0,199	1,121	8,5	Cl^-, $SO_4^{2-}Na+$
	0,35	3,90	6,40	6,50	4,00	4,50	8,65			
	1,02	11,37	18,66	18,95	11,66	13,12	25,22			
2013 г. 18.06.	-	0,207	0,426	0,168	0,040	0,066	0,262	1,169	8,0	Cl^-, SO_4^{2-} Ca^{2+}, $Na+$
	-	3,40	12,00	3,50	2,00	5,50	11,40			
	-	8,99	31,75	9,26	5,29	14,55	30,16			
2015 г. 02.05.	-	0,244	0,142	0,144	0,100	0,042	0,058	0,630	8,4	HCO_3, Cl^-, Ca^{2+}, $Na+$
	-	4,00	4,00	3,00	5,00	3,50	2,50			
	-	18,18	18,18	13,64	22,73	15,91	11,36			
2016 г. 13.04.	-	0,262	0,270	0,288	0,070	0,054	0,228	0,902	8,2	Cl^-, $SO_4^{2-}Na+$
	-	4,30	7,60	6,00	3,50	4,50	9,90			
	-	12,01	21,23	16,76	9,78	12,57	27,65			
2017 г. 11.04.	-	0,195	0,071	0,024	0,050	0,012	0,051	0,403	8,3	SO_4^{2-} Cl^-, $Mg^{2+}Na+$
	-	3,20	2,00	0,50	2,50	1,00	2,20			
	-	28,07	17,54	4,39	21,93	8,77	19,30			
2018 г. 18.04.	0,015	0,128	0,241	0,120	0,120	0,042	0,045	0,698	8,0	HCO_3, Cl^-, $Mg^{2+}Ca^{2+}$
	0,05	2,10	6,80	2,50	6,00	3,50	1,95			
	0,22	9,17	29,69	10,92	26,20	15,28	8,52			

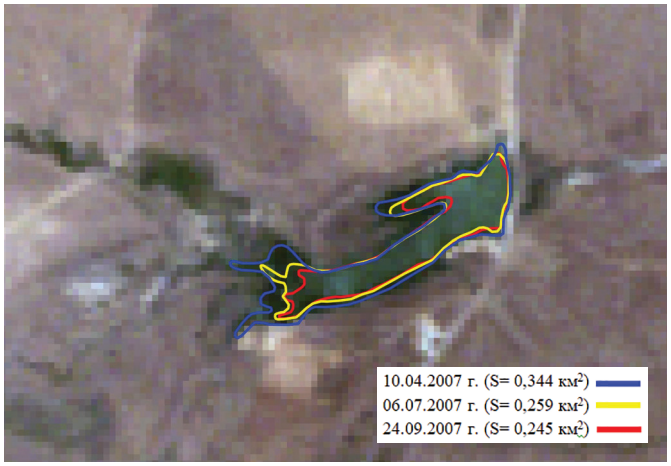


Рис. 6. Сезонная динамика площади водной акватории водохранилища Суварган за 2007 г. по данным дистанционного зондирования спутника Landsat 5 TM

Фото 5. Водохранилище Суварган

Таблица 5

Динамика химического состава и минерализация поверхностных вод водохранилища Суварган Республики Калмыкия

Дата отбора	Концентрация ионов, г/л / мг-экв/л / % мг-экв							Сумма солей, г/л	pH	Химизм воды по ионам (% мг-экв)
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+			
2002 г. 17.07.	-	0,433	1,785	2,112	0,300	0,258	1,509	6,397	8,1	SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, Na+
	-	7,10	51,00	44,00	15,00	21,50	65,60			
	-	3,48	24,97	21,55	7,35	10,53	32,12			
2005 г. 01.06.	-	0,372	1,540	2,112	0,240	0,216	1,461	5,941	8,2	Cl^-, SO_4^{2-}, Na+
	-	6,10	43,40	44,00	12,00	18,00	63,50			
		3,26	23,21	23,53	6,42	9,62	33,96			
2007 г. 17.04.	-	0,366	1,761	2,280	0,240	0,252	1,612	6,511	7,8	SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, Na+
	-	6,00	49,60	47,50	12,00	21,00	70,10			
	-	2,91	24,05	23,04	5,82	10,18	34,00			
2007 г. 27.06.	0,015	0,329	2,244	2,712	0,260	0,276	2,061	7,897	7,6	SO_4^{2-}, Cl^-, Na+
	0,50	5,40	63,20	56,50	13,00	23,00	89,60			
	0,20	2,15	25,16	22,49	5,17	9,16	35,67			
2007 г. 07.09.	0,004	0,275	3,010	3,600	0,250	0,396	2,739	10,279	8,4	SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, Na+
	0,30	4,50	84,80	75,00	12,50	33,00	119,10			
	0,09	1,37	25,76	22,78	3,80	10,02	36,18			
2016 г. 13.04.	-	0,421	0,426	1,320	0,200	0,198	0,458	3,023	8,1	Cl^-, SO_4^{2-} Mg^{2+}, Na+
	-	6,90	12,00	27,50	10,00	16,50	19,90			
	-	7,44	12,93	29,63	10,78	17,78	21,44			
2018 г. 18.04.	0,030	0,201	1,179	1,152	0,200	0,198	0,784	3,717	8,1	SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, Na+
	0,10	3,30	33,20	24,00	10,00	16,50	34,10			
	0,08	2,72	27,39	19,81	8,25	13,61	28,14			

Водохранилище Суварган (фото 5), расположающееся в Кетченеровском районе Республики Калмыкия (47°04′10,0″N44°26′41,1″E), обладает низкими качественными показателями воды. Весной минерализация воды колеблется в зависимости от влагообеспеченности года от 3,02 до 6,51 г/л, осенью сумма водорастворимых солей повышается до 6,67-10,23 г/л (табл. 5).

Как видно тип химизма: сульфатно-хлоридный натриевый, хлоридно-сульфатный натриевый, водородный показатель (pH) изменяется в пределах от 7,6 до 8,6.

Площадь зеркала водной поверхности (S) в течение года изменяется, так, например, в 2007 г., по данным космических снимков спутника Landsat 5 TM, в весенний период S = 0,344 км², в сентябре S уменьшилась на 29% (рис. 6).

Заключение

На основе материалов дистанционного зондирования установлены зависимости площади водной акватории водоемов от влагообеспеченности и сезона года. Наблюдается увеличение минерализации воды в осенний период (сезонный характер), что связано с высокой испаряемостью с поверхности водоемов, а также влиянием высоких запасов солей в почвенном профиле, часть которых из ложа водохранилища переходит в воду. Одновременно с ростом минерализации происходит и ухудшение гидрохимического состава. В основном он становится хлоридно-сульфатно-натриевым, а иногда сульфатно-хлоридно-натриевым. В ряде случаев на второе место по содержанию катионов выходит магний. Во всех пробах воды минимальное абсолютное и относительное содержание приходится на кальций.

Литература

1. Адьяев С.Б., Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Комплексное использование водных ресурсов Республики Калмыкия: монография / под общ. ред. О.В. Демкина. Элиста: ЗАОР «НПП «Джангар», 2006. 200 с.

2. Богданов В.П. Экономика водного хозяйства Калмыкии. Элиста: АПП «Джангар», 1997. 252 с.

3. Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А., Дедов А.А. Экосистемный мониторинг водных ресурсов и мелиоративных объектов // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3. С. 56-61.

4. Дедова Э.Б., Дубенок Н.Н., Бородычев В.В., Исаева С.Д., Сазанов М.А. Методические положения создания комплексного мониторинга водных ресурсов и мелиоративных систем Республики Калмыкия. М., 2017. 97 с.

5. Дедова Э.Б. Зональная шкала оценки качества поливных вод республики Калмыкия // Синергия. 2018. № 1. С. 88-95.

6. Vershinin, V.V., Murasheva, A.A., Shirokova, V.A., Khutorova, A.O., Shapovalov, D.A., Tarbaev, V.A. (2016). The solutions of the agricultural land use monitoring problems. *International Journal of Environmental and Science Education*, vol. 11, no. 12, pp. 5058-5069.

7. Овчинников А.С., Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Мониторинг водных ресурсов Республики Калмыкия и проблемы экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2015. № 3 (39). С. 9-19.

Об авторах:

Дедова Эльвира Батыревна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0640-911X, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, elviola27@gmail.com
Вершинин Валентин Валентинович, доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой почвоведения, экологии и природопользования,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9046-827X, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, v.vershinin.v@mail.ru
Хуторова Алла Олеговна, кандидат географических наук, доцент кафедры почвоведения, экологии и природопользования,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9389-2444, hutorova_alla@mail.ru
Шабанов Рустам Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, rustam1_9@mail.ru
Дедов Андрей Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, dedov69.69@mail.ru

INTEGRATED MONITORING OF THE STATE OF WATER BODIES OF THE EASTERN SLOPE OF THE ERGENIN HILL

E.B. Dedova[1], V.V. Vershinin[2], A.O. Khutorova[2], R.M. Shabanov[3], A.A. Dedov[3]

[1]All-Russia research institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia
[2]State university of land use planning, Moscow, Russia
[3]All-Russia research institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov (Kalmyk branch), Elista, Russia

The article presents the results of long-term monitoring of the ecological state of surface water of water bodies of the Ergeninsky Upland, based on the analysis of field and laboratory studies, as well as remote sensing materials. It has been shown that the flood surface runoff from the eastern slope of Ergeni accumulates in reservoir ponds, while the long-term average annual layer varies from 8 to 30 mm/year (volume up to 150 million m³). Information is presented on the chemical (anionic and cationic) composition and degree of mineralization of surface water of the reservoirs of the eastern slope of the Ergeninsky Upland: Lake Yalmata, reservoirs Suvargan, Arshan-Zelmen, Nugra and Amta-Burgusta. Based on remote sensing materials, the dependences of the area of the water area of water bodies on moisture availability and season of the year have been established. There is an increase in water mineralization in the autumn period (seasonal), which is associated with high evaporation from the surface of water bodies, as well as the influence of high salt reserves in the soil profile, some of which from the reservoir bed goes into the water. Along with the increase in mineralization, a deterioration in the hydrochemical composition also occurs. Basically, it becomes sodium chloride-sulphate, and sometimes sodium sulfate-chloride. In some cases, magnesium takes the second place in the cation content. In all water samples, the minimum absolute and relative content is calcium. The hydrogen index (pH) varies from 7.4 to 8.4, that is, water has a slightly alkaline and alkaline reaction. Surface water is used for watering farm animals and recreational fishing.

Keywords: *monitoring, water body, lake, reservoir, Arshan-Zelmen, Nugra, Suvargan, Amta-Burgusta, Ylmata, remote sensing.*

References

1. Ad'yaev, S.B., Dedova, Eh.B., Sazanov, M.A. (2006). *Kompleksnoe ispol'zovanie vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya: monografiya* [Integrated use of water resources of the Republic of Kalmykia: monograph]. Elista, ZAOR "NPP "Dzhangar" Publ., 200 p.

2. Bogdanov, V.P. (1997). *Ehkonomika vodnogo khozyaistva Kalmykii* [Water economics of Kalmykia]. Elista, APP "Dzhangar" Publ., 252 p.

3. Borodychev, V.V., Dedova, Eh.B., Sazanov, M.A., Dedov, A.A. (2017). Ehkosistemnyi monitoring vodnykh resursov i meliorativnykh ob"ektov [Ecosystem monitoring of water resources and reclamation facilities]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*, no. 3, pp. 56-61.

4. Dedova, Eh.B., Dubenok, N.N., Borodychev, V.V., Isaeva, S.D., Sazanov, M.A. (2017). *Metodicheskie polozheniya sozdaniya kompleksnogo monitoringa vodnykh resursov i meliorativnykh sistem Respubliki Kalmykiya* [Methodological provisions for the creation of integrated monitoring of water resources and reclamation systems of the Republic of Kalmykia]. Moscow, 97 p.

5. Dedova, Eh.B. (2018). Zonal'naya shkala otsenki kachestva polivnykh vod respubliki Kalmykiya [Zonal scale of estimation of the quality of fuel water of the Republic of Kalmyky]. *Sinergiya*, no. 1, pp. 88-95.

6. Vershinin, V.V., Murasheva, A.A., Shirokova, V.A., Khutorova, A.O., Shapovalov, D.A., Tarbaev, V.A. (2016). The solutions of the agricultural land use monitoring problems. *International Journal of Environmental and Science Education*, vol. 11, no. 12, pp. 5058-5069.

7. Ovchinnikov, A.S., Borodychev, V.V., Dedova, Eh.B., Sazanov, M.A. (2015). Monitoring vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya i problemy ehkosistemnogo vodopol'zovaniya v agropromyshlennom komplekse [Monitoring of water resources of the Republic of Kalmykia and the problems of ecosystem water use in the agro-industrial complex]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa* [Izvestia of the Lower Volga agro-university complex], no. 3 (39), pp. 9-19.

About the authors:

Elvira B. Dedova, doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0640-911X, Scopus ID: 57130902500, Researcher ID: C-1822-2014, elviola27@gmail.com
Valentin V. Vershinin, doctor of economic sciences, professor, head of the department of soil science, ecology and nature management,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9046-827X, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, v.vershinin.v@mail.ru
Alla O. Khutorova, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of soil science, ecology and nature management,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9389-2444, hutorova_alla@mail.ru
Rustam M. Shabanov, candidate of agricultural sciences, senior researcher, rustam1_9@mail.ru
Andrey A. Dedov, candidate of agricultural sciences, senior researcher, dedov69.69@mail.ru

v.vershinin.v@mail.ru

УДК 631.58.631,48:581:5 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15083

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, Г.М. Дериглазова, Т.В. Гаврилова

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

Представлены результаты многолетних стационарных исследований по комплексной оценке основных предшественников яровых зерновых культур, используемых в почвенно-климатических условиях Курской области. Установлено, что продуктивность яровых зерновых культур на черноземных почвах региона подвержена значительным колебаниям по годам: яровой пшеницы — от 1,11 до 3,88 т/га при размещении ее по сахарной свекле и от 1,09 до 4,02 т/га при размещении ее по кукурузе на силос; ярового ячменя — от 2,21 до 4,97 т/га и от 2,28 до 4,95 т/га соответственно. Величина урожайности яровых зерновых культур на 52,0-54,3% определялась воздействием сложившихся погодных условий, на 17,1-22,8% влиянием уровня удобренности и на 11,6-10,6% размещением их в севообороте по различным предшественникам. Результаты исследований свидетельствуют о том, что лучшим предшественником яровых зерновых культур, обеспечивающим оптимальные условия для их роста и развития, является кукуруза на силос. Размещение ярового ячменя и яровой пшеницы в севооборотах по кукурузе способствовало повышению запасов продуктивной влаги перед посевом в слое почвы 0-25 см на 7,9-8,0 мм, запасов нитратного азота — на 1,4-2,4 кг/га, снижению засоренности посевов на 7,1-8,2 шт./м² на неудобренном фоне и на 6,9-8,8 шт./м² на удобренном фоне, в сравнении с размещением их после сахарной свеклы. Размещение яровых зерновых культур в севооборотах после кукурузы на силос повышало урожайность яровой пшеницы на 0,20-0,24 т/га, ярового ячменя — на 0,14-0,16 т/га, обеспечивало лучшие показатели качества зерна в сравнении с возделыванием их после сахарной свеклы.

Ключевые слова: *чернозем типичный, яровой ячмень, яровая пшеница, предшественники, кукуруза, сахарная свекла, продуктивная влага, нитратный азот, засоренность, урожайность.*

Введение

В балансе зерна Курской области яровые зерновые культуры занимают второе место, а в неблагоприятные годы, когда озимые пересеваются, они играют ведущую роль. В последнее десятилетие яровые зерновые культуры в области высеваются на площади 447-572 тыс. га, что составляет 50,1-60,3% площади посева всего зернового клина. Продуктивность яровых зерновых культур подвержена значительным колебаниям по годам: урожайность яровой пшеницы в последнее десятилетие варьировала от 2,10 т/га в 2011 г. до 4,71 т/га в 2017 г., ярового ячменя — от 1,89 т/га в 2010 г. до 4,38 т/га в 2017 г. [1]. Такое варьирование связано с метеорологическими условиями года, агротехническими приемами возделывания культур, а также с сочетанием этих факторов [2, 3, 4].

Получение высоких и стабильных урожаев яровых зерновых культур возможно лишь при широком внедрении современных агротехнологий возделывания, представляющих собой набор приемов по управлению продукционным процессом с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и экономической эффективности [5, 6]. Экономические и экологические проблемы современного растениеводства требуют значительных изменений применяемых технологий в сторону их биологизации и ресурсосбережения при обеспечении рентабельности сельскохозяйственного производства [7, 8].

Важным агротехнологическим приемом получения высоких урожаев качественного зерна яровой пшеницы и ярового ячменя является размещение их в севооборотах по хорошим предшественникам [9, 10]. Поэтому комплексная агроэкологическая оценка основных предшественников яровых зерновых культур в почвенно-климатических условиях Курской области имеет важное теоретическое и практическое значение.

Цель исследования

Цель исследования — разработать научно обоснованные параметры размещения яровых зерновых культур в севооборотах, дать комплексную оценку эффективности использования основных предшественников яровой пшеницы и ярового ячменя в условиях черноземных почв Курской области.

Материалы и методика

Исследования проводились в многолетнем стационарном опыте лаборатории технологий возделывания полевых культур и экологической оценки земель ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в течение 10 ротаций 5-польных севооборотов.

Изучали эффективность возделывания яровых зерновых культур в зернопропашных севооборотах при размещении их по сахарной свекле и кукурузе на силос (фактор А) на двух уровнях удобренности: 1-й фон без удобрения; 2-й фон минерального питания, сложившийся в 5-польных севооборотах за 10 ротаций (фактор В). Севообороты в первых 5 ротациях (1972-1982 гг.) были развернуты во времени и пространстве, а в 6-10 ротациях — только во времени. Повторность в опыте 3-кратная. Расположение делянок систематическое, площадь опытной делянки общая — 370 м² (7,4×50 м), учетная — 200 м² (4 м×50 м). Норма посева яровой пшеницы — 5 млн, ярового ячменя — 4,5 млн всхожих зерен на 1 га.

Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном слое — 6,0-6,2%, подвижного фосфора (по Чирикову) — 101-145 мг/кг, обменного калия (по Масловой) — 168-190 мг/кг почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (pH 6,8-7,0). Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

Данные проведенных нами исследований свидетельствуют о том, что продуктивность яровых зерновых культур в опыте была подвержена значительным колебаниям по годам. На варьирование урожайности яровых зерновых культур существенное влияние оказывали такие факторы, как предшественник, уровень удобренности и погодные условия (табл. 1).

© Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Дериглазова Г.М., Гаврилова Т.В., 2020
Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 17-20.

Урожайность яровой пшеницы, возделываемой в севообороте по сахарной свекле, на неудобренном фоне варьировала от 1,11 до 3,88 т/га, а при размещении ее по кукурузе на силос — от 1,09 до 4,02 т/га. Продуктивность ячменя во все годы исследований была выше продуктивности яровой пшеницы: в вариантах без применения удобрений по кукурузе — на 0,47 т/га, по сахарной свекле — на 0,47 т/га; на удобренных вариантах по кукурузе — на 0,66 т/га, по сахарной свекле — на 0,76 т/га. Урожайность ярового ячменя, возделываемого в севообороте по сахарной свекле, на неудобренном фоне варьировала от 2,21 до 4,97 т/га, а при размещении его по кукурузе на силос — от 2,28 до 4,95 т/га. Внесение минеральных удобрений не стало стабилизирующим фактором урожайности яровых зерновых культур. В удобренных вариантах величина колебаний урожайности яровой пшеницы, при возделывании ее по кукурузе, составила 3,01 т/га, по сахарной свекле — 2,83 т/га, ярового ячменя — 3,15 и 2,71 т/га соответственно.

Дисперсионный анализ общего массива данных показал, что величина урожайности яровых зерновых культур на 52,0-54,3% определялась воздействием сложившихся погодных условий, на 17,1-22,8% влиянием уровня удобренности и на 11,6-10,6% размещением их в севообороте по различным предшественникам (табл. 2).

Влияние взаимодействия факторов на варьирование урожайности было незначительным. Так, эффект от взаимодействия погодных условий и удобрений, или погодных условий и севооборота, колебался в пределах 2%. Взаимодействие факторов «севооборот» и «удобрение» не оказывало существенного влияния на варьирование урожайности яровых зерновых культур.

Многолетняя комплексная агротехнологическая оценка основных предшественников яровых зерновых культур, проводимая в стационарном опыте, показала, что лучшим для них предшественником в условиях Курской области является кукуруза на силос. Установлено, что кукуруза, возделываемая на силос, как предшественник, обеспечивала лучший водный режим в период вегетации яровых зерновых культур. Так, запасы продуктивной влаги после кукурузы в слое почвы 0-25 см перед посевом яровой пшеницы были на 8,0 мм, а перед посевом ярового ячменя — на 7,9 мм выше в сравнении с размещением ее после сахарной свеклы (табл. 3).

На удобренном фоне запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы перед посевом яровой пшеницы и ярового ячменя были выше, чем на неудобренном фоне: по кукурузе — на 4,9-5,1 мм, по сахарной свекле — на 3,0-2,8 мм соответственно. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы после сахарной свеклы составили 117,6-119,8 мм, или на 7,1-5,6 мм ниже, чем после кукурузы, то есть сахарная свекла иссушала почву сильнее и на большую глубину.

Более высокие запасы продуктивной влаги в почве после кукурузы способствовали лучшему накоплению нитратного азота под яровыми зерновыми культурами. Так, запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см перед посевом яровых зерновых культур, высеваемых после кукурузы на силос, на неудобренном фоне составили 15,5-17,0 кг/га, а на удобренном —

Таблица 1

Варьирование урожайности яровых зерновых культур в зависимости от предшественника и уровня удобренности (среднее за 10 ротаций 5-польных севооборотов)

Предшественник	Пределы колебания урожайности, т/га		Величина колебания урожайности, т/га	
	без удобрений	последействие удобрений	без удобрений	последействие удобрений
Яровая пшеница				
Сахарная свекла	1,11-3,88	1,72-4,55	2,77	2,83
Кукуруза	1,09-4,02	1,74-4,75	2,93	3,01
Яровой ячмень				
Сахарная свекла	2,21-4,97	2,75-5,46	2,76	2,71
Кукуруза	2,28-4,95	2,51-5,66	3,67	3,15

Таблица 2

Доля вклада факторов в варьирование продуктивности яровых зерновых культур

Факторы	Доля вклада, %	
	Яровой ячмень	Яровая пшеница
Погода	52,0**	54,3**
Севооборот	10,6 *	11,6 *
Удобрение	22,8**	17,1**
Погода-севооборот	1,5 *	1,7*
Погода-удобрение	2,5*	2,1*
Удобрение-севооборот	0,5	0,7
Остаток	10,1**	12,5**

***Достоверно при 0,99% уровне значимости.*

**Достоверно при 0,95% уровне значимости.*

Таблица 3

Влияние предшественника и уровня удобренности на запасы продуктивной влаги перед посевом яровых зерновых культур (среднее за 10 ротаций 5-польных севооборотов)

Предшественник	Фон минерального питания	Яровая пшеница				Яровой ячмень		
		горизонт, см	запасы влаги, мм	прибавка, мм		запасы влаги, мм 1,02	прибавка, мм	
				от удобрений	от предшественника		от удобрений	от предшественника
Кукуруза	без удобрений	0-25	31,6	-	-	32,0	-	-
		0-40	51,1	-	-	52,4	-	-
		0-100	121,9	-	-	123,7	-	-
	последействие удобрений	0-25	36,5	+4,9	-	37,1	+5,1	-
		0-40	56,9	+5,8	-	57,7	+5,3	-
		0-100	127,4	+5,5	-	128,9	+5,2	-
Сахарная свекла	без удобрений	0-25	23,6	-	-8,0	24,1	-	-7,9
		0-40	43,8	-	-7,3	44,7	-	-7,7
		0-100	117,6	-	-4,3	119,8	-	-3,9
	последействие удобрений	0-25	26,6	+3,0	-9,9	26,9	+2,8	-10,2
		0-40	48,0	+4,2	-8,9	48,6	+3,9	-9,1
		0-100	120,3	_+2,7	-7,1	123,3	+3,5	-5,6

24,4-26,1 кг/га, или на 1,8-2,3 кг/га по яровой пшенице и на 1,4-2,4 кг/га по яровому ячменю выше, чем в соответствующих вариантах после сахарной свеклы (табл. 4).

В фазе колошения яровых зерновых запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см повышались до 91,9-96,5 кг/га на неудобренном фоне и на 110,2-115,1 кг/га на удобренном фоне, разница же в его запасах по вариантам опыта сохранялась. Ко времени уборки запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см были минимальными (9,7-11,2 кг/га), разницы в запасах нитратного азота по вариантам опыта практически не наблюдалось.

Предшественники оказывали существенное влияние на засоренность посевов яровых зерновых культур. Самая низкая засоренность посевов во все годы наблюдений отмечена при возделывании их по кукурузе. Количество сорных растений в фазе кущения яровой пшеницы и ярового ячменя в этих вариантах составило 51,7-65,4 шт./м^2 на неудобренном фоне и 54,6-73,3 шт./м^2 на удобренном фоне. При размещении их по сахарной свекле засоренность посевов повышалась на неудобренном фоне на 7,1-8,2 шт./м^2 и на 6,9-8,8 шт./м^2 на удобренном фоне (табл. 5).

Лучший водный и нитратный режимы почвы, а также более низкая засоренность посевов, складывающиеся после кукурузы, способствовали получению более высокой урожайности яровых зерновых культур.

В среднем за 10 ротаций 5-польных севооборотов (1972-1982, 1987, 1992, 1997, 2002, 2007, 2012, 2017 гг.) урожайность яровой пшеницы, высеваемой по кукурузе, была на 0,20-0,24 т/га, а ярового ячменя — на 0,14-0,16 т/га выше урожайности по сахарной свекле (табл. 6).

Эффективность минеральных удобрений на посевах ярового ячменя, высеваемого как по кукурузе, так и по сахарной свекле, была несколько выше их эффективности на посевах яровой пшеницы. Прибавки урожая яровой пшеницы от внесения минеральных удобрений составили 0,51-0,55 т/га, ярового ячменя — 0,74-0,80 т/га.

Более высокое содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы было отмечено при возделывании ее после кукурузы. В среднем за 18 лет содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы, высеваемой после кукурузы, было на 0,5-0,6% выше в сравнении с возделыванием ее после сахарной свеклы. Влияние предшественника на качество зерна ярового ячменя было менее значимым — при возделывании ячменя по кукурузе на силос содержание белка в зерне составило 9,5-10,1%, по сахарной свекле — 9,8-10,5% (табл. 7).

Заключение

Таким образом, лучшим предшественником яровых зерновых культур (яровая пшеница, яровой ячмень), обеспечивающим оптимальные условия для их роста и развития в условиях Курской области, является кукуруза на силос. Размещение ярового ячменя и яровой пшеницы в севооборотах по кукурузе способствовало повышению запасов продуктивной влаги перед посевом в слое почвы 0-25 см на 7,9-8,0 мм, запасов нитратного азота — на 1,4-2,4 кг/га, снижению засоренности посевов — на 7,1-8,2 шт./м^2 на неудобренном фоне,

Таблица 4

Динамика нитратного азота в почве под яровыми зерновыми культурами, возделываемыми по различным предшественникам на различных уровнях удобренности (среднее за 10 ротаций 5-польных севооборотов)

Предшественник	Фон минерального питания	Запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см, кг/га		
		перед посевом	в фазе колошения	перед уборкой
Яровая пшеница				
Кукуруза	без удобрений	15,5	94,7	10,8
	последействие удобрений	24,4	112,8	11,2
Сахарная свекла	без удобрений	13,7	91,9	10,1
	последействие удобрений	22,1	110,2	9,9
Яровой ячмень				
Кукуруза	без удобрений	17,0	96,5	9,7
	последействие удобрений	26,1	115,3	10,1
Сахарная свекла	без удобрений	15,6	93,4	9,9
	последействие удобрений	23,7	115,1	10,0

Таблица 5

Влияние предшественников и уровня удобренности на засоренность посевов яровых зерновых культур (среднее за 10 ротаций 5-польных севооборотов)

Предшественник	Фон минерального питания	Засоренность посевов			
		Яровая пшеница		Яровой ячмень	
		шт./м^2	г/м^2	шт./м^2	г/м^2
Кукуруза	без удобрений	51,7	37,8	65,4	48,2
	последействие удобрений	54,6	38,5	73,3	98,6
Сахарная свекла	без удобрений	58,8	41,2	73,6	57,5
	последействие удобрений	61,5	50,7	82,1	99,4

Таблица 6

Влияние предшественников и уровня удобренности на урожайность яровых зерновых культур (среднее за 10 ротаций 5-польных севооборотов)

Предшественник яровых зерновых (фактор А)	Фон минерального питания (фактор В)	Урожайность, ц/га	Прибавка, т/га	
			от предшественника	от удобрений
Яровой ячмень				
Кукуруза	Без удобрений	3,24	+0,16	-
	Последействие	3,98	+0,14	0,74
Сахарная свекла	Без удобрений	3,04		-
	Последействие	3,84		0,80
НСР05 по фактору А			0,15	
НСР05 по фактору В			0,19	
Яровая пшеница				
Кукуруза	Без удобрений	2,77	+0,20	-
	Последействие	3,32	+0,24	0,55
Сахарная свекла	Без удобрений	2,57	-	
	Последействие	3,08	-	0,51
НСР05 по фактору А			0,17	
НСР05 по фактору В			0,22	

Таблица 7

Влияние предшественников и уровня удобренности на качество зерна яровых зерновых культур (среднее за 10 ротаций 5-польных севооборотов)

Предшественник	Фон минерального питания	Яровая пшеница	Яровой ячмень
		содержание сырой клейковины, %	содержание белка, %
Кукуруза	без удобрений	24,3	9,5
	последействие удобрений	25,5	10,1
Сахарная свекла	без удобрений	23,8	9,8
	последействие удобрений	24,9	10,5

на 6,9-8,8 шт./м^2 на удобренном фоне в сравнении с размещением их после сахарной свеклы. Размещение яровых зерновых культур в севооборотах после кукурузы на силос повышало урожайность яровой пшеницы на 0,20-0,24 т/га, ярового ячменя — на 0,14-0,16 т/га, обеспечивало лучшие показатели качества зерна в сравнении с возделыванием их после сахарной свеклы.

Литература

1. Лазарев В.И., Лазарева Р.И., Ильин Б.С., Гаврилова Т.В. Агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы по различным предшественникам в условиях Курской области // Земледелие. 2019. № 5. С. 25-27.

2. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии. СПб.: Лань, 2015. 463 с.

3. Gan, Y., Liang, C., Chai, Q., Lemke, R.L., Campbell, C.A., Zentner, R.P. (2014). Improving farming practices reduces the carbon footprint of spring wheat production. *Nature Communications*, 5, art. no. 5012.

4. Соловиченко В.Д., Логвинов И.В., Ступаков А.Г. Влияние основных элементов систем земледелия на продуктивность ячменя в зернопропашном севообороте юго-западной части ЦЧЗ // Аграрная наука. 2019. № 10. С. 59-61.

5. Niu, Y., Chen, Z., Müller, C., Zaman, M.M., Kim, D., Yu, H., Ding, W. (2017). Yield-scaled N_2O emissions were effectively reduced by biochar amendment of sandy loam soil under maize-wheat rotation in the North China Plain. *Atmospheric Environment*, 170, pp. 58-70.

6. Сычев В.Г., Беличенко М.В., Романенков В.А. Результаты мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности севооборотов и изменения свойств почв в длительных опытах Географической сети // Плодородие. 2017. № 6. С. 2-7.

7. Технологии XXI века в агропромышленном комплексе России. М.: Россельхознадзор, 2011. 328 с.

8. Черкасов Г.Н., Дубовик Д.В., Масютенко Н.П. и др. Научно-практические основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия Курской области. Курск: ГНУ ННИИЗиЗПЭ РАСХН, 2017. 188 с.

9. Листопадов И.Н. Севооборот: состояние, перспективы восстановления // Земледелие. 2008. № 8. С. 3-6.

10. Тулаев Ю.В., Тулькубаева С.А., Васин В.Г. Возделывание яровой пшеницы в плодосменном севообороте по нулевой технологии // Земледелие. 2019. № 3. С. 24-26.

Об авторах:

Лазарев Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2931-8560, vla190353@yandex.ru
Минченко Жанна Николаевна, младший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4352-6013, minchenko.knii@mail.ru
Дериглазова Галина Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2401-3028, g_deriglazova@mail.ru
Гаврилова Татьяна Валентиновна, младший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8292-3911, gavrilova.knii@mail.ru

THE EFFICIENCY OF CULTIVATION OF SPRING CEREALS IN A VARIETY OF FIELD CROP ROTATION IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE KURSK REGION

V.I. Lazarev, Zh.N. Minchenko, G.M. Deriglazova, T.V. Gavrilova

Federal agricultural Kursk research center, Kursk, Russia

The results of many years of stationary research on a comprehensive assessment of the main precursors of spring crops used in the soil and climatic conditions of the Kursk region are presented. It has been established that the productivity of spring crops on the chernozem soils of the region is subject to significant fluctuations by year: spring wheat — from 1.11 to 3.88 t/ha when placed on sugar beets and from 1.09 to 4.02 t/ha with placing it on corn in a silo; spring barley — 2.21-4.97 and 2.28-4.95 t/ha, respectively. The yield of spring crops by 52.0-54.3% was determined by the influence of the prevailing weather conditions, by 17.1-22.8% by the influence of the level of fertilizer and by 11.6-10.6% by placing them in the crop rotation according to various predecessors. The research results indicate that the best precursor to spring crops, providing optimal conditions for their growth and development, is corn for silage. The placement of spring barley and spring wheat in corn rotations contributed to an increase in productive moisture reserves before sowing in a soil layer of 0-25 cm by 7.9-8.0 mm, nitrate nitrogen reserves by 1.4-2.4 kg/ha, and a decrease weediness of crops by 7.1-8.2 pcs/m^2 against an unfertilized background by 6.9-8.8 pcs/m^2 against a fertilized background compared to placing them after sugar beet. Placing spring crops in crop rotation after maize on silage increased the yield of spring wheat by 0.20-0.24 t/ha, spring barley — by 0.14-0.16 t/ha, providing better grain quality indicators compared to cultivation them after sugar beets.

Keywords: *typical chernozem, spring barley, spring wheat, predecessors, corn, sugar beets, productive moisture, nitrate nitrogen, weediness, yield.*

References

1. Lazarev, V.I., Lazareva, R.I., Il'in, B.S., Gavrilova, T.V. (2019). Agrotekhnologicheskaya otsenka vozdelyvaniya yarovoi pshenitsy po razlichnym predshestvennikam v usloviyakh Kurskoi oblasti [Agrotechnological assessment of spring wheat cultivation by various precursors in the conditions of the Kursk region]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 25-27.

2. Kiryushin, V.I., Kiryushin, S.V. (2015). *Agrotekhnologii* [Agrotechnologies]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 463 p.

3. Gan, Y., Liang, C., Chai, Q., Lemke, R.L., Campbell, C.A., Zentner, R.P. (2014). Improving farming practices reduces the carbon footprint of spring wheat production. *Nature Communications*, 5, art. no. 5012.

4. Solovichenko, V.D., Logvinov, I.V., Stupakov, A.G. (2019). Vliyanie osnovnykh ehlementov sistem zemledeliya na produktivnost' yachmenya v zernopropashnom sevooborote yugo-zapadnoi chasti TSCHZ [Influence of the main elements of farming systems on the productivity of barley in the crop rotation of the South-Western part of the Central agricultural district]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 10, pp. 59-61.

5. Niu, Y., Chen, Z., Müller, C., Zaman, M.M., Kim, D., Yu, H., Ding, W. (2017). Yield-scaled N_2O emissions were effectively reduced by biochar amendment of sandy loam soil under maize-wheat rotation in the North China Plain. *Atmospheric Environment*, 170, pp. 58-70.

6. Sychev, V.G., Belichenko, M.V., Romanenkov, V.A. (2017). Rezul'taty monitoringa urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur, produktivnosti sevooborotov i izmeneniya svoistv pochv v dlitel'nykh opytakh Geograficheskoi seti [Results of monitoring crop yields, crop rotation productivity and changes in soil properties in long-term experiments of the Geographical network]. *Plodorodie* [Fertility], no. 6, pp. 2-7.

7. Rosselkhoznadzor (2011). *Tekhnologii* XXI *veka v agropromyshlennom komplekse Rossii* [Technologies of the XXI century in the agro-industrial complex of Russia]. Moscow, Rosselkhoznadzor, 328 p.

8. Cherkasov, G.N., Dubovik, D.V., Masyutenko, N.P. i dr. (2017). *Nauchno-prakticheskie osnovy adaptivno-landshaftnoi sistemy zemledeliya Kurskoi oblasti* [Scientific and practical bases of adaptive landscape system of agriculture of the Kursk region]. Kursk, GNU Nniizizpe RASKHN, 188 p.

9. Listopadov, I.N. (2008). Sevooborot: sostoyanie, perspektivy vosstanovleniya [Crop Rotation: state, prospects of restoration]. *Zemledelie*, no. 8, pp. 3-6.

10. Tulaev, Yu.V., Tul'kubaeva, S.A., Vasin, V.G. (2019). Vozdelyvanie yarovoi pshenitsy v plodosmennom sevooborote po nulevoi tekhnologii [Cultivation of spring wheat in the fruit-bearing crop rotation using zero technology]. *Zemledelie*, no. 3, pp. 24-26.

About the authors:

Vladimir I. Lazarev, doctor of agricultural sciences, professor, deputy director for research, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2931-8560, vla190353@yandex.ru
Zhanna N. Minchenko, junior researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4352-6013, minchenko.knii@mail.ru
Galina M. Deriglazova, doctor of agricultural sciences, leading researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2401-3028, g_deriglazova@mail.ru
Tatyana V. Gavrilova, junior researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8292-3911, gavrilova.knii@mail.ru

vla190353@yandex.ru

УДК 332.2:378

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15084

«РЕГУЛЯТОРНАЯ ГИЛЬОТИНА» КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ФАКТОР НЕОБХОДИМОСТИ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В АПК И АГРАРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

С.А. Липски, И.И. Широкорад

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

В статье рассмотрены основные виды надзоров в современном АПК, а также ключевые моменты их предстоящей трансформации в ходе масштабной реформы контрольно-надзорной деятельности. Основное внимание сосредоточено на мероприятиях, организация и осуществление которых возложена на Федеральную службу по ветеринарному и фитосанитарному надзору, а также на увязке этого с процессом цифровизации, который имеет в сельском хозяйстве и аграрных вузах свою специфику, а также на рисках для ее успешной реализации. Цифровизация в аграрной сфере имеет специфику связанную с рассосредоточенностью производства по территории, его сезонным характером, тесной связью производственных процессов и образа жизни работников. Переход на цифровые технологии в аграрном секторе должен дать не менее 25% снижения себестоимости. В качестве одного из рисков более подробно рассмотрена ситуация с неполнотой и противоречивостью данных об используемых в сельскохозяйственном производстве землях и участках. Этот риск связан с тем, что разные федеральные ведомства ведут свои системы, отличающиеся по исходным сведения, методам их обработки, требованиям к точности их данных и даже использованием различной картографической основы. Вывод: образовательный процесс в аграрных ВУЗах надо перестраивать под быстро меняющиеся условия и требования, законодательства, проверяющих органов и работодателей. Ведь аграрные вузы будут проверяться и оцениваться по новым правилам, в которых будет упор на электронный обмен данными. Кроме того важно своевременно актуализировать учебно-методические материалы.

Ключевые слова: *регуляторная гильотина, цифровизация, информация о землях, аграрные вузы.*

Введение

Последние 2 года в рамках «регуляторной гильотины» ведется активная работа по изменению контрольно-надзорной деятельности в самых различных сферах (в том числе в образовании). Фактически сейчас происходит систематизация регулирования этой непростой, весьма чувствительной для бизнеса и населения (ВУЗов и студентов) деятельности государственных и местных органов, которая должна стать более современной, прозрачной и эффективной, снизить административную нагрузку с их стороны на предпринимателей и других лиц, в отношении которых проводятся разного рода проверки.

Сейчас это более чем 200 подконтрольных видов деятельности, где только на федеральном уровне осуществляется государственный контроль (надзор), около 50 — регионального и несколько меньше — муниципального. Всего же действующая система контроля (надзора) затрагивает более 600 видов разрешительной деятельности. Их реформа затронет и аграрное образование.

Материалы и методы

В статье использованы нормативные акты, а также рабочие материалы группы «Земля и недвижимость», экспертом которой является один из ее авторов. Кроме того, поскольку материалы по данной тематике собирались и анализировались ее авторами в течение всего периода проведения земельной и аграрной реформы в современной России, а также произошедших за это время многочисленных изменений в системе высшего образования, то в определенной степени публикуемые результаты и выводы основаны на их практическом опыте. Применены абстрактно-логический, сравнительно-правовой, монографический и другие методы.

Результаты

Необходимость «регуляторной гильотины» обусловлена тем, что к концу текущего десятилетия в стране действовало порядка 2 млн. различных норм и правил, носящих обязательный характер. Все они будут детально проинвентаризированы и проанализированы — насколько эти нормы отвечают современным реалиям.

В сфере АПК в настоящее время к числу основных контрольно-надзорных мероприятий, организацию и осуществление которых предстоит существенно перестроить следуют отнести возложенные на Федеральную службу по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзр):

- ветеринарный надзор (и входящий в его содержание ветеринарный контроль пересечения государственной границы, как в пунктах пропуска , так и при таможенном оформлении), а также надзор за обращением лекарственных средств в ветеринарии, и контролю за их доклиническими и клиническими исследованиями;
- контроль за соблюдением технических регламентов (предусмотренных ими требований), обеспечивающих безопасность кормов и добавок, при изготовлении которых применены ГМО;
- надзор за безопасным обращением с пестицидами и агрохимикатами;
- земельный надзор (причем здесь имеется дополнительная сложность — его осуществляют сразу 3 федеральные службы, из них Россельхознадзр — только за землями сельскохозяйственного назначения);
- фитосанитарный контроль и мониторинг за карантинным фитосанитарным состоянием территории страны;
- надзор за качеством и безопасностью пищевых продуктов;
- надзор в сфере семеноводства, а также контроль за тем, как осуществляется посев (посадки) подкарантинной продукции, которая ввезена из стран, в которых выявлены карантинные объекты, характерные для такой продукции;
- контроль за ввозом в страну ГМО и мониторинг их воздействия на человека и окружающую среду;
- надзор за обращением с животными, которые содержатся в культурно-зрелищных целях.

Ключевой особенностью предстоящих изменений будет то, что основной формой взаимодействия между контрольными органами и проверяемой стороной становится обмен данными, причем весьма важна его форма — электронная. Для этого будет создан единый информационный ресурс, с доступной онлайн информацией:

1) о действиях контрольно-надзорных органов и их должностных лиц;
2) о соблюдении проверяемыми лицами обязательных требований.

При этом надо принимать во внимание, что текущий момент характеризуется широким распространением в мире и в нашей стране цифровых, информационных и телекоммуникационных технологий, в самых различных областях идет активная цифровизация производственных и управленческих процессов. В России такие технологии уже успешно внедрены в сферах жилищно-коммунального хозяйства (например, ГИС ЖКХ), здравоохранения (ЕМИАС), предоставления государственных услуг (ГОСУСЛУГИ) и осуществления закупок (ЕИС).

Это предусматривает пунктом 20 «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (Утверждено Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 N 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»), согласно подпункту «а» которого, приоритетами на период до 2030 г. провозглашены, в том числе: 1) переход к цифровым технологиям, 2) машинное обучение и 3) создание специальных систем, способных обрабатывать большие по своему объему данные.

Сельское хозяйство, в силу своих особенностей (рассосредоточенность по территории, сезонный характер, тесная связь производственных процессов и образа жизни работников — сельских жителей) является сферой где это важно и актуально. Так, для аграрного производства характерна множественность изменчивых во времени и пространстве факторов, предопределяющих его результаты. Таковыми являются природно-климатические, почвенные, биологические, экономические, социальные и другие особенности, необходимость учета кото-

© Липски С.А., Широкорад И.И., 2020

Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 21-23.

рых на уровне конкретных агрохозяйств влечет существенные управленческие издержки. Другим фактором является то, что к процессам сельскохозяйственного производства, переработки, транспортировки и потребления его продукции привлечены многочисленные, разнохарактерные и территориально рассредоточенные хозяйствующие субъекты (цифровизация позволяет оптимизировать логистику).

Экспертные оценки снижения себестоимости в аграрном секторе за счет оптимизации затрат и более эффективного распределения средств благодаря переходу на цифровые технологии — не менее 25%.

При этом главным средством сельскохозяйственного производства являются земельные ресурсы. Далее будет кратко охарактеризовано, насколько готово современное сельское хозяйство в целом к внедрению цифровых технологий и что мешает их развитию применительно к земельным ресурсам.

За последнее десятилетие произошло активное распространение в сельскохозяйственное производство информационных технологий. Так, если в середине «нулевых» годов выход в сеть Интернет имели менее 13% агрохозяйств, то сейчас это более 60%. Но использование ими цифровых технологий неравномерно по различным категориям хозяйств, уменьшаясь по мере сокращения их масштаба: среди малых сельхозорганизаций это 55,4%, микропредприятия — 44,2%, фермеры и индивидуальные предприниматели в АПК — 24%. Наименьшее распространение — в секторе личных подсобных хозяйств — 21,8% [12].

Поэтому развитие цифровых технологий надо продвигать дифференцированно: 1) цифровизация процессов государственного управления в данной сфере (все органы управления имеют необходимый доступ); 2) цифровизация непосредственно сельскохозяйственного производства (поэтапная — разными темпами для различных его секторов).

При этом способы цифровизации указанного управления уже сейчас должны включать в себя: 1) трансформацию применяемых в процессе управления информационных систем с тем, чтобы сформировать единое информационное цифровое пространство, включая «оцифровку» больших объемов имеющихся неструктурированных данных; 2) непротиворечивость и полноту данных этих систем; 3) пригодность их данных для последующего автоматизированного управления, в т.ч. создание аналитического слоя данных. В качестве препятствующих этому рисков, как правило, называются:

- отсутствие единообразия в подходах к стандартизации процессов работы с информацией — формы и форматы ее сбора, передачи, обработки и последующего хранения (в результате чего нет полной и актуальной информации о наличии и состоянии земельных ресурсов и иных факторов АПК);
- недостаток специалистов (на отраслевом рынке труда), а также их недостаточную квалификацию;
- зависимость от импортных разработок и связанную с ней высокую стоимость технологических решений, зависимость от курсовых колебаний мировых валют и ограничений санкционного характера;
- недостаточность соответствующего нормативного правового обеспечения и отсутствие практики межведомственного взаимодействия (что на наш взгляд не является критичным и может быть восполнено в процессе цифровизации);
- отсутствие долгосрочных планов и прогнозов по использованию земельных ресурсов, неполнота и противоречивость данных о постановке на кадастровый учет используемых в сельскохозяйственном производстве земель и участков.

На последнем риске следует остановиться отдельно. Действительно, аграрное производство осуществляется на территории, превышающей 0,52 млрд. га. При этом число участков (учетных единиц) достигает 60 млн., а число их правообладателей — субъектов земельных отношений превышает 40 млн. лиц. По состоянию на конец 2019 г., на кадастровый учет поставлено немногим более 13 млн. таких участков, причем для значительной их части местоположение и границы не указаны (не определены). Так, выборочное обследование, проведенное пару лет назад в Белгородской области (типичный для Черноземья аграрный район — Корочанский) показало, что на кадастровой карте около 40% общей площади сельскохозяйственных угодий вообще не было отражено. А из учтенных участков, используемых в процессе сельскохозяйственного производства, принадлежность к соответствующей категории земель указана лишь для 54%. То есть две трети участков сельскохозяйственного назначения либо просто не поставлены на кадастровый учет, либо учтены без указания их принадлежности к целевой категории земель.

Но куда хуже другое — разные ведомства ведут свои системы, отличающиеся по исходным сведения, методам их обработки, требованиям к точности их данных и даже использованием различной картографической основы.

В качестве примеров приведем следующие:

1) наиболее ценными являются мелиорированные земли (орошаемые и осушенные), которые позволяют не только получить урожайность в 3-4 раза выше, чем на богарных землях, но и обеспечивают стабильность аграрной отрасли в условиях неблагоприятных климатических проявлений. Естественно, что учет таких земель ведется наиболее тщательно — Росреестром (в рамках универсального кадастрового учета) и Минсельхозом России (являющегося уполномоченным органом в вопросах мелиорации). Их официальные данные о наличии таких земель различны. Причем, если расхождение по осушаемым землям весьма значительно и составляет 38,1% (по данным Росреестра их 6596,3 тыс. га, а по данным Минсельхоза России — 4775,63 тыс. га);

2) Росреестр и Росприроднадзор представляют совершенно разные данные о площади нарушенных, требующих проведения рекультивации земель. Так, из отчетности первого следует, что в 2018 г. в целом по стране она составила 1062,5 тыс. га . Тогда как по данным второго (который начал вести соответствующий учет с 2013 г.), в 2018 г. она была значительно (на 31%) меньше — 732,6 тыс. га, а в предыдущем году, наоборот, вторые дынные превышали первые;

3) имеются расхождения данных о площадях земель лесного фонда. Так, по данным Рослесхоза всего по стране таких земель 1183,3 млн. га, тогда как Росреестр показывает меньшую на 5% площадь — 1126,3 млн. га.

При этом только на общефедеральном уровне функционирует 14 ведомственных информационных ресурсов о наличии и состоянии земель. Все эти системы отличаются оборудованием, технологиями, т.е. работа по их интеграции представляется сопоставимой с организацией всего процесса цифровизации АПК. Причем, развитие этого процесса из-за существенных различий в подходах и принципах их формирования и функционирования неизбежно создаст новые сложности на стадии их интеграции.

Нынешняя ситуация в чем-то схожа с той, что была в первые годы аграрно-земельной реформы в России в начале и середине 1990-х годов, когда темпы проводимых в регионах земельных преобразований различались (по содержательному наполнению сведениями основной тогда информационной системы о земле — земельного кадастра). При этом процессы внедрения на местах аппаратно-программных средств, применяемых при кадастровом учете, шли с использованием различных технологий (часто несопоставимых). Кроме того, к этому порой привлекались разные зарубежные партнеры, продвигавшие «свои» разработки и технологические решения. То есть существовал риск утратить единообразие кадастрового учета в масштабах страны. Этот риск был устранен путем разработки и принятия специальной федеральной целевой программы (автор данного раздела участвовал в ее разработке). Но если тогда риск был связан с утратой единообразия только между различными регионами страны, то сейчас на первый план выходит несопоставимость разных федеральных систем с информацией о земле.

Обсуждение

Изложенные в данной статье научные результаты ранее частично докладывались и публиковались ее авторами [1, 7, 15] и получили положительные отклики, однако в систематизированном виде публикуются впервые.

Область применения

Предложенные в статье меры по актуализации образовательного процесса к изменениям в рамках «регуляторной гильотины» могут быть рекомендованы аграрным и землеустроительным ВУЗам.

Выводы

Все вышеизложенное в статье в полной мере относится к аграрным ВУЗам. Причем здесь обусловленный проведением «регуляторной гильотины» фактор неизбежного ускорения цифровизации скажется двояко.

Во-первых, ВУЗы, являясь подконтрольными Рособрнадзору, будут проверяться и оцениваться им иначе, по новым правилам и с упором на электронный обмен данными.

Во-вторых, уже сейчас надо актуализировать учебно-методические материалы с тем, чтобы знания, умения и навыки выпускников соответствовали быстро меняющейся нормативной правовой базе. Причем речь идет не только о специализированных учебных дисциплинах (таких как «Земельное право», «Современные проблемы формирования и реализации государственной земельной политики», «Разрешение земельных споров», «Реализация и защита прав на земельные участки» и др.), но и о том, что выпускники должны быть готовы принимать участие в проверочных и иных мероприятиях, проводимых уже по совершенно новым правилам. Причем такое их участие может быть как со стороны проверяющих органов (если они поступят на службу в контрольные службы), так и подлежащих проверке лиц и организаций (работники предприятий АПК, индивидуальные предприниматели, кадастровые инженеры и т.п.).

Поэтому аграрные ВУЗы и в целом вся система аграрного образования должны перестраиваться под быстро меняющиеся условия и требования, как законодательства и проверяющих органов, так и под запросы работодателей (для этого надо активно развивать процедуры внешней оценки последними процесса подготовки востребованных на рынке труда специалистов).

Литература

1. Актуальные проблемы развития земельного законодательства и смежных отраслей: монография. / Липски С.А., Боголюбов С.А. и др. — М.: ИП КИМ Л.А, 2018. 186 с.
2. Амелин Р.В. Правовой режим государственных информационных систем: монография. М.: ГроссМедиа, 2016. 338 с
3. Архипов А.Г и др. Цифровая трансформация сельского хозяйства России. М.: Росинформагротех, 2019. 80 с.
4. Козубенко И.С. Цифровая трансформация сельского хозяйства // Доклад на конференции «Информационные технологии на службе агропромышленного комплекса России». М., 14-15 июня 2018г.
5. Кусакина О.Н., Беликова И.П. Состояние и перспективы развития экономики сельского хозяйства на основе цифровизации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2018. Т. 4. № 10. С. 44-48.
6. Липски С.А. Проблема сопоставимости ведомственной отчетности о наличии и состоянии земель (на примере данных о землях лесного фонда): монография. М., 2019. 184 с.
7. Липски С.А. Противоречия информационных ресурсов о земле ведут к ошибочным решениям // Научные труды Вольного экономического общества России. 2019. Т. 216. № 2. С. 294-311.
8. Манжосова И.Б. Стратегия модернизации сельского хозяйства в условиях цифровизации экономики // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 5. С. 2-10.
9. Огнивцев С.Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 2. С. 16-22.
10. Осипов В.С., Боговиз А.В. Переход к цифровому сельскому хозяйству: предпосылки, дорожная карта и возможные следствия // Экономика сельского хозяйства России. 2017. № 10. С. 11-15.
11. Попова О.В. Проблемы правового регулирования цифровизации в агропромышленном комплексе // Аграрное и земельное право. 2018. № 9 (165). С. 96-102.
12. Федоренко В.Ф. Тенденции цифровизации и интеллектуализации сельского хозяйства // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 1 (30). С. 231-241.
13. Федоренко В.Ф. Цифровизация сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2018. № 6. С. 2-9.
14. Федоров А.Д. Цифровизация сельского хозяйства — необходимое условие повышения его конкурентоспособности // Нивы России. 2018. № 5. С. 36-39.
15. Широкорад И.И., Фадеева О.М. и др. Особенности организации образовательной деятельности по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры» в аграрных вузах в условиях «регуляторной гильотины» // Московский экономический журнал. 2020. № 5. С. 85.
16. Bazhenova T.S. Digitalization of Belarus economy: prospects of the industry // Russia in the Global World: Challenges of the XXI Century Collection of articles of the First all-Russian Student Research Conference (with international participation). 2018. С. 21-24.
17. Eliseeva E. Digitalization of Russian companies accounting management // Information Innovative Technologies. 2018. № 1. С. 617-622.
18. Lipski S.A. Private Ownership for Agricultural Lands: Advantages and Disadvantages (Experience of Two Decades) // Studies on Russian Economic Development, 2015, Vol. 30, No. 1, pp. 63–66.
19. Yurina N.N. The digitalization of agriculture as a priority direction of Russian economic's development. / The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences — EpSBS CIEDR 2018. Future Academy. 2019. С. 700-710.

Об авторах:

Липски Станислав Анджеевич, доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой земельного права,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1283-3723, Lipski-sa@yandex.ru

Широкорад Ирина Ивановна, доктор исторических наук, профессор, проректор по учебной работе,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3896-7551, shirokorad_irina@mail.ru

«REGULATORY GUILLOTINE» AS AN ADDITIONAL FACTOR IN THE NEED TO ACCELERATE THE PROCESS OF DIGITALIZATION IN AGRICULTURE AND AGRICULTURAL EDUCATION

S.A. Lipski, I.I Shirokorad

State university of land use planning, Moscow, Russia

The article considers the main types of supervision in the modern agro-industrial complex, as well as the key points of their upcoming transformation in the course of a large-scale reform of control and Supervisory activities. The main focus is on the activities of the Federal service for veterinary and phytosanitary surveillance , as well as on of the linking this with the process of digitalization, which has its own specifics in agriculture and agricultural universities, as well as on the risks for its successful implementation. Digitalization in the agricultural sector has specific features related to the dispersion of production across the territory, its seasonal nature, and the close connection between production processes and the way of life of employees. The transition to digital technologies in the agricultural sector should give at least 25% reduction in cost. As one of these risks, the situation with incomplete and contradictory data on land and land plots used in agricultural production is considered in more detail. This risk is related to the fact that different Federal agencies maintain their own systems that differ in their source data, methods of processing them, requirements for the accuracy of their data, and even the use of different cartographic bases. Conclusion: the educational process in agricultural Universities must be rebuilt to meet rapidly changing conditions and requirements, legislation, inspection bodies and employers. Soon, agricultural universities will be checked and evaluated under the new rules, which will focus on electronic data exchange. It is also important to update teaching materials in a timely manner. It is also important to update teaching materials in a timely manner.

Keywords: *regulatory guillotine, digitalization, land information, agricultural universities.*

References

1. Lipski S.A., Bogolyubov S.A. and others (2018). *Actual problems of development of land legislation and related industries* [Aktual'nye problemy razvitiya zemel'nogo zakonodatel'stva i smezhnyh otrasle]. monograph. Moscow, 186 p.
2. Amelin R.V. (2016). *Pravovoj rezhim gosudarstvennyh informacionnyh sistem* [Legal regime of state information systems] monograph. Moscow: *Grossmedia*, 338 p.
3. Arkhipov A. G and others. (2019). *Cifrovaya transformaciya sel'skogo hozyajstva Rossii* [Digital transformation of Russian agriculture]. Moscow: *Rosinformagrotech*, 80 p.
4. Kozubenko I.S. (2018). *Cifrovaya transformaciya sel'skogo hozyajstva*. [Digital transformation of agriculture]. Report at the conference «Information technologies at the service of the agro-industrial complex of Russia». Moscow, June 14-15, 2018.
5. Kusakina O.N., Belikova I.P. (2018). *Sostoyanie i perspektivy razvitiya ekonomiki sel'skogo hozyajstva na osnove cifrovizacii* [State and prospects of development of the agricultural economy on the basis of digitalization]. *Jekonomika i upravlenie: problemy, reshenija* [Economics and management: problems, solutions], Vol. 4, No. 10, pp. 44-48.
6. Lipsky S.A. (2019). *Problema sopostavimosti vedomstvennoj otchetnosti o nalichii i sostoyanii zemel' (na primere dannyh o zemlyah lesnogo fonda)* [The problem of comparability of departmental reporting on the availability and condition of land (for example, data on forest lands)]. Monograph, Moscow, 184 p.
7. Lipsky S.A. (2019). *Protivorechiya informacionnyh resursov o zemle vedut k oshibochnym resheniyam*. [Contradictions of information resources about the earth lead to erroneous decisions]. *Nauchnye trudy Vol'nogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii* [Scientific works of the Free economic society of Russia], Vol. 216, No. 2, pp. 294-311.
8. Manzhosova I.B. (2019). *Strategiya modernizacii sel'skogo hozyajstva v usloviyah cifrovizacii ekonomik*. [Strategy of modernization of agriculture in the conditions of digitalization of the economy]. *Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], No. 5, pp. 2-10.
9. Ognivtsev S.B. (2018). *Koncepciya cifrovoj platformy agropromyshlennogo kompleksa* [Concept of digital platform of agro-industrial complex]. *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal* [International agricultural journal], No. 2, pp. 16-22.
10. Osipov V.S., Bogoviz A.V. (2017). *Perekhod k cifrovomu sel'skomu hozyajstvu: predposylki, dorozhnaya karta i vozmozhnye sledstviya* [Transition to digital agriculture: prerequisites, road map and possible consequences]. *Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii* [Economics of agriculture in Russia], No 10, pp. 11-15.
11. Popova O.V. (2018). *Problemy pravovogo regulirovaniya cifrovizacii v agropromyshlennom komplekse* [Problems of legal regulation of digitalization in the agro-industrial complex]. *Agrarnoe i zemel'noe pravo* [Agrarian and land law], No. 9 (165), pp. 96-102.
12. Fedorenko V.F. (2019). *Tendencii cifrovizacii i intellektualizacii sel'skogo hozyajstva* [Trends in digitalization and intellectualization of agriculture]. *Innovacii v sel'skom hozjajstve* [Innovations in agriculture], No. 1 (30), pp. 231-241.
13. Fedorenko V.F. (2018). *Cifrovizaciya sel'skogo hozyajstva* [Digitalization of agriculture]. *Tehnika i oborudovanie dlja sela* [Machinery and equipment for the village], No. 6, pp. 2-9.
14. Fedorov A.D. (2018). *Cifrovizaciya sel'skogo hozyajstva — neobhodimoe uslovie povysheniya ego konkurentosposobnosti* [Digitalization of agriculture — a necessary condition for improving its competitiveness]. *Nivy Rossi* [Fields Of Russia], No. 5, pp. 36-39.
15. Shirokorad I.I., Fadeeva O.M. and others. (2020). *Osobennosti organizacii obrazovatel'noj deyatel'nosti po napravleniyu podgotovki «Zemleustrojstvo i kadastry» v agrarnyh vuzah v usloviyah «regulyatornoj gil'otiny»* [Features of the organization of educational activities in the field of training «land Management and cadastre» in agricultural universities in the conditions of «regulatory guillotine»]. *Moskovskij ehkonomicheskij zhurnal* [Moscow economic journal], No. 5, p. 85.
16. Bazhenova T.S. (2018). Digitalization of Belarus economy: prospects of the industry. Russia in the Global World: Challenges of the XXI Century Collection of articles of the First all-Russian Student Research Conference (with international participation). Pp. 21-24.
17. Eliseeva E. (2018). Digitalization of Russian companies accounting management. Information Innovative Technologies, No 1, pp. 617-622.
18. Lipski S.A.(2015). Private Ownership for Agricultural Lands: Advantages and Disadvantages (Experience of Two Decades). Studies on Russian Economic Development, Vol. 30, No. 1, pp. 63–66.
19. Yurina N.N. (2019). The digitalization of agriculture as a priority direction of Russian economic's development. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences — EpSBS CIEDR 2018. Future Academy. Pp. 700-710.

About the authors:

Stanislav A. Lipski, doctor of economic sciences, docent, head of the Department of land law, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1283-3723, Lipski-sa@yandex.ru
Irina I. Shirokorad, doctor of historical sciences, professor, vice rector for academic affairs, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3896-7551, shirokorad_irina@mail.ru

lipski-sa@yandex.ru

УДК 631/635.633.2:631.14 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15085

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗНЫХ ПРИЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Работа выполнена в соответствии с тематическим планом НИР Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени В.Н. Рудницкого по теме № 0767-2019-0091

А.А. Артемьев, А.М. Гурьянов, Е.Н. Хвостов

Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Саранск, Республика Мордовия, Россия

В лесостепных районах Поволжья и, в частности, Республики Мордовия на двух полях полевого севооборота (клевер — озимая пшеница — яровая пшеница — овес — яровой ячмень), развернутого во времени на опытном поле Мордовского НИИСХ — филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, проведен сравнительный анализ применения отвальной, безотвальной и поверхностной обработок почвы на четырех фонах удобренности. Выявлено действие этих факторов на урожайность ярового ячменя, свойства почвы и засоренность посевов. Исследования, проводимые на черноземе выщелоченном, показали преимущество отвальной вспашки в достижении наибольшей урожайности ячменя. В среднем в этом варианте получено 3,15 т/га, что оказалось на 16-17% выше, чем по бесплужным обработкам. По вспашке наблюдалась наименьшая плотность сложения почвы, наибольшее накопление продуктивной влаги (178-180 мм) и меньшая засоренность посевов. Применение удобрений также способствовало существенному росту урожая по всем приемам обработки почвы. Наибольший результат получен при внесении удобрений в дозе $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$, что на 12% выше, чем при внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30}$, на 22%, чем при внесении $N_{32}P_{32}K_{32}$ и на 33%, чем в контроле. В целом по опыту наибольшая урожайность ячменя (3,89 т/га) отмечена по отвальной вспашке на фоне осеннего применения $N_{32}P_{32}K_{32}$ и весенней подкормки во время кущения азотом в дозе N_{60}. По нашим данным, максимальное применение удобрений в опыте дало возможность получить урожайность ячменя более 3 т/га при замене вспашки бесплужными приемами обработки почвы на более мелкую глубину. Расчет окупаемости минеральных удобрений (NPK) прибавкой урожая ячменя показал, что наибольшей (9,1 кг зерна) она оказалась по вспашке на фоне $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$. Здесь на 1 руб. затрат дополнительно было получено 1,70 руб.

Ключевые слова: *яровой ячмень, урожайность, чернозем выщелоченный, обработка почвы, минеральные удобрения, окупаемость удобрений.*

Введение

В современных условиях ведения сельского хозяйства к числу основных задач земледельцев, помимо сохранения и повышения плодородия почвы, относится устойчивый рост производства качественной и одновременно дешевой продукции растениеводства, обеспечивающей конкурентное преимущество как на внутреннем рынке страны, так и за ее пределами [1]. Основой для решения обозначенной задачи является эффективное использование почвенно-климатических ресурсов региона и внедрение ресурсосберегающих технологий. Среди последних важное место занимает механическая обработка почвы, которая в значительной степени влияет на свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур [2-5]. Поэтому разработка более эффективных и совершенствование существующих приемов воздействия на почвы имеет актуальное и приоритетное значение.

Наряду с обработкой почвы, важное значение имеет также совершенствование системы минерального питания сельскохозяйственных культур посредствам рационального применения удобрений. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что на их долю приходится до 50% и выше дополнительного урожая [6-8]. Поэтому экономически обоснованное применение удобрений является одним из основных условий повышения продуктивности возделываемых растений.

Несмотря на многочисленные исследования по изучению влияния приемов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и, в частности, ярового ячменя, полученные данные неоднозначны, а иногда носят противоречивый характер [9-11]. Поэтому проведение научных изысканий в данном направлении является актуальным и должно быть увязано с конкретными условиями региона и введенными или уже освоенными севооборотами.

Цель исследований

Цель исследований — сравнить влияние различных приемов основной обработки почвы на разных фонах минерального питания на урожайность ярового ячменя в условиях лесостепных районов Поволжья и, в частности, Республики Мордовия.

Методология проведения исследований

Научно-исследовательская работа по изучению влияния приемов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя проводилась в 2014 и 2019 гг. на двух полях полевого севооборота (клевер — озимая пшеница — яровая пшеница — овес — яровой ячмень), развернутого во времени на опытном поле Мордовского НИИСХ — филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Содержание органического вещества в пахотном слое — 6,9%, подвижных форм фосфора — 189 мг/кг, калия — 191 мг/кг почвы, $pH_{сол}$ — 4,8. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

1. Фактор А — приемы основной обработки почвы:

1.1. Отвальная вспашка на глубину 20-22 см (ПЛН-4-35); 1.2. Дискование на глубину 10-12 см (БДМ 3×4); 1.3. Безотвальная обработка на глубину 14-16 см (КПЭ-3,8).

2. Фактор В — минеральные удобрения:

2.1. Контроль (без удобрений); 2.2. $N_{32}P_{32}K_{32}$ под основную обработку (фон — 200 кг азофоски); 2.3. Фон + подкормка N_{30} в фазе кущения; 2.4. Фон + подкормка N_{60} в фазе кущения.

Площадь опыта — 0,9 га, площадь делянки первого порядка — 1000 м^2 (25×40 м), второго — 250 м^2 (25×10 м). Повторность в опыте 3-кратная. После уборки предшественника по вариантам опыта вносили удобрения (фон — азофоска 2 ц/га) и проводили основную обработку почвы по схеме. Посев ячменя осуществляли сеялкой СЗ-3,6. Во время кущения применяли аммиачную селитру по схеме опыта. Учет урожайности зерна осуществляли поделяночно. В целом агротехника ярового ячменя соответствовала рекомендованной технологии для зоны [12].

Исследования выполняли по общепринятым методикам [13, 14]. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Коэффициент водопотребления рассчитывали отношением величины суммарного расхода влаги за время вегетации культуры к массе зерна. Плотность сложения почвы определяли объемно-весовым методом из слоев 0-10, 10-20 и 20-30 см. Общую пористость почвы, объем пор, занятых водой, и пористость аэрации — расчетным способом по Б.А. Доспехову и соавт. [15]. Засоренность посевов определяли количественно-весовым методом в фазе кущения и перед уборкой культуры. Основные результаты обрабатывали статистически методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985) с использованием компьютерных программ обработки данных.

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались различными показателями. Так, для вегетационного периода 2014 г. было свойственно короткая и прохладная весна, раннее и засушливое лето. Время от посева до уборки проходило при повы-

© Артемьев А.А., Гурьянов А.М., Хвостов Е.Н., 2020

шенном температурном режиме в сравнении со среднемноголетними данными. За весь период выпало 55% (114 мм) осадков от нормы. ГТК составил 0,5, что характерно для сильной засухи. В 2019 г. условия роста и развития для ярового ячменя также были малоблагоприятными. Уже в весенний период растения попали под сильную засуху. Температура воздуха на 7-10ºС превышала климатическую норму. Первые дожди выпали только в последней пятидневке июня. В целом за весь период ГТК составил 0,8, что присуще слабой степени засухи.

Исследования показали, что изучаемые приемы основной обработки почвы оказали неодинаковое воздействие на изменение плотности сложения чернозема выщелоченного (табл. 1).

Из данных таблицы 1 видно, что в среднем по двум полям полевого севооборота наименьшая плотность в слое 0-30 см (1,09 г/см^3) перед посевом ярового ячменя наблюдалась по вспашке. По дискованию и безотвальной обработке она была на 4-5% выше. Плотность сложения верхнего слоя почвы между вариантами достоверно не различалась, так как он перед посевом подвергался рыхлению. В средней и нижней части пахотного слоя наибольшая плотность почвы наблюдалась в варианте с дискованием: она была на 7-8% выше, чем в варианте со вспашкой и на 2-3%, чем при безотвальной обработке.

К концу вегетации наблюдалось уплотнение пахотного слоя по всем вариантам опыта, причем более значительно по плужной обработке. Наиболее сильно уплотнялись верхняя и средняя части пахотного слоя. В целом выявленная весной закономерность по плотности сложения чернозема выщелоченного сохранялась.

Результаты показали, что общая пористость почвы находилась в обратной зависимости от плотности сложения (r = –0,97). Наибольшая пористость пахотного слоя (58%) перед посевом ячменя была отмечена по вспашке, а соотношение между порами, занятыми водой, и порами аэрации равнялось 1:1. По дискованию и безотвальной обработке общая пористость была на 3-5% меньше из-за более уплотненных нижних слоев, при этом поры, занятые водой, и поры аэрации соотносились 1,4:1. К уборке ячменя общая пористость почвы во всех вариантах уменьшилась на 4-5% и не выходила за рамки оптимальных для культурных растений значений (была выше 50%).

Было установлено, что изучаемые факторы оказали неоднозначное влияние на запасы продуктивной влаги в почве и на водопотребление растений ярового ячменя (табл. 2).

Результаты показали, что минеральные удобрения не оказали существенного влияния на накопление продуктивной влаги в метровом слое почвы. По приемам обработки почвы преимущество по накоплению влаги имела вспашка. В этом варианте ее было весной на 5-8% больше, чем по другим обработкам. Варианты с дискованием и безотвальной обработкой между собой практически не различались.

За время вегетации ярового ячменя запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы снизились по сравнению с весенним содержанием на 41-45%, причем существеннее по вспашке. Перед уборкой разница в содержании влаги во всех вариантах опыта выровнялись и находились в пределах ошибки определения. Нужно также отметить, что погодные условия в годы проведения исследований оказали существенное влияние на запасы продуктивной влаги в почве. Так, в 2014 г. количество продуктивной влаги перед посевом ячменя было наибольшим (174-193 мм против 156-164 мм в 2019 г.), к моменту уборки из-за сильной засухи оно было, наоборот, меньше, чем в 2019 г. (59-65 мм против 131-136 мм в 2019 г.).

В целом по опыту минимальное количество влаги (67,4 мм) на создание 1 т зерна ячменя в среднем по двум полям полевого севооборота расходовалось при возделывании ярового ячменя по вспашке на фоне внесения $N_{32}P_{32}K_{32}$ + N_{60}, а наибольшее (94,6 мм/т) — при возделывании ячменя по дискованию без применения минеральных удобрений. Внесение удобрения и возрастающая его доза способствовали снижению коэффициента водопотребления ярового ячменя в опыте. По вариантам обработки почвы наименьшее количество продуктивной влаги на создание 1 т зерна расходовалось по вспашке.

В проведенном нами опыте засоренность посевов ярового ячменя в значительной степени зависела от приемов основной обработки почвы и не изменялась по вариантам применения минеральных удобрений. Анализ полученных результатов свидетельствует, что в среднем по двум полям полевого севооборота бесплужная обработка способствовала увеличению засоренности посевов по сравнению со вспашкой. В посевах ячменя по дискованию во время кущения сорняков насчитывалось 66 шт./м^2, по безотвальной обработке — 65 шт./м^2, а по вспашке их было на 25-27% меньше. После применения гербицида количество сорняков во всех вариантах обработки почвы снизилось на 40-46%. Однако выявленная ранее достоверная закономерность по приемам основной обработки почвы сохранилась.

В зависимости от приемов обработки почвы изменялся и видовой состав сорняков. Бесплужные обработки, особенно дисковая, способствовали росту количества многолетних сорняков по сравнению со вспашкой почти в 2 раза. Кроме того, в этих вариантах возрастала засоренность малолетними злаковыми сорняками. Основными засорителями в опыте из однолетних растений были просо куриное, марь белая, редька дикая, сурепка обыкновенная, из многолетних — вьюнок полевой, осот полевой и бодяк полевой.

Существенное влияние на засоренность посевов ярового ячменя оказали метеорологические условия периодов вегетации. Анализ показал, что наибольшее число сорняков в посевах ячменя наблюдалось в более влажный 2019 г.

Таблица 1

Влияние основной обработки почвы на плотность сложения (среднее по двум полям полевого севооборота), г/см^3

Слой почвы, см	Прием обработки почвы			$НСР_{05}$
	вспашка	дискование	безотвальная обработка	
Перед посевом ячменя				
0-10	0,99	0,97	0,98	0,03
10-20	1,12	1,21	1,18	0,03
20-30	1,16	1,25	1,22	0,02
0-30	1,09	1,14	1,13	0,03
Перед уборкой ячменя				
0-10	1,12	1,15	1,14	0,02
10-20	1,19	1,24	1,23	0,03
20-30	1,22	1,26	1,25	0,02
0-30	1,18	1,22	1,21	0,02

Таблица 2

Влияние приемов основной обработки почвы и минеральных удобрений на изменения запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы и на водопотребление ярового ячменя (среднее по двум полям полевого севооборота)

Прием обработки почвы (А)	Минеральные удобрения (В)	Запасы продуктивной влаги, мм		Расход влаги из почвы, мм	Суммарное водопотребление за вегетацию, мм	Коэффициент водопотребления, мм/т
		перед посевом ячменя	перед уборкой ячменя			
Вспашка	Контроль	179	102	77	214	83,3
	$N_{32}P_{32}K_{32}$ (фон)	178	100	78	215	77,3
	Фон + N_{30}	180	99	81	218	71,7
	Фон + N_{60}	179	99	80	217	67,4
Дискование	Контроль	170	96	74	211	94,6
	$N_{32}P_{32}K_{32}$ (фон)	171	97	74	211	87,9
	Фон + N_{30}	170	96	74	211	82,7
	Фон + N_{60}	169	95	74	211	77,0
Безотвальная обработка	Контроль	165	97	68	205	92,3
	$N_{32}P_{32}K_{32}$ (фон)	164	97	67	204	85,4
	Фон + N_{30}	165	96	69	206	82,7
	Фон + N_{60}	166	96	70	207	79,0
$НСР_{05}$	Фактора А Фактора В	6 8	5 7			

В то же время как в 2014 г., так и в 2019 г. по бесплужным обработкам было отмечено наибольшее количество сорняков.

Результаты исследований показали, что основная обработка почвы и минеральные удобрения оказали существенное влияние на величину урожая ярового ячменя (табл. 3).

Данные таблицы 3 свидетельствуют о преимуществе отвальной обработки в достижении наибольшей урожайности зерна ярового ячменя. В среднем по вспашке получено 3,15 т/га, что было на 16-17% выше, чем по бесплужным обработкам. Между собой варианты с дискованием и безотвальной обработкой достоверно не различались. Применение минеральных удобрений способствовало существенному росту урожая ячменя по всем приемам основной обработки почвы. Наибольший результат получен при максимальном внесении удобрений, что оказалось в среднем на 12% выше, чем при внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30}$, на 22% выше, чем при дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$ и на 33% выше, чем в контроле. В целом по опыту в среднем по двум полям полевого севооборота наибольшая урожайность ячменя была получена при использовании в качестве основной обработки почвы отвальной вспашки на фоне осеннего применения $N_{32}P_{32}K_{32}$ и весенней подкормки во время кущения азотом в дозе N_{60}.

Погодные условия в годы проведения исследований также оказали существенное влияние на урожайность ярового ячменя. Наибольшие показатели по урожайности ярового ячменя были достигнуты в более увлажненный 2019 г. — на 6-9% выше, чем в 2014 г. Во все годы исследований вспашка имела преимущество перед другими приемами основной обработки почвы как по накоплению влаги, снижению засоренности, так и по увеличению урожайности культуры. Возрастающие дозы удобрений также на протяжении двух лет способствовали повышению продуктивности ярового ячменя.

По полученным нами данным, максимальное применение удобрений в опыте дало возможность получить урожайность ячменя более 3 т/га при замене вспашки бесплужными приемами обработки почвы на более мелкую глубину.

Эффективность применения минеральных удобрений можно оценить по показателю окупаемости 1 кг д.в. сбором зерна и дополнительным доходом (табл. 4).

Расчет окупаемости минеральных удобрений (NPK) прибавкой урожая ячменя в среднем по двум полям полевого севооборота показал, что наибольшей она оказалась по вспашке на фоне $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$. По дискованию и безотвальной обработке данный показатель был существеннее ниже. По всем приемам обработки почвы возрастание дозы удобрений способствовало повышению окупаемости 1 кг д.в. вносимых элементов питания.

Окупаемость 1 кг д.в. азота прибавкой урожая зерна ярового ячменя также наибольшей была по вспашке. В то же время возрастание дозы азота в этом варианте не вызвало роста данного показателя, а наоборот, наметилась тенденция к его уменьшению. По бесплужным обработкам возрастающее внесение азота негативно сказалось на окупаемости 1 кг д.в. этого элемента.

Расчет окупаемости удобрений дополнительным доходом показал, что минимальное внесение удобрений ($N_{32}P_{32}K_{32}$) под вспашку не окупило затраты на его приобретение. При дополнительной подкормке ячменя в фазе кущения азотом в дозе N_{30} и N_{60} дополнительно на 1 руб. затрат было получено 1,42 и 1,70 руб. соответственно. По дискованию и безотвальной обработке положительный экономический эффект наблюдался только при максимальном внесении удобрений в опыте.

Таблица 3

Влияние приемов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя (среднее по двум полям полевого севооборота)

Прием обработки почвы (А)	Минеральные удобрения (В)			
	Контроль	$N_{32}P_{32}K_{32}$ (фон)	Фон + N_{30}	Фон + N_{60}
Вспашка	2,47	2,84	3,43	3,89
Дискование	2,14	2,49	2,71	3,07
Безотвальная обработка	2,16	2,47	2,72	3,09
$НСР_{05}$ Фактора А 1,9; Фактора В 2,1				

Таблица 4

Окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений прибавкой урожая ярового ячменя в зависимости от изучаемых факторов (среднее по двум полям полевого севооборота)

Прием обработки почвы (А)	Минеральные удобрения (В)	Прибавка урожая, т/га	Окупаемость 1 кг д.в. NPK, кг зерна	Окупаемость 1 кг д.в. N, кг зерна	Окупаемость удобрений дополнительным доходом, руб./руб.
Вспашка	Контроль	-	-	-	-
	$N_{32}P_{32}K_{32}$ (фон)	0,37	3,8	11,6	0,71
	Фон + N_{30}	0,96	7,6	15,5	1,42
	Фон + N_{60}	1,42	9,1	15,4	1,70
Дискование	Контроль	-	-	-	-
	$N_{32}P_{32}K_{32}$ (фон)	0,35	3,6	10,9	0,68
	Фон + N_{30}	0,57	4,5	9,2	0,84
	Фон + N_{60}	0,93	6,0	10,1	1,12
Безотвальная обработка	Контроль	-	-	-	-
	$N_{32}P_{32}K_{32}$ (фон)	0,31	3,2	9,7	0,60
	Фон + N_{30}	0,56	4,4	9,0	0,83
	Фон + N_{60}	0,93	6,0	10,1	1,12

Выводы

В условиях Поволжья, в частности Республика Мордовия, при возделывании ярового ячменя в полевом севообороте отвальная вспашка на фоне осеннего применения 2 ц/га сложного удобрения (азофоски) и подкормки в фазе кущения азотом в дозе N_{60} обеспечивает получение наибольшей урожайности зерна (3,89 т/га). По дискованию и безотвальной обработке продуктивность снижалась на 16-17%. В варианте со вспашкой создавались благоприятные условия по плотности сложения и накоплению продуктивной влаги в метровом слое почвы, а также наблюдалась минимальная засоренность посевов. Применение минеральных удобрений способствовало значительному росту урожая ячменя по всем приемам основной обработки почвы. Наибольший результат получен при максимальном внесении удобрений ($N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$), что в среднем на 12% выше, чем при внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30}$, на 22% выше, чем при $N_{32}P_{32}K_{32}$ и на 33% выше, чем в контроле. По окупаемости минеральных удобрений (NPK) прибавкой урожая ячменя в среднем по двум полям полевого севооборота преимущество имела отвальная вспашка на фоне $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$. Здесь на 1 руб. затрат дополнительно было получено 1,70 руб.

Литература

1. Артемьев А.А. Продуктивность севооборота и изменение плодородия почвы в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 4. С. 51-55. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23857053

2. Микитин С.В., Шуравилин А.В., Бородычев В.В. и др. Влияние обработки почвы и минерального питания на динамику биологической активности и NPK при возделывании ярового ячменя // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. № 4 (12). С. 295-304. doi: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-295-304

3. Asa Myrbeck, Maria Stenberg, Johan Arvidsson, et al. (2012). Effects of autumn tillage of clay soil on mineral N content, spring cereal yield and soil structure over time. *European Journal of Agronomy*, vol. 37, no. 1, pp. 96-104. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.11.007

4. Marco Mazzoncini, Daniele Antichi, Claudia Di Bene, et al. (2016). Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy,* vol. 77, pp. 156-165. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.02.011

5. Richard J. Cooper, Zanist Q. Hama-Aziz, Kevin M. Hiscock, et al. (2020). Conservation tillage and soil health: Lessons from a 5-year UK farm trial (2013-2018). *Soil and Tillage Research*, vol. 202, article 104648. URL: https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104648

6. Angel Maresma, José A. Martínez-Casasnovas, Francisca Santiveri, et al. (2019). Nitrogen management in double-annual cropping system (barley-maize) under irrigated Mediterranean environments. *European Journal of Agronomy,* vol. 103, pp**.** 98-107. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.12.002

7. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П., Ерофеев С.А. и др. Влияние агротехники на урожайность ячменя // Вестник науки и образования: сельскохозяйственные науки. 2018. № 14(50). С. 10-14. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36321584

8. Абашев В.Д., Светлакова Е.В., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.В. Влияние возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1 (50). С. 24-30. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=25476136

9. Ksawery Kuligowski, Tjalfe G. Poulsen, Gitte H. Rubæk, et al. (2010). Plant-availability to barley of phosphorus in ash from thermally treated animal manure in comparison to other manure based materials and commercial fertilizer. *European Journal of Agronomy,* vol. 33, no. 4, pp. 293-303. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.08.003

10. Шуравилин А.В., Бородычев В.В., Новиков А.Е. и др. Урожайность ярового ячменя на каштановой почве нижнего Поволжья // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2016. № 2. С. 7-14. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26126326

11. Morell, F.J., Lampurlanés, J., Álvaro-Fuentes, J., et al. (2011). Yield and water use efficiency of barley in a semiarid Mediterranean agroecosystem: Long-term effects of tillage and N fertilization. *Soil and Tillage Research,* vol. 117, pp. 76-84. URL: https://doi.org/10.1016/j.still.2011.09.002

12. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовия (методическое руководство) / под ред. А.М. Гурьянова. Саранск, 2003. 428 с.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. М., 1989. 195 с.

15. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.

Об авторах:

Артемьев Андрей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8759-8070, artemjevaa@yandex.ru

Гурьянов Александр Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, ORCID: htt://orcid.org/0000-0003-2642-1498, niish-mordovia@mail.ru

Хвостов Евгений Николаевич, научный сотрудник, заведующий лабораторией агротехники, niish-mordovia@mail.ru

CULTIVATION OF SPRING BARLEY WITH DIFFERENT METHODS OF TILLAGE AND BACKGROUNDS OF MINERAL NUTRITION

A.A. Artemyev, A.M. Guryanov, E.N. Khvostov

Mordovia research agricultural institute — branch of Federal agricultural research center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Saransk, Republic of Mordovia, Russia

In forest-steppe areas of the Volga region and, in particular, of the Republic of Mordovia in the field crop rotation (clover — winter wheat — spring wheat — oat — spring barley) deployed in time at the experimental field of the Mordovian agricultural research institute — branch of Federal agrarian research center of the North-East comparative analysis of the application of moldboard, subsurface and surface soil treatment on four backgrounds of fertilizer. The effect of these factors on the yield of spring barley, soil properties and crop contamination was revealed. Studies conducted on leached Chernozem have shown the advantage of dump plowing in achieving the highest yield of barley. On average, 3.15 t/ha was obtained in this variant, which was 16-17% higher than for non-ploughed treatments. For plowing, the lowest density of soil compaction, the highest accumulation of productive moisture (178-180 mm) and less clogging of crops were observed. The use of fertilizers also contributed to a significant increase in the yield for all methods of tillage. The greatest result was obtained when applying fertilizers at a dose of $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$, which was 12% higher than when applying $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{30}$, 22% higher than when applying $N_{32}P_{32}K_{32}$ and 33% higher than in the control. The highest yield of barley (3.89 t/ha) was marked by plowing on the background of fertilizer $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$. The maximum use of fertilizers in the experiment made it possible to obtain a yield of more than 3 t/ha of barley when replacing plowing with non-tillage treatment and disking to a shallower depth. The calculation of the payback of mineral fertilizers (NPK) by increasing the yield of barley showed that the largest (9.1 kg of grain) it was plowed against the background of $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{60}$. Here, an additional 1.70 rubles were earned for 1 ruble of expenses.

Keywords: *spring barley, productivity, leached Chernozem, tillage, mineral fertilizers, payback of fertilizers.*

References

1. Artem'ev, A.A. (2015). Produktivnost' sevooborota i izmenenie plodorodiya pochvy v zavisimosti ot doz i sootnoshenii mineral'nykh udobrenii [Productivity of crop rotation and changes in soil fertility depending on doses and ratios of mineral fertilizers]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 4, pp. 51-55. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23857053

2. Mikitin, S.V., Shuravilin, A.V., Borodychev, V.V. i dr. (2017). Vliyanie obrabotki pochvy i mineral'nogo pitaniya na dinamiku biologicheskoi aktivnosti i NPK pri vozdelyvanii yarovogo yachmenya [Influence of soil tillage and mineral nutrition on the dynamics of biological activity and NPK in spring barley cultivation]. *Vestnik RUDN. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* [RUDN journal of agronomy and animal industries], no. 4 (12), pp. 295-304. doi: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-295-304

3. Asa Myrbeck, Maria Stenberg, Johan Arvidsson, et al. (2012). Effects of autumn tillage of clay soil on mineral N content, spring cereal yield and soil structure over time. *European Journal of Agronomy*, vol. 37, no. 1, pp. 96-104. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.11.007

4. Marco Mazzoncini, Daniele Antichi, Claudia Di Bene, et al. (2016). Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy,* vol. 77, pp. 156-165. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.02.011

5. Richard J. Cooper, Zanist Q. Hama-Aziz, Kevin M. Hiscock, et al. (2020). Conservation tillage and soil health: Lessons from a 5-year UK farm trial (2013-2018). *Soil and Tillage Research*, vol. 202, article 104648. URL: https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104648

6. Angel Maresma, José A. Martínez-Casasnovas, Francisca Santiveri, et al. (2019). Nitrogen management in double-annual cropping system (barley-maize) under irrigated Mediterranean environments. *European Journal of Agronomy,* vol. 103, pp. 98-107. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.12.002

7. Vorontsov, V.A., Skorochkin, Yu.P., Erofeev, S.A. i dr. (2018). Vliyanie agrotekhniki na urozhainost' yachmenya [Influence of agricultural machinery on barley yield]. *Vestnik nauki i obrazovaniya: sel'skokhozyaistvennye nauki* [Bulletin of science and education], no. 14 (50), pp. 10-14. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36321584

8. Abashev, V.D., Svetlakova, E.V., Popov, F.A., Noskova, E.N., Denisova, A.V. (2016). Vliyanie vozrastayushchikh doz i sootnoshenii mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo zerna yachmenya [Influence of increasing doses and ratios of mineral fertilizers on productivity and quality of barley grain]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 1 (50), pp. 24-30. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=25476136

9. Ksawery Kuligowski, Tjalfe G. Poulsen, Gitte H. Rubæk, et al. (2010). Plant-availability to barley of phosphorus in ash from thermally treated animal manure in comparison to other manure based materials and commercial fertilizer. *European Journal of Agronomy,* vol. 33, no. 4, pp. 293-303. URL: https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.08.003

10. Shuravilin, A.V., Borodychev, V.V., Novikov, A.E. i dr. (2016). Urozhainost' yarovogo yachmenya na kashtanovoi pochve nizhnego Povolzh'ya [Yield of spring barley on chestnut soil of the lower Volga region]. *Vestnik RUDN. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* [RUDN journal of agronomy and animal industries], no. 2, pp. 7-14. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26126326

11. Morell, F.J., Lampurlanés, J., Álvaro-Fuentes, J., et al. (2011). Yield and water use efficiency of barley in a semiarid Mediterranean agroecosystem: Long-term effects of tillage and N fertilization. *Soil and Tillage Research,* vol. 117, pp. 76-84. URL: https://doi.org/10.1016/j.still.2011.09.00212

12. Gur'yanov, A.M. (ed.) (2003*). Adaptivnye tekhnologii vozdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh Respubliki Mordoviya (metodicheskoe rukovodstvo)* [Adaptive technologies of crop cultivation in the Republic of Mordovia (methodological manual)]. Saransk, 428 p.

13. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

14. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Methods of state variety testing of agricultural crops.] (1989). Issue 2. Moscow, 195 p.

15. Dospekhov, B.A., Vasil'ev, I.P., Tulikov, A.M. (1987). *Praktikum po zemledeliyu* [Workshop on agriculture]. Moscow, Agropromizdat Publ., 383 p.

About the authors:

Andrey A. Artemyev, doctor of agricultural sciences, associate professor, leading researcher, deputy director of scientific research, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8759-8070, artemjevaa@yandex.ru

Alexander M. Guryanov, doctor of agricultural sciences, professor, director, ORCID: htt://orcid.org/0000-0003-2642-1498, niish-mordovia@mail.ru

Evgeniy N. Khvostov, researcher, head of the laboratory of agricultural engineering, niish-mordovia@mail.ru

artemjevaa@yandex.ru

УДК 633.854.78 (571.56)

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15086

УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ЕГО СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Е.С. Пестерева, С.А. Павлова, Г.Е. Захарова, М.М. Свинобоев

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

Научные исследования проводились в научно-производственном стационаре лаборатории кормопроизводства ЯНИИСХ в Хангаласском улусе Республики Саха (Якутия), расположенном в 80 км выше г. Якутска на надпойменной террасе р. Лены. Опыты проводились в 2018-2019 гг. В статье включены данные урожайности, питательной ценности и экономической оценки подсолнечника и его смесей. Почвы опытного участка — мерзлотные лугово-черноземные суглинистые. Изучены шесть вариантов подсолнечника и его смесей. Наибольший рост среди изучаемых культур обеспечивают подсолнечник (171 см) + суданская трава (180 см) и подсолнечник (156) + кукуруза (170 см). Урожайность подсолнечника и его смесей за два года исследований изменялась в зависимости от набора компонентов от 33,4 до 39,9 т/га зеленой массы. Высокую урожайность обеспечивает посев подсолнечника с кукурузой — 39,9 т/га зеленой массы, что выше от контроля на 4,0 т/га зеленой массы. Урожайность зеленой массы подсолнечника в смеси с бобовыми культурами (вика, горох) немного уступает урожайности подсолнечника в смеси с кукурузой. Урожайность зеленой массы смешанных посевов подсолнечника с викой составила 35,2 т/га, подсолнечника с горохом — 37,4 т/га. Высокое содержание переваримого протеина обеспечивает посевы подсолнечника с бобовыми культурами (вика, горох) от 147 до 158 г. Содержание переваримого протеина подсолнечника со злаковыми культурами (кукуруза, просо, суданская трава) от 130 до 136 г. в 1 кормовой единице. По питательной ценности лучшими вариантами являются подсолнечник с викой яровой и подсолнечник с горохом.

Ключевые слова: *Центральная Якутия, однолетние культуры, подсолнечник, смеси, корма, урожайность, питательная ценность, экономика.*

Актуальность исследования

Среди многочисленных трудностей ведения животноводства на одном из первых мест всегда стояли корма. Короткий вегетационный период Крайнего Севера, недостаток тепла во всех районах, засушливость большинства зон ограничивают видовой состав кормовых культур, их продуктивность, приводят к большим перепадам урожайности и сужают возможности балансирования кормов по основным элементам питания [1, 2]. Недостаток кормов, низкое их качество, неустойчивость производства — вот проблемы, которые постоянно преследуют животноводов и ставят перед земледельцами непростые задачи их решения [3].

Полевое кормопроизводство в Центральной Якутии может обеспечивать более 50% потребностей в сочных, витаминных и концентрированных кормах за счет расширения посевов перспективных кормовых культур (подсолнечник, кукуруза, просо, вика, горох, суданская трава), совершенствования технологии их возделывания и уборки [4, 5]. Эффективное развитие полевого кормопроизводства предполагает проведение приемов агротехники при выращивании перспективных кормовых культур для производства сочных и объемистых кормов [6]**.** В республике в настоящее время не изучены такие перспективные культуры, как подсолнечник и его смеси. Поэтому изучение подсолнечника и его смесей является актуальной проблемой в условиях Центральной Якутии.

Научная новизна

Впервые в условиях Центральной Якутии на основании полевого эксперимента изучаются подсолнечник и его смеси для производства сочных и объемистых кормов.

Цель и задачи

Целью исследований является изучение урожайности и питательной ценности подсолнечника и его смесей в условиях Центральной Якутии.

Задачи исследований:

- изучить формирования роста, развития подсолнечника и его смесей;
- определить урожайность подсолнечника и его смесей;
- определить питательную ценность подсолнечника и его смесей.

Материал и методы исследований

Исследования подсолнечника и его смесей проводились на базе лаборатории кормопроизводства Якутского НИИ сельского хозяйства на второй надпойменной террасе долины р. Лена в 2018-2019 гг.

Почвы опытного участка **—** мерзлотные лугово-черноземные суглинистые. Механический состав представлен легким суглинком. В некоторых местах встречаются супесчаные почвы. Предшественник — однолетние травы. Минеральные удобрения вносили как фон под предпосевную обработку почвы в дозе (NPK)90.

В опыте всего шесть вариантов в трехкратной повторности. Размещение делянок — рендомизированное. Площадь учетных делянок — 30 м^2. Посев проводили — 1 июня.

Схема опыта:

1. Подсолнечник — контроль;
2. Подсолнечник + кукуруза;
3. Подсолнечник + просо ;
4. Подсолнечник + вика;
5. Подсолнечник + горох;
6. Подсолнечник + суданская трава.

Опыты проводились в условиях орошения с нормой полива 250 м^3/га при НВ ниже 70%. Агротехника кормовых культур проводилась по рекомендациям Якутского НИИСХ [7]. Наблюдения и учеты проведены по методическим указаниям ВНИИ кормов [8, 9]. Химические анализы **—** в лаборатории переработки и массовых анализов ЯНИИСХ на анализаторе SpectraStar. Статистическую обработку данных урожайности проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Опыты подсолнечника и его смесей на урожайность огромное влияние играют темпы линейного роста и весового прироста кормовых культур по периодам созревания. Регистрация фенологических фаз роста растений в разнородных культурных посевах позволяет выявить влияние различных факторов и приемов выращивания на онтогенез растений и формирование урожая.

По итогам фенологических наблюдений выявлено, что всходы подсолнечника и злаковых культур появились на 6-8-й день, а у бобовых на 6-10-й день после экспериментального посева. Разница в вариантах появления всходов между одновидовыми и смешанными посевами не наблюдалось. В процессе развития растений в поливидовых посевах отмечалось небольшое промедление в прохождении прогресса очередных фаз.

По результатам измерения высоты растений по вариантам подсолнечника и его смесей с перспективными культурами в фазе массового цветения — выбрасывания метелки — образование бобов достигли высоту: подсолнечник одновидовой — до 159 см, подсолнечник — 156 см + кукуруза — 170 см, подсолнечник — 175 см + просо — 130 см, подсолнечник — 170 см + вика яровая **—** 89 см, подсолнечник 173 см + горох **—** 84 см, подсолнечник 171 см + суданская трава **—** 180 см. Максимальный рост среди изучаемых культур обеспечивает двухкомпонентная смесь подсолнечник (171 см) + суданская трава (180 см), немного уступают посевы подсолнечника (156 см) с кукурузой (170 см).

Для получения высоких урожаев при совместных посевах необходимо, чтобы растения в течение вегетационного периода были обеспечены влагой и питательными веществами в достаточной степени. Нами установлено, что средняя урожайность зеленой массы одновидового посева подсолнечника составила

© Пестерева Е.С., Павлова С.А., Захарова Г.Е., Свинобоев М.М., 2020

Таблица 1

Урожайность зеленой массы подсолнечника и его смесей, т/га (среднее за 2018-2019 гг.).

	Вариант	Урожайность зеленой массы по повторностям, т/га			Средняя урожайность зеленой массы, т/га
		I	II	III	
1	Подсолнечник	35,2	37,6	35,0	35,9
2	Подсолнечник + кукуруза	41,2	40,5	38,0	39,9
3	Подсолнечник + просо	33,6	36,4	34,0	34,7
4	Подсолнечник + вика	32,0	38,8	34,8	35,2
5	Подсолнечник + горох	38,2	37,6	36,5	37,4
6	Подсолнечник + суданская трава	30,1	32,0	38,0	33,4
	$НСР_{05}$				6,2

Таблица 2

Питательная ценность подсолнечника в смеси с однолетними кормовыми культурами (среднее за 2018-2019 гг.)

Вариант	Кормовая единица	Обменной энергии, МДж	Обеспеченность переваримым протеином в 1 кормовой единице, г.
	в 1 кг сухого вещества		
1. Подсолнечник	0,64	8,9	123
2.Подсолнечник+кукуруза	0,67	9,0	136
3. Подсолнечник + просо посевное	0,65	9,0	129
4. Подсолнечник + вика яровая	0,72	9,4	147
5. Подсолнечник + горох посевной	0,71	9,5	158
6. Подсолнечник + суданская трава	0,67	9,1	130

35,9 ц/га. Разница урожайности подсолнечника по повторностям незначительная.

Урожайность подсолнечника и его смесей за два года исследований изменялись в зависимости от набора компонентов от 33,4 до 39,9 т/га зеленой массы. Высокую урожайность обеспечивает посев подсолнечника с кукурузой — 39,9 т/га зеленой массы, что выше от контроля на 4,0 т/га зеленой массы. Урожайность зеленой массы подсолнечника в смеси с бобовыми культурами (вика, горох) немного уступает урожайности подсолнечника в смеси кукурузой. Урожайность зеленой массы смешанных посевов подсолнечника с викой составила 35,2 т/га, подсолнечника с горохом — 37,4 т/га.

Из всех изученных вариантов, урожайность зеленой массы смешанных посевов подсолнечника с просой и подсолнечника с суданской травой показывает низкий показатель — 34,7 и 33,4 т/га соответственно (табл. 1).

Химический состав зеленых кормов зависит от их ботанического состава, условий и места произрастания, агротехники.

По калорийности и содержанию переваримого протеина сухое вещество зеленых кормов близко к растительным концентратам, но превосходит их по биологической ценности протеина и витаминов. В процессе вегетации растений в них снижается содержание протеина и повышается — клетчатки, вследствие чего уменьшаются переваримость и энергетическая ценность.

Основной причиной резкой разницы в динамике химического состава как у отдельных трав, так у злаковых и бобовых по фазам вегетации являются особенности биологии роста и развития растений. У злаков с началом выметывания их листовой аппарат, в котором сосредоточена основная часть наиболее ценных питательных веществ, начинает отмирать. Это и приводит к общему снижению кормовой ценности вегетативной массы. У бобовых трав рост и образование новых листьев продолжается практически весь период вегетации, благодаря чему они и сохраняют все это время высокие кормовые достоинства.

В наших опытах включение бобовых культур на посевы подсолнечника позволяет значительной степени увеличить питательную ценность кормов, а также сбалансировать ее по переваримому протеину. Бобовые смеси по содержанию питательных веществ были существенно продуктивнее посевов подсолнечника с суданкой, подсолнечника с просой и подсолнечника с кукурузой. Так, высокое содержание сырого протеина обеспечивают посевы подсолнечника с бобовыми культурами (подсолнечник + вика, подсолнечник + горох) от 20,0 до 21,2 % на воздушно-сухое вещество. Содержание сырого протеина смесей подсолнечника со злаковыми культурами превышали содержание сырого протеина чистого посева подсолнечника, но уступали содержанию сырого протеина подсолнечника с бобовыми культурами. Низкое содержание сырого протеина обеспечивает чистый посев подсолнечника 17,9% на воздушно-сухое вещество.

Из изученных вариантов лучшие показатели питательной ценности обеспечивают посевы подсолнечника с бобовыми культурами.

Высокое содержание обменной энергии обеспечивают посевы подсолнечника с бобовыми культурами от 9,4 до 9,5 МДж, низкое содержание одновидовой посев подсолнечника 9,0 МДж в 1 кг сухого вещества. Содержание обменной энергии подсолнечника со злаковыми культурами (кукуруза, просо, суданская трава) чуть выше, чем чистый посев подсолнечника и обеспечивает от 9,0 до 9,1 МДж в 1 кг сухого вещества (табл. 2).

Аналогичная закономерность отмечается и при расчете кормовой единицы в 1 кг сухого вещества. Наибольшее содержание кормовой единицы обеспечивают также посевы подсолнечника с бобовыми культурами от 0,71 до 0,72. Варианты подсолнечника в смеси с кукурузой, просой и суданской травой обеспечивают от 0,65 до 0,67 кормовых единиц в 1 кг сухого вещества. Низкое содержание кормовых единиц обеспечивает одновидовой посев подсолнечника — 0,65 в 1 кг сухого вещества.

Изменения содержания переваримого протеина зависит от видового состава травосмесей. Высокое содержание переваримого протеина обеспечивают посевы подсолнечника с бобовыми культурами (вика, горох) от 147 до 158 г. Содержание переваримого протеина подсолнечника со злаковыми культурами (кукуруза, просо, суданская трава) от 130 до 136 г. в 1 кормовой единице.

Производство кормов, их себестоимость оказывают большое влияние на экономику животноводства, поскольку затраты однолетних трав на производство продукции составляют в среднем 50-60% в ее себестоимости. Эффективность использования однолетних культур зависит от урожайности и питательной ценности.

Для экономической оценки подсолнечника и его смесей приняты показатели, основными из которых являются выход продукции с 1 га посевов, себестоимость 1 ц продукции, прямые затраты, чистый доход, рентабельность. Прямые затраты на внесение минеральных удобрений рассчитаны с учетом их стоимости, смешивания, транспортировки, погрузки и разгрузки. При определении себестоимости затрат включены дополнительные расходы на обработку почвы, посев, стоимость семян, орошение, уборку урожая, удобрение (цена и внесение), горючее, зарплату рабочих и прочие затраты.

Расчет экономической эффективности показал, что высокий условно чистый доход и уровень рентабельности отмечается в варианте подсолнечника в смеси с кукурузой, где условный чистый доход с 1 га составил 45769 рублей, а уровень рентабельности достиг 134%, при урожайности 39,9 т/га зеленой массы. Также наиболее высокий результат экономической оценки по показателям рентабельности и условно чистому доходу показала смесь подсолнечника с горохом посевным (урожайность 37,4 т/га зеленой массы). Рентабельность подсолнечника в смеси с горохом посевным составила 117 %, при этом получен условно чистый доход в сумме 40418 рублей с 1 гектара. Среди изучаемых культур более низкие показатели экономической эффективности отмечается в варианте подсолнечника в смеси с суданской травой с условно чистым доходом 32702 рублей/га, рентабельность 96 %. В целом все посевы подсолнечника в чистом виде и в смеси показали эффективные результаты по рентабельности и условно чистому доходу (табл. 3).

Таблица 3

Экономическая оценка подсолнечника в смеси с однолетними кормовыми культурами (среднее за 2018-2019 гг.)

Вариант	Средняя урожайность зеленой массы, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Прямые затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
1. Подсолнечник	35,9	71867	34449	37418	109
2. Подсолнечник + кукуруза	39,9	79800	34031	45769	134
3. Подсолнечник + просо посевное	34,7	69333	34031	35302	104
4. Подсолнечник + вика яровая	35,2	70400	34031	36369	107
5. Подсолнечник + горох посевной	37,4	74867	34449	40418	117
6. Подсолнечник + суданская трава	33,4	66733	34031	32702	96

Выводы

Таким образом, в среднем за годы исследований, все изученные варианты по урожайности и питательной ценности перспективны для производства сочных и объемистых кормов в условиях Центральной Якутии.

1. По биометрическим измерениям высокие показатели получены у двухкомпонентной смеси подсолнечник (171 см) + суданская трава (180 см), немного уступают посевы подсолнечника (156) с кукурузой — 170 см.

2. Из изученных вариантов наибольшую урожайность обеспечивает посев подсолнечника в смеси с кукурузой — 39,9 т/га зеленой массы. Средняя урожайность зеленой массы подсолнечника и его смесей составила от 33,4 до 39,9 т/га.

3. Высокое содержание переваримого протеина обеспечивают посевы подсолнечника с бобовыми культурами (вика, горох) от 147 до 158г. Содержание переваримого протеина подсолнечника со злаковыми культурами (кукуруза, просо, суданская трава) от 130 до 136 г. в 1 кормовой единице. По питательной ценности лучшими вариантами являются подсолнечник с викой яровой и подсолнечник с горохом.

4. Сравнение экономической эффективности при возделывании подсолнечника и его смесей показало, что экономически выгодны все изученные варианты. Высокая рентабельность отмечается в вариантах подсолнечник + кукуруза (134 %) и подсолнечник + горох (117 %). Смесь подсолнечник + кукуруза обеспечивает чистый доход с 1га в 45769 рублей, что выше, чем у одновидового подсолнечника на 8351 рублей.

Литература

1. Попов Н.Т. Полевое кормопроизводство Якутии и пути его интенсификации. Якутск, 1987. С. 77 — 80.

2. Конюхов Г.И. Земледелие Якутии. РАСХН, Сибирское отделение, Якутский НИИСХ. Новосибирск, 2005. 360 с.

3. Кашеваров Н.И. Производство кормов в Западной Сибири / Н.И. Кашеваров, В.П. Данилов, А.А. Мустафин и др. Н.: Россельхозакадемия, 2007. 94 с.

4. Пестерева Е.С., Павлова С.А., Захарова Г.Е. Адаптация технологии возделывания перспективных однолетних культур по срокам посева в условиях Центральной Якутии // Аграрная наука. 2018. № 4. С. 47-49.

5. Павлова С.А., Пестерева Е.С., Захарова Г.Е., Кузьмина А.В., Жиркова. Н.Н. Влияние сроков посева на урожайность перспективных однолетних кормовых культур в условиях Центральной Якутии // Аграрная наука. 2017. № 7. С.2-3.

6. Павлова С.А. Кормопроизводства в РС (Я): состояние и перспективы/ Павлова С.А., Пестерева Е.С., Захарова Г.Е. // Кормопроизводство. 2018. № 5. С.5-8.

7. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы / Методическое пособие. Якутский НИИСХ. Якутск, 2016. 279 с.

8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1997. 156 с.

9. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. М.: Россельхозакадемия, 2000. 52 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Об авторах:

Пестерева Елена Семеновна, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5485-4330, lena79pestereva@mail.ru

Павлова Сахаяна Афанасьевна, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормопроизводства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6097-7740, sachayana@mail.ru

Захарова Галина Егоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7109-680X, galina61zaxarova@mail.ru

Свинобоев Михаил Михайлович, младший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5992-5599, svinoboev91@mail.ru

PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL VALUE OF SUNFLOWER AND ITS MIXTURES IN CENTRAL YAKUTIA

S.A. Pavlova, E.S. Pestereva, G.E. Zakharova, M.M. Svinoboev

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

Research was conducted by research hospital laboratory of forage production ANEESH in Khangalassky district of the Sakha Republic (Yakutia), located 80 km above the city of Yakutsk, on the terrace above the floodplain of the river Lena. The experiments were conducted in 2018-2019. The article includes data on yield, nutritional value and economic assessment of sunflower and its mixtures. The soils of the experimental site are permafrost meadow-Chernozem loam. Six variants of sunflower and its mixtures were studied. The largest growth among the studied crops is provided by sunflower (171 cm) + Sudan grass (180 cm) and sunflower (156) + corn (170 cm). The yield of sunflower and its mixtures for two years of research varied depending on the set of components from 33.4 to 39.9 t/ha of green mass. High yield is provided by sowing sunflower with corn-39.9 t / ha of green mass, which is higher than the control by 4.0 t / ha of green mass. The yield of the green mass of sunflower mixed with legumes (vetch, peas) is slightly inferior to the yield of sunflower mixed with corn. The yield of green mass of mixed crops of sunflower with vetch was 35.2 t / ha, sunflower with peas-37.4 t / ha. High content of digestible protein is provided by sunflower crops with legumes (vetch, peas) from 147 to 158 g. The content of digestible sunflower protein with cereals (corn, millet, Sudan grass) from 130 to 136 g.in 1 feed unit. In terms of nutritional value, the best options are sunflower with spring vetch and sunflower with peas.

Keywords: *Central Yakutia, annual crops, sunflower, mixtures, feed, yield, nutritional value, economy.*

References

1. Popov N.T. (1987). Field forage production in Yakutia and ways of its intensification. Yakutsk, pp. 77-80.

2. Konyukhov G.I. (2005). Agriculture of Yakutia. RASHN, Siberian Branch, Yakutsk NIISH. Novosibirsk, 360 p.

3. Kashevarov N.I. (2007). Production of feed in Western Siberia / N.I. Kashevarov, V.P. Danilov, A.A. Mustafin, etc. Novosibirsk: *Rosselkhoznadzor*, 94 p.

4. Pestereva E.S., Pavlova S.A., Zakharova G.E. (2018). Adaptation of technology of cultivation of perspective annual crops by sowing dates in the conditions of Central Yakutia. Agrarian science, No. 4, pp. 47-49.

5. Pavlova S.A., Pestereva E.S., Zakharova G.E., Kuzmina A.V., Zhirkova N.N. (2017). Influence of sowing dates on the yield of promising annual forage crops in Central Yakutia. Agrarian science, No. 7, pp. 2-3.

6. Pavlova S.A. (2018). Forage production in the RS (Ya): state and prospects. Feed production, № 5, pp. 5-8.

7. System of agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period 2016-2020. Methodological guide. The Yakut research Institute for agriculture. Yakutsk, 2016, 279 p.

8. Guidelines for conducting field experiments with forage crops. Moscow, 1997, 156 p.

9. Methodical manual on agro-energy and economic assessment of technologies and systems of forage production. Moscow: *Rosselkhoznadzor*, 2000, 52 p.

10. Dospekhov B.A. (1985). Methodology of field experience. Moscow: *Agropromizdat*, 351 p.

About the authors:

Elena S. Pestereva, associate professor, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of feed production,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5485-4330, lena79pestereva@mail.ru

Sakhayana A. Pavlova, associate professor, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of feed production,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6097-7740, sachayana@mail.ru

Galina E. Zakharova, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of feed production,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7109-680X, galina61zaxarova@mail.ru

Mikhail M. Svinoboev, junior researcher at the laboratory of feed production, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5992-5599, svinoboev91@mail.ru

УДК 633.11:631.52

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15087

ОЦЕНКА СОРТОВОГО СОСТАВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ

С.И. Кривошеев, В.А. Шумаков

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

В статье представлены результаты полевых исследований с 2016 по 2019 гг., на основании которых дана оценка адаптивных параметров 11 сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Курской области. Согласно модели расчета, наиболее ценными являются сорта, у которых коэффициент регрессии bi больше единицы, а коэффициент стабильности S^2i стремится к нулю. Проведенными исследованиями выявлено, что к высокопластичным сортам со стабильной урожайностью относятся такие сорта, как Безостая 100, Алексеич, Ермак и Льговская 4, где bi = 1,06-1,10, а S^2i = 0,13-1,73. Сорта Гром и Сварог имели более высокий коэффициент регрессии — bi = 1,35-1,18, но и высокий коэффициент стабильности — S^2i = 7,89-20,35, то есть они характеризовались как высокоотзывчивые по коэффициенту пластичности, но менее стабильные. Наибольшей стрессоустойчивостью обладали сорта Веха, Скипетр и Леонида, имеющие самые низкие отрицательные значения разности минимальных и максимальных величин урожайности, равные от -6,8 до -10,9. Высокой степенью соответствия генотипу отвечали сорта: Гром, Безостая 100, Алексеич, Леонида и Ермак. На основании результатов исследований перспективных и районированных сортов озимой пшеницы по комплексу параметров адаптивности установлено, что наиболее приемлемыми для возделывания в условиях Курской области по чистому пару являются такие сорта озимой пшеницы, как Безостая 100, Алексеич и Ермак, обладающие высокой продуктивностью, экологической пластичностью и стабильностью, генетической гибкостью. Сорт Гром имел максимальную по опыту урожайность, наивысший коэффициент пластичности и генетической гибкости. Высокоурожайным и наиболее стрессоустойчивым являлся сорт Леонида. Высокая экологическая пластичность и стабильность соответствовала сорту Донэра, но он уступал рекомендованным сортам по средней урожайности.

Ключевые слова: *озимая пшеница, сорт, урожайность, пластичность, стабильность, генетическая гибкость, стрессоустойчивость.*

Введение

Озимая пшеница является основной зерновой культурой в Курской области. В структуре посевных площадей зерновых и зернобобовых культур в 2019 г. она занимала 47%. В среднем за последние 3 года посевная площадь под озимой пшеницей составила 474,4 тыс. га, урожайность — 49,8 ц/га, а валовой сбор — 2 млн 326 тыс. т.

Внедрение в производство новых высокоурожайных сортов (сортосмена) является фактором интенсификации сельскохозяйственного производства [1, 2].

На полях Курской области высевалось более 70 сортов озимой пшеницы. Активно внедрялись новые сорта, так, по сравнению с 6,4% в 2018 г., их доля в 2019 г. возросла до 24,0% (рис.). Наибольший удельный вес имели сорта, находившиеся в производстве от 6 до 10 лет — 34,6-35,7%, уменьшилась доля сортов от 11 до 15 лет — с 38,3 до 29,1%.

Каждый сорт имеет как отрицательные, так и положительные стороны, которые проявляются по-разному в зависимости от погодных условий. Поэтому в каждом хозяйстве целесообразно выращивать несколько сортов, которые отличаются по вегетационному периоду созревания и пластичности [3, 4]. Критерием отбора сорта считается уровень средней урожайности в различных по времени и месту условиях среды. Сорт, у которого высокая средняя урожайность обусловлена высокой продуктивностью в благоприятных условиях, хуже того, который обладает лучшей адаптацией в неблагоприятных условиях [5]. Таким образом, среди сортового многообразия выделяют те сорта, которые сочетают в одном генотипе высокую продуктивность и экологическую стабильность под воздействием неблагоприятных факторов [6, 7].

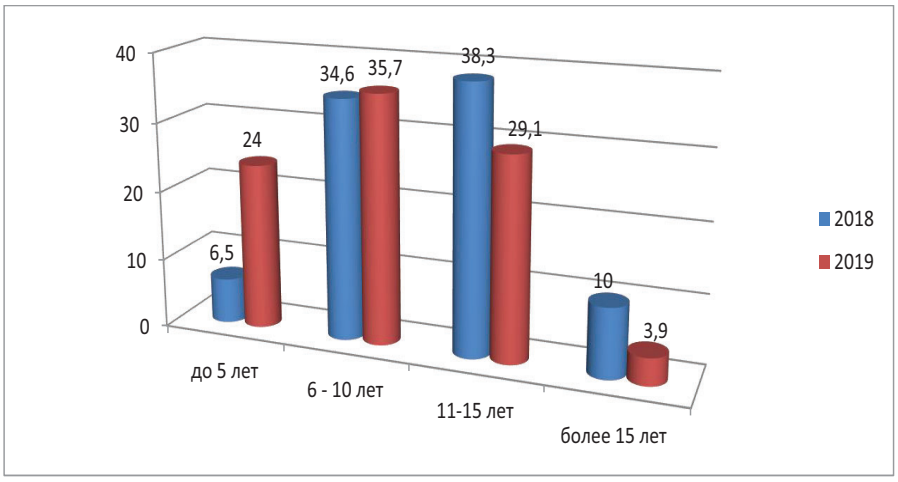


Рис. Удельный вес сортов озимой пшеницы в посевных площадях в зависимости от сроков нахождения в производстве, %

Для оценки отзывчивости генотипа на изменяющиеся условия среды широко используется метод, предложенный S.A. Eberhart, W.A. Russell [8]. Метод позволяет оценить, с одной стороны, реакцию сорта, выраженную в изменении значений признака при изменении условий выращивания, а с другой стороны, фактическое отклонение от этой реакции при испытании сорта. Коэффициент линейной регрессии характеризует пластичность сорта, среднее квадратичное отклонение — его стабильность. Метод позволяет сделать интегральную оценку среды, проводимой по урожайности (или другому признаку) [9].

Цель исследований

Цель исследований — изучение перспективных и районированных сортов озимой пшеницы по параметрам экологической пластичности и стабильности для выявления наиболее адаптированных сортов к условиям возделывания в Курской области по чистому пару.

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в полевом опыте лаборатории семеноводства зерновых культур, многолетних трав и картофеля ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» с 2016 по 2019 гг. В опыте изучали 11 сортов озимой пшеницы, возделываемых в области (табл. 1), стандартом являлся местный сорт Льговская 4.

Оригинатором пяти сортов является «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» (г. Краснодар), два сорта представляли Ростовскую область, один — Московскую область, сорт Леонида — Орловскую область, а соавторами распространенного сорта Скипетр были А.М. Полетаев и Г.М. Полетаев.

© Кривошеев С.И., Шумаков В.А., 2020

Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 31-34.

Таблица 1

Происхождение и посевная площадь сортов озимой пшеницы в Курской области

Сорт	Госреестр селекционных достижений		Оригинатор сорта	Посевная площадь, %	
	год включения	регион		2018 г.	2019 г.
Льговская 4	2008	ЦЧР	Льговская ОСС	23,0	16,3
Немчиновская 17	2013	Центральный	ФИЦ «Немчиновка»	-	0,6
Скипетр	2009	ЦЧР	Полетаев А.М. и Полетаев Г.М.	8,0	4,5
Безостая 100	2019	ЦЧР	НЦЗ им. Лукьяненко	3,0	9,8
Веха	2017	Северо-Кавказский	НЦЗ им. Лукьяненко	0,4	2,0
Гром	2010	ЦЧР	НЦЗ им. Лукьяненко	11,0	12,0
Алексеич	2019	ЦЧР	НЦЗ им. Лукьяненко	2,0	8,3
Сварог	2017	Северо-Кавказский	НЦЗ им. Лукьяненко	0,1	0,1
Донэра	2015	ЦЧР	Ростовский АНЦ	0,1	0,1
Ермак	2001	ЦЧР	Ростовский АНЦ	9,0	3,8
Леонида	2017	ЦЧР	КХ А.Д. Ивашова	0,2	0,1

Таблица 2

ГТК в весенне-летний период вегетации озимой пшеницы (2017-2019 гг.)

Годы	ГТК по месяцам				Условия увлажнения за период
	май	июнь	июль	среднее	
2017	0,97	1,87	1,99	1,61	высоковлажный
2018	0,83	0,77	2,78	1,46	влажный
2019	1,60	0,38	0,92	0,97	слабозасушливый

Таблица 3

Урожайность сортов озимой пшеницы по годам и параметры экологической пластичности и стабильности

Сорт	Урожайность по годам, ц/га				Коэффициент	
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	регрессии (bi)	стабильности (S^2i)
Льговская 4	75,4	66,3	61,0	67,6	1,10	1,73
Немчиновская 17	70,3	68,6	57,8	65,6	0,78	38,48
Скипетр	70,6	64,5	60,0	65,0	0,79	2,73
Безостая 100	83,1	72,8	69,2	75,0	1,10	0,13
Веха	74,0	67,2	68,2	69,8	0,52	3,12
Гром	93,7	83,3	75,6	84,2	1,35	7,89
Алексеич	87,5	76,6	74,5	79,5	1,06	0,45
Сварог	82,4	66,6	69,5	72,8	1,18	20,35
Донэра	82,5	69,7	67,6	73,3	1,22	1,13
Ермак	82,2	70,9	69,2	74,1	1,06	0,98
Леонида	81,4	70,5	73,6	75,2	0,75	14,33
Среднее — x_i	80,3	70,6	67,8	72,9	-	-
Индекс среды — ij	7,35	-2,28	-5,08	-	-	-

Таблица 4

Стрессоустойчивость и генетическая гибкость сортов озимой пшеницы (2017-2019 гг.)

Сорт	Урожайность, ц/га		Стрессоустойчивость, ($Y_{min} - Y_{max}$)	Генетическая гибкость сорта, ($Y_{max} + Y_{min}$)/2
	min	max		
Льговская 4	61,0	75,4	-14,4	68,2
Немчиновская 17	57,8	70,3	-12,5	64,1
Скипетр	60,0	70,6	-10,6	65,3
Безостая 100	69,2	83,1	-13,9	76,2
Веха	67,2	74,0	-6,8	70,6
Гром	75,6	93,7	-18,1	84,7
Алексеич	74,5	87,5	-13,0	81,0
Сварог	66,6	82,4	-15,8	74,5
Донэра	67,6	82,5	-14,9	75,1
Ермак	69,2	82,2	-13,0	75,7
Леонида	70,5	81,4	-10,9	76,0

Предшественник озимой пшеницы чистый пар. Норма высева — 5 млн/га всхожих семян. Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки 10 м^2. Почва опытного участка представлена черноземом типичным, мощным, тяжелосуглинистого состава. Содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 6,1%, P_2O_5 — 15,6 мг/100 г почвы (по Чирикову), K_2O — 11,3 мг/100 г почвы (по Масловой). Реакция почвенной среды нейтральная (pH 6,5-7,0). Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в дозе $N_{10}P_{26}K_{26}$, и в фазе весеннего кущения проводили азотную подкормку аммиачной селитрой (N_{52}).

На опытном участке применяли зональную технологию возделывания озимой пшеницы. Уборку урожая выполняли селекционным комбайном Сампо-130.

Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова. Показатели экологической стабильности и пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [8]. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность определяли по уравнению A.A. Rossielle, J. Hamblin [10], описанных А.А. Гончаренко [11].

Погодные условия в период вегетации озимой пшеницы существенно различались по месяцам и годам исследования (табл. 2). В весенне-летний сезон 2017 г. вегетация озимой пшеницы протекала в условиях высокой влагообеспеченности, при этом ГТК составил в маеиюле 0,97-1,99 Данные условия способствовали интенсивному росту и формированию высокой урожайности. В весенне-летний период 2018 г. вегетация растений проходила при повышенных температурах и дефиците влаги (ГТК в маеиюне составил 0,83-0,77). Обильные осадки июля способствовали прорастанию зерна в колосе, что отрицательно сказалось на качестве урожая и посевных свойствах семян. В 2019 г. погодные условия напоминали «качели» — засушливый апрель и июнь (ГТК 0,38), дождливый и теплый май (ГТК 1,60), холодный июль. В целом весенне-летний период явился неблагоприятным для формирования высокого урожая озимой пшеницы.

Результаты исследований

По средней урожайности сортов по годам вычислили индекс среды. Лучшие условия для роста и развития складывались при положительном значении индекса среды, худшие — при отрицательном значении.

В результате наиболее благоприятные условия отмечались в вегетационный сезон 2016-2017 гг., где индекс среды ij = 7,35 (табл. 3). Сезоны 2017-2018 гг. и 2018-2019 гг. были неблагоприятными, так как ij = -2,28 и -5,08 соответственно. По годам урожайность пшеницы в опыте по сортам колебалась в значительной степени — от 57,8 ц/га у сорта Немчиновская 17 в 2019 г. до 93,7 ц/га у сорта Гром в 2017 г. Наиболее высокая урожайность за годы исследований получена у следующих сортов: Гром (84,2 ц/га), Алексеич (79,5 ц/га), Леонида (75,2 ц/га) и Безостая 100 (75,0 ц/га), где прибавка к средней урожайности по опыту составила от 2,1 до 11,3 ц/га.

Адаптивность сорта в конкретных условиях года определялась показателями экологической пластичности и стабильности урожайности. Пластичность сортов оценивали по коэффициенту регрессии (bi), а стабильность — по коэффициенту стабильности признака (S^2i).

При коэффициенте регрессии значительно выше единицы сорта относились к интенсивному типу, которые характеризовались высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания, а в неблагоприятные по погодным условиям годы резко снижали урожайность. При коэффициенте регрессии, равном или близком к единице (высокая экологическая пластичность), считалось, что сорт соответствовал изменению условий выращивания.

Сорта с коэффициентом регрессии меньше единицы слабее реагировали на изменение условий среды. Согласно модели расчета S.A. Eberhart, W.A. Russell [8], наиболее ценны те сорта, у которых bi>1, а S^2i (коэффициент стабильности) стремился к нулю. Они отзывчивы на улучшение условий и характеризовались стабильной урожайностью. Сорта с высокими показателями bi и S^2i менее ценны, так как их высокая отзывчивость сочеталась с низкой стабильностью [12].

В проведенных нами исследованиях к высокопластичным сортам со стабильной урожайностью относились Безостая 100, Алексеич, Ермак и Льговская 4, где bi = 1,06-1,10, а S^2i = 0,13-1,73. Изменение показателей урожайности у этих сортов соответствовало изменению условий: на высоком агрофоне они высокие, на низком — незначительно снижались.

Большую отзывчивость на улучшение условий возделывания имели сорта Гром, Донэра и Сварог (bi = 1,35-1,18). Однако из-за высокого коэффициента стабильности сорта Гром и Сварог (S^2i = 7,89 и 20,35) в неблагоприятные годы сильнее снижали урожайность. У сортов Веха, Леонида, Немчиновская 17 и Скипетр коэффициент регрессии ниже единицы (bi = 0,52-0,79), то есть они меньше реагировали на изменение условий возделывания, чем предыдущие сорта. В данном составе сортов они меньше подходили для выращивания на чистом паре. В изучаемом наборе сортов наиболее стабильными были сорта Безостая100, Алексеич, Ермак, Донэра и Льговская 4, где S^2i = 0,13-1,73. Самыми нестабильными оказались сорта Леонида, Сварог и Немчиновская 17 (S^2i = 14,33-38,48).

Для повышения оценки адаптивного потенциала сортов использовали и другие методы. Приспособительные возможности сортов определяли через показатель их стрессоустойчивости (табл. 4).

Устойчивость сортов к стрессу определялась по разности между минимальной и максимальной урожайностью, она имела отрицательный знак. Стрессоустойчивость тем выше, чем меньше разница между минимальной и максимальной урожайностью. Высокой стрессоустойчивостью обладали сорта Веха, Скипетр и Леонида (Y_{min} — Y_{max} = -6,8-10,9). Невысокая стрессоустойчивость отмечена у сортов Гром, Сварог и Донэра (Y_{min} — Ymax = -18,1-14,9).

Генетическую гибкость сорта определяла величина (Y_{max} + Y_{min})/2, которая показывала среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и благоприятных) условиях. При более высоком значении данного показателя выше степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды. В проведенных нами опытах генетически гибкими сортами являлись Гром, Алексеич, Безостая 100, Леонида и Ермак (Y_{max} + Y_{min})/2 = 84,7; 81,0; 76,2; 76,0 и 75,7 соответственно.

Выводы

На основании результатов исследований перспективных и районированных сортов озимой пшеницы по комплексу параметров адаптивности для возделывания по чистому пару в условиях Курской области наиболее приемлемы сорта Безостая 100, Алексеич и Ермак, обладающие высокой экологической пластичностью и стабильностью, генетической гибкостью и высокой продуктивностью.

К интенсивному типу отнесен сорт Гром, с наивысшим коэффициентом пластичности, генетической гибкостью и максимальной по опыту урожайностью. Высокоурожайным и наиболее стрессоустойчивым являлся сорт Леонида. Сорт Донэра имел высокую экологическую пластичность и стабильность, но уступал по средней урожайности.

Литература

1. Алабушев А.В. Сорт как фактор инновационного развития зернового производства // Зерновое хозяйство России. 2011. № 3. С. 1-8.
2. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. № 3. С. 3-6.
3. Сорта пшеницы и тритикале: каталог ФГБНУ «ЦНЗ им. П.П. Лукьяненко» / редколлегия А.А. Романенко и др. Краснодар: ЭДВИ, 2018. 164 с.
4. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы — важнейший фактор повышения урожайности и качества // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 4-6.
5. Yan, S.K. (1991). Variance of relative yield as an agronomic type of stability measure. Proceeding of the *Eight Meeting EUCARPIA section, Biometrics of Plant Budding 1-6 Yule, Brno*, pp. 12-16.
6. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3(45). С. 31-36.
7. Сапега В.А., Турсунбакова Г.Ш. Продуктивность и параметры адаптивности сортов твердой яровой пшеницы // Аграрная наука. 2013. № 9. С. 12-14.
8. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, vol. 6, no. 1, pp. 36-40.
9. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Степочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548-552.
10. Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environ vents. *Crop Science*, vol. 21, no. 6, pp. 27-29.
11. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 5. С. 49-53.
12. Корзун О.С., Бруйко Л.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. Гродно, 2011. С. 45-67.

Об авторах:

Кривошеев Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1226-5693, sergejkrivoseev67@gmail.com

Шумаков Василий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5318-8527, shumakov.rnii@bk.ru

EVALUATION OF THE VARIETAL COMPOSITION OF WINTER WHEAT IN KURSK REGION ON THE PARAMETERS OF ENVIRONMENTAL PLASTICITY AND STABILITY

S.I. Krivosheev, V.A. Shumakov

Federal agricultural Kursk research center, Kursk, Russia

The article presents the results of field research from 2016 to 2019, based on which adaptive parameters of 11 varieties of winter wheat cultivated in Kursk region are estimated. According to the calculation model, the most valuable varieties are those with a regression coefficient bi greater than one, and the stability coefficient S^2i tends to zero. The study revealed that high-plastic varieties with stable yields included such varieties as Bezostaya 100, Alekseich, Ermak and Lgovskaya 4, where bi = 1.06-1.10, and S^2i = 0.13-1.73. The Grom and Svarog varieties had a higher regression coefficient bi = 1.35-1.18, but also a high stability coefficient S^2i = 7.89-20.35, in other words, they were characterized as highly responsive in terms of plasticity coefficient, but less stable. The most stress-resistant varieties were Vekha, Scepter and Leonida, which have the lowest negative values of the difference between the minimum and maximum yield values, equal to -6.8 to -10.9. A high degree of the compliance with the genotype was met by the varieties: Grom, Bezostaya 100, Alekseich, Leonida and Ermak. Based on the results of the research of promising varieties of winter wheat on a complex of parameters of adaptability it is determined that the most appropriate varieties for the cultivation under the conditions of Kursk Region afterclean fallow are such varieties of winter wheat as Bezostaya 100, Alekseich and Ermak with high productivity, environmental plasticity and stability, genetic flexibility. The Grom variety had the highest yield in terms of the experiment, the highest coefficient of plasticity and genetic flexibility. Leonida was high-yielding and most stress-resistant variety. High environmental plasticity and stability corresponded to the Donera variety, but it was inferior to the recommended varieties in terms of average yield.

Keywords: *winter wheat, variety, yield, plasticity, stability, genetic flexibility, stress resistance.*

References

1. Alabushev, A.V. (2011). Sort kak faktor innovatsionnogo razvitiya zernovogo proizvodstva [Variety as a factor of innovative development of grain production]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 3, pp. 1-8.
2. Nettevich, Eh.D. (2001). Potentsial urozhainosti rekomendovannykh dlya vozdelyvaniya v Tsentral'nom regione RF sortov yarovoi pshenitsy i yachmenya i ego realizatsiya v usloviyakh proizvodstva [The yield potential of spring wheat and barley varieties recommended for cultivation in the Central region of the Russian Federation and its implementation under production conditions]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Reports of the Russian academy of agricultural sciences], no. 3, pp. 3-6.
3. Romanenko, A.A. i dr. (ed.) (2018). *Sorta pshenitsy i tritikale: katalog FGBNU «TSNZ im. P.P. Luk'yanenko»* [Wheat and triticale varieties: catalog of the P.P. Lukyanenko National Grain Center]. Krasnodar, EHDVI, 164 p.
4. Sandukhadze, B.I. (2010). Selektsiya ozimoi pshenitsy — vazhneishii faktor povysheniya urozhainosti i kachestva [Selection of winter wheat is the most important factor in increasing productivity and quality]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 11, pp. 4-6.
5. Yan, S.K. (1991). Variance of relative yield as an agronomic type of stability measure. Proceeding of the *Eight Meeting EUCARPIA section, Biometrics of Plant Budding 1-6 Yule, Brno*, pp. 12-16.
6. Goncharenko, A.A. (2016). Ehkologicheskaya ustoichivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selektsii [Ecological stability of the varieties of grain crops and problems of selection]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 3(45), pp. 31-36.
7. Sapega,V.A., Tursunbakova, G.Sh. (2013). Produktivnost' i parametry adaptivnosti sortov tverdoi yarovoi pshenitsy [Productivity and adaptability parameters of hard spring wheat varieties]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 9, pp. 12-14.
8. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, vol. 6, no. 1, pp. 36-40.
9. Potanin, V.G., Aleinikov, A.F., Stepochkin, P.I. (2014). Novyi podkhod k otsenke ehkologicheskoi plastichnosti sortov rastenii [Anew approach to assessing the ecological plasticity of plant varieties]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov journal of genetics and breeding], vol. 18, no. 3, pp. 548-552.
10. Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, vol. 21, no. 6, pp. 27-29.
11. Goncharenko, A.A. (2005). Ob adaptivnosti i ehkologicheskoi ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur [About the adaptability and ecological stability of grain crop varieties]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Bulletin of the Russian academy of agricultural sciences], no. 5, pp. 49-53.
12. Korzun, O.S., Bruiko, L.S. (2011). *Adaptivnye osobennosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaistvennykh rastenii: posobie* [Adaptive features of selection and seed production of crops: manual]. Grodno, pp. 45-67.

About the authors:

Sergey I. Krivosheev, candidate of agricultural sciences, associate professor, senior researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1226-5693, sergejkrivoseev67@gmail.com
Vasily A. Shumakov, candidate of agricultural sciences, senior researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5318-8527, shumakov.rnii@bk.ru

sergejkrivoseev67@gmail.com

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

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»

«Московский экономический журнал» (МЭЖ)
зарегистрирован как сетевое ежемесячное издание.

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

Контакты: *https://qje.su, e-science@list.ru*

Наши партнеры:

УДК 633.15

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15088

СРАВНИТЕЛЬНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ

А.Л. Тойгильдин, А.В. Тюрин, И.А. Тойгильдина

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», г. Ульяновск, Россия

Изучение гибридов кукурузы на зерно в производственных условиях Ульяновской и Пензенской областей на черноземе выщелоченном показали, что наиболее урожайными являются гибриды среднеранней группы спелости с ФАО 200-220. В среднем за 3 года урожайность гибридов данной группы составила 6,17 т/га, что на 1,5 т/га больше чем у раннеспелых гибридов и на 0,3 т/га, чем у среднеранних гибридов с ФАО 230 и более. Зерно гибридов среднеранней группы отличалось меньшей уборочной влажностью, в среднем за годы исследований данный показатель составил 25,1%, тогда как у группы раннеспелых гибридов — 27,7%, а у среднеранних с ФАО 230 и более — 28,3%. По селекционному индексу гибриды кукурузы расположись в следующий ряд: среднеранние с ФАО 200-220 — 0,25 > среднеранние с ФАО 230 и более — 0,22 > раннеспелые с ФАО до 200 — 0,18. В группе раннеспелых гибридов высокой урожайностью и показателем селекционного индекса отличались гибриды НК Фалькон, Талисман и МАС 14.Г; в группе среднеранних с ФАО 200-220 — ДКС 3203, СМ Ротанго, МАС 23.К; а в группе среднеранних с ФАО 230 и более — СИ Энигма, СМ Фортаго и Киломерис. Дисперсионный анализ полученных данных позволил выявить, что наибольший вклад в формирование урожая зерна кукурузы оказывала группа спелости гибридов — 45,9%, на долю гибридов приходилось 15,4%, а на взаимодействие двух факторов — 35,1%. Таким образом, проведенные исследования позволяют отметить, что при подборе гибридов кукурузы на зерно важно учитывать группу спелости гибридов и проводить оценку их адаптационных свойств в конкретных почвенно-климатических условиях.

Ключевые слова: *кукуруза на зерно, ФАО, группа спелости, урожайность, уборочная влажность зерна.*

Введение

Лесостепная зона Поволжья характеризуется благоприятными условиями для возделывания основных зерновых культур, но расчеты показывают, что биоклиматический потенциал региона реализуется не в полной мере и валовые сборы зерна отличаются значительной вариабельностью по годам [1]. Например, в Ульяновской области средняя урожайность зерновых культур за 2014-2019 гг. колебалась от 1,63 до 2,74 т/га (V=19,2%), аналогичные изменения отмечаются и по валовому сбору зерна.

Рост урожайности и валового сбора зерна обусловлен оптимизацией структуры посевных площадей, а также разработкой и внедрением адаптивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Адаптация предполагает, прежде всего, приспособление растений к конкретным почвенно-климатическим и другим условиям среды, а агротехнология направлена на последовательную оптимизацию лимитирующих факторов их роста и развития. По мнению А.А. Жученко [2], важнейшим условием интенсификации растениеводства является его «ориентация на наиболее эффективное использование адаптивных (приспособительных) и адаптирующих (средоулучшающих) свойств важнейших биотических компонентов агробиоценозов, и, в первую очередь, культивируемых видов и сортов растений».

Перспективным направлением для условий лесостепной зоны Поволжья является увеличение площади посевов кукурузы на зерно, которая отличается высокой продуктивностью, является ценной культурой, позволяющей поддерживать принцип плодосмена в севооборотах, в целом обладает комплексом уникальных признаков, принципиально отличающим кукурузу от других растений, универсальностью в использовании [3, 4, 5]. Потенциальная зерновая продуктивность гибридов кукурузы достигает почти 20 т/га зерна [6].

Несмотря на это, кукуруза в условиях лесостепной зоны Поволжья возделывается на незначительной площади, прежде всего, из-за отсутствия адаптивных технологий, что вызывает необходимость изучения и повышения эффективности современных приемов повышения ее продуктивности. Оценка адаптации гибридов кукурузы на зерно различных групп спелости по таким показателям, как урожайность, уборочная влажность и селекционный индекс в условиях двух регионов лесостепной зоны Поволжья поведена впервые, что обуславливает новизну проведенных исследований.

Цель исследований

Цель проведенных исследований — оценить урожайность и уборочную влажность гибридов кукурузы на зерно различных групп спелости для подготовки практических рекомендаций по их возделыванию в условиях лесостепной зоны Поволжья.

Методология проведения исследования

Методология по выявлению адаптивных гибридов кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Поволжья заключалась в постановке производственных опытов и оценке сравнительной урожайности и уборочной влажности зерна гибридов различных групп спелости.

Исследования проводились в 2016, 2018 и 2019 гг. в сельскохозяйственных предприятиях Ульяновской и Пензенской областей. Объекты исследований — гибриды кукурузы на зерно разных групп спелости:

- раннеспелые гибриды — ФАО до 200;
- среднеранние гибриды — ФАО 200-220;
- среднеранние гибриды — ФАО 230 и более.

В опытах изучались гибриды кукурузы отечественной селекции (Золотой початок, АХ Кубань, ВНИИ Кукурузы, Кубанский НИИСХ) и зарубежных компаний-оригинаторов (Syngenta, Monsanto, LG, Euralis, Saatbau, Corteva, KWS, Mas Seeds).

Почвы опытных участков были представлены черноземами выщелоченными.

Размер делянок 560 м^2, размещение систематическое, повторность опыта трехкратная, посев проводили пропашными сеялками с междурядьем 70 см при достижении температуры почвы на глубине заделки семян 8^{0}С. Норма высева 75 тыс. всхожих семян на 1 га. Основная обработка почвы под кукурузу заключалась в проведении зяблевой вспашки на 25-27 см после зерновых культур сплошного сева. Под предпосевную культивацию вносили аммиачную селитру с нормой 100 кг/га, при посеве — диаммофоску (10:26:26) — 100 кг/га. Уход за посевами заключался в использовании гербицидов против однодольных и двудольных сорняков.

Урожай зерна кукурузы в производственных опытах учитывался методом сплошной уборки прямым комбайнированием с учетной площади.

Селекционный индекс определяли по методике В.С. Сотченко, как результат деления урожайности гибрида на уборочную влажность зерна [7].

Полученные экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа.

Годы исследований существенно отличались по влагообеспеченности. Так, по данным метеостанций г. Ульяновска, в 2016 г. за май-август выпало 240 мм осадков при гидротермическом коэффициенте (ГТК) = 1,01 ед., в 2018 г., по данным метеостанции в г. Пенза, за май-август выпало 135 мм при ГТК = 0,57, в 2019 г. — 153 мм при ГТК = 0,67.

Результаты исследований и их обсуждение

Сорта сельскохозяйственных культур обладают различными адаптационные свойствами, поэтому при разработке агротехнологий значение имеет их подбор, а для кукурузы на зерно,

© Тойгильдин А.Л., Тюрин А.В., Тойгильдина И.А., 2020

Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 35-38.

особенно в условиях лесостепной зоны Поволжья, где ограничены тепловые ресурсы, важным свойством является продолжительность вегетации.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по Российской Федерации, включено более 1500 сортов и гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции [8], существенно отличающихся по длине вегетации, потенциалу продуктивности и другим признакам [9, 10, 11].

В настоящее время различные критерии в определенной степени интегрирует метод сравнения со стандартом, реализованный в виде шкалы ФАО с разбивкой на классы без присваивания им названий [12]. Каждому классу гибридов на шкале, включающей интервал чисел ФАО от 100 до 900, отведен диапазон в 100 единиц. Критерием включения гибрида в тот или иной класс является результат идентификации его по отношению к стандарту. В качества стандартов за классами закреплены гибриды различной скороспелости, выведенные на Государственной селекционной станции штата Висконсин (США). Биологический смысл чисел ФАО возникает лишь при их сопоставлении, при этом разница в 10 единиц соответствует различиям в динамике развития гибридов на 1 сутки на среднеевропейских широтах или по влажности зерна на 1% [13]. В отечественных классификациях для основных районов кукурузосеяния страны принята следующая классификация: первая группа (ФАО 100-199) — раннеспелые гибриды, вторая группа (ФАО 200-299) — среднеранние, третья группа (ФАО 300-399) — среднеспелые, четвертая группа (ФАО 400-499) — среднепоздние гибриды и т.д. [14].

Стремление к объективной систематизации биотипов применительно к агроклиматическим районам привело к возникновению зональных классификаций. Например, для Германии [13], для Западной Сибири России [15, 16], для Польши [17] и др. Несмотря на различия по регионам, шкала ФАО и основанные на ней классификации получили самое широкое распространение в мире.

Опираясь на данную классификацию, следует предположить, что для условий лесостепной зоны Поволжья, где продолжительность безморозного периода составляет 120-155 дней, а сумма положительных температур — 2200-2400^{0}С интерес представляют гибриды группы спелости с ФАО до 300. К тому же в пределах каждой группы по длине вегетации сорта и гибриды существенно отличаются по реакции на внешнее условия, что вызывает необходимость изучения их продуктивности и адаптационных свойств.

Сорта и гибриды отличаются различной реакцией и адаптационными свойствами, поэтому выбор их обуславливается конкретными почвенно-климатическими условиями и требует производственной проверки. Например, в 2017 г. в условиях низких температур воздуха и большого количества осадков гибриды среднеранней группы (ФАО более 200) не достигли физиологической спелости, и сельскохозяйственные предприятия были вынуждены проводить уборку в весенний период, и понесли убытки.

Исследования, проведенные нами в 2016 г. на базе ООО «Золотой теленок» Чердаклинского района Ульяновской области, показывают, что по урожайности положительно выделялись гибриды среднеранней группы спелости с ФАО 200-220. В среднем урожайность гибридов данной группы спелости составила 4,46 т/га зерна, что на 1,69 т/га больше, чем урожайность раннеспелых гибридов и на 0,72 т/га больше, чем гибридов с ФАО 230 и более (табл. 1).

Существенное влияние на продуктивность посевов оказывает генетический потенциал сортов и гибридов. Так, анализ полученных данных показывает, что в группе раннеспелых выделился гибрид СИ Фалькон, который сформировал 3,74 т/га зерна, что существенно выше, чем урожайность других гибридов. В группе среднеранних наибольшая урожайность была получена у гибридов ДКС 3203 — 4,91 т/га и Делитоп — 4,79 т/га.

Дисперсионный анализ позволил выявить влияние изучаемых факторов на урожайность. Расчеты показали, что наибольшая дисперсия связана с группой спелости гибридов — 61,2%, на гибриды приходилось 4,7%, при этом взаимодействие факторов (группа спелости — А и гибрид — В) также имело существенное влияние на урожайность — 33,0%.

Содержание влаги в зерне определяется, прежде всего, погодными условиями в периоды созревания и проведения уборки, однако, кроме этого, важное значение имеет тип зерна, плотность обертки и толщина стержня початка, что определяет способность растения терять влагу и сроки созревания. По нашим данным, уборочная влажность зерна была ниже у среднеранних гибридов с ФАО 200-220 — 22,3%, тогда как влажность зерна гибридов раннеспелой группы составила 26,7%, а гибридов с ФАО 230 и более — 25,3%. По данному показателю положительно отличались гибриды ДКС 3203 — 21,0%, СИ Феномен — 21,0, Каскад 166 — 22,3 и Делитоп — 22,5%.

По значению селекционного индекса преимущество имели также среднеранние гибриды с ФАО 200-220, при этом показатель варьировал от 0,18 до 0,23 ед. при среднем значении 0,2 ед. Набольшее значение селекционного индекса отмечено у гибридов СИ Феномен, Делитоп и ДКС 3203.

Опыты, проведенные на базе ООО «РусМолКо» Наровчатского района Пензенской области в 2018 г., показали, что среднеспелые гибриды кукурузы с ФАО 200-220 по урожайности зерна имели преимущество перед раннеспелыми и среднеспелыми с ФАО 230 и более (табл. 2). Средняя урожайность зерна кукурузы по группам спелости изменялась от 4,02 т/га (раннеспелые) до 4,56 т/га (среднеранние с ФАО 200-220).

Дисперсионный анализ урожайных данных за 2018 г. показал, что колебания урожайности в равной степени определялись группой спелости гибридов (33,1%), гибридами (27,1%) и взаимодействием этих факторов (31,8%).

Влажность зерна гибридов кукурузы в первой группе спелости составила 32,0%, тогда как во второй группе — 29,6% и в третьей — 36,2%, при селекционном индексе 0,13, 0,15 и 0,12 ед. соответственно.

Аналогичные закономерности выявлены и в 2019 г. Урожайность среднеранних гибридов с ФАО 200-220 и с ФАО 230 и более составила соответственно 9,49 и 9,39 т/га зерна, что больше, чем раннеспелых на 2,27 и 2,17 т/га или на 23,9-23,1%. Преимущество указанных групп спелости отмечалось и по влажности зерна, и по селекционному индексу (табл. 3).

В группе раннеспелых выделился гибрид Талисман с урожайностью 10,25 т/га зерна, что существенно выше, чем урожайность других гибридов. В группе среднеранних с ФАО 200-220 наибольшая урожайность была сформирована гибридами ДКС 3203 — 9,97 т/га и СМ Ротанго — 10,36 т/га. В группе среднеранних с ФАО 230 и более выделились гибриды П8307 — 10,26 т/га и СИ Фортаго — 10,44 т/га.

Статистическая обработка данных за 2019 г. показала, что набольшее влияние на уровень урожайности оказывала группа спелости гибридов кукурузы — 43,3%, а также взаимодействие факторов группы спелости и гибридов — 40,5%.

Таблица 1

Урожайность зерна гибридов кукурузы, уборочная влажность и селекционный индекс в условияхООО «Золотой теленок» (Чердаклинский район Ульяновской области, 2016 г.)

№ п/п	Гибрид (Фактор В)	Производитель	ФАО (Фактор А)	Урожайность, т/га		Влажность зерна при уборке, %		Селекционный индекс	
Раннеспелые ФАО менее 200									
1	Каскад 166	Золотой Початок	170	2,91		22,3		0,13	
2	Воронежский 158	Золотой Початок	170	3,15		23,3		0,14	
3	Воронежский 175	Золотой Початок	190	2,41	2,77	34,4	26,7	0,07	0,11
4	Каскад 195	Золотой Початок	190	1,65		26,9		0,06	
5	НК Фалькон	Syngenta	190	3,74		26,5		0,14	
Среднеранние ФАО 200-220									
6	НК Гитаго	Syngenta	200	4,31		23,5		0,18	
7	ДКС 2949	Monsanto	200	4,03		23,0		0,18	
8	Делитоп	Syngenta	210	4,79	4,46	22,5	22,3	0,21	0,20
9	ДКС 3203	Monsanto	210	4,91		21,0		0,23	
10	СИ Феномен	Syngenta	220	4,26		21,3		0,20	
Среднеранние ФАО 230 и более									
11	СИ Энигма	Syngenta	230	4,41		23,0		0,19	
12	Докучаевский 259	Золотой Початок	230	3,24		25,0		0,13	
13	СИ Новатоп	Syngenta	240	4,29	3,74	23,8	25,3	0,18	0,15
14	Машук 250 СВ	ВНИИ Кукурузы	250	3,62		26,7		0,14	
15	Воронежский 279	Золотой Початок	290	3,14		27,9		0,11	
			$НСР_{05}$	0,18					
			$НСР_{A}$	0,08	0,08				
			$НСР_{B}$	0,10					

Таким образом, согласно проведенным нами исследованиям, наибольший вклад в формирование урожайности кукурузы на зерно принадлежит группе спелости гибридов. В условиях лесостепной зоны Поволжья наибольшую урожайность формируют среднеранние гибриды с ФАО 200-220, раннеспелые гидриды снижают урожайность, а гибриды с ФАО 230 и более отличаются повышенной уборочной влажностью зерна. При подборе гибридов кукурузы на зерно важно не только выбирать группу спелости, но и оценивать их генетический потенциал. В группе раннеспелых большей урожайностью отличаются гибриды НК Фалькон, Талисман и МАС 14.Г, в группе среднеранних с ФАО 200-220 — ДКС 3203, СМ Ротанго, МАС 23.К, в группе среднеранних с ФАО 230 и более — СИ Энигма, СМ Фортаго и Киломерис.

Таблица 2

Урожайность зерна гибридов кукурузы, уборочная влажность и селекционный индекс в условиях ООО «РусМолКо» (Наровчатский район Пензенской области, 2018 г.)

№ п/п	Гибрид (Фактор В)	Производитель	ФАО (Фактор А)	Урожайность, т/га		Влажность зерна при уборке, %		Селекционный индекс	
Ультраранние и раннеспелые ФАО менее 200									
1	Росс 130 МВ	Кубанский НИИСХ	130	3,81		31,6		0,12	
2	СИ Талисман	Syngenta	180	4,09		30,3		0,13	
3	Росс 199 МВ	Кубанский НИИСХ	190	3,84	4,02	34,7	32,0	0,11	0,13
4	НК Фалькон	Syngenta	190	4,03		32,2		0,13	
5	МАС 14.Г	Mas Seeds	190	4,34		31,4		0,14	
Среднеранние ФАО 200-220									
6	МАС 15.Т	Mas Seeds	200	4,47		32,4		0,14	
7	СИ Ротанго	Syngenta	200	5,06		29,6		0,17	
8	СИ Телиас	Syngenta	210	4,08	4,56	25,4	29,8	0,16	0,15
9	МАС 23.К	Mas Seeds	220	4,96		32,6		0,15	
10	Окато	Saatbau	220	4,24		29,2		0,15	
Среднеранние ФАО 230 и более									
11	ЕС Эпилог	Euralis Semences	230	3,91		34,7		0,11	
12	Амамонте	KWS	240	4,73		35,7		0,13	
13	МАС 25.Ф	Mas Seeds	250	4,51	4,48	36	36,2	0,13	0,12
14	ЛГ 3258	Limagrain	250	4,36		38		0,11	
15	Киломерис	KWS	270	4,89		36,7		0,13	
			$НСР_{05}$	0,24		-	-	-	-
			$НСР_{A}$	0,11	0,11	-	-	-	-
			$НСР_{B}$	0,14		-	-	-	-

Таблица 3

Урожайность зерна гибридов кукурузы, уборочная влажность и селекционный индекс в условиях ООО «РАО «Наровчатское» (Наровчатский район Пензенской области, 2019 г.)

№ п/п	Гибрид (Фактор В)	Производитель	ФАО (Фактор А)	Урожайность, т/га		Влажность зерна при уборке, %		Селекционный индекс	
Раннеспелые ФАО менее 200									
1	ЗП 200	Золотой Початок	170	7,74		22,5		0,34	
2	Каскад 166	Золотой Початок	170	6,06		24,2		0,25	
3	Талисман	Syngenta	180	10,25	7,22	23,2	24,4	0,44	0,30
4	Каскад 195	Золотой Початок	190	5,14		28,1		0,18	
5	ЗП 190	Золотой Початок	190	6,89		23,8		0,29	
Среднеранние ФАО 200-220									
6	СИ Ротанго	Syngenta	200	10,36		23,6		0,44	
7	НК Гитаго	Syngenta	200	9,11		24,0		0,38	
8	ДКС 3203	Monsanto	210	9,97	9,49	21,6	23,1	0,46	0,41
9	Делитоп	Syngenta	210	9,43		23,3		0,40	
10	СИ Феномен	Syngenta	220	8,6		22,8		0,38	
Среднеранние ФАО 230 и более									
11	Переро	Saatbau	230	9,39		23,0		0,41	
12	П 8307	Corteva	230	10,26		21,3		0,48	
13	Кипарис	KWS	240	8,6	9,39	22,8	23,5	0,38	0,40
14	СИ Фортаго	Syngenta	250	10,44		23,6		0,44	
15	Ладожский 250 АМВ	АХ Кубань	250	8,25		26,8		0,31	
			$НСР_{05}$	0,44		-	-	-	-
			$НСР_{A}$	0,17	0,17	-	-	-	-
			$НСР_{B}$	0,25		-	-	-	-

Выводы

Исследования, проведенные в двух областях лесостепной зоны Поволжья на черноземе выщелоченном в период 2016-2019 гг., позволяют сделать вывод о том, что наиболее адаптивными и, как следствие, урожайными являются гибриды среднеранней группы спелости с ФАО 200-220. Зерно гибридов данной группы отличалось меньшей уборочной влажностью и более высоким расчетным селекционным индексом. Гибриды раннеспелой группы (ФАО до 200) формируют более низкую урожайность, а гибриды с ФАО 230 и более имеют повышенную влажность зерна при уборке, что увеличивает производственны затраты на его доработку и сушку.

Дисперсионный анализ полученных данных позволил выявить, что при подборе гибридов их группа спелости имеет определяющее значение, расчеты показали, что вклад составил 45,9%, тогда как на долю гибрида приходилось 15,4%, а на их взаимодействие — 35,1%.

В условиях лесостепной зоны Поволжья рекомендуется возделывать раннеспелые и среднеранние гибриды с ФАО 200-220, при этом следует подбирать гибриды с учетом адаптационных свойств. В группе раннеспелых гибридов большей адаптацией отличались гибриды НК Фалькон, Талисман и МАС 14.Г, в группе среднеранних с ФАО 200-220 — ДКС 3203, СМ Ротанго, МАС 23.К. В группе среднеранних с ФАО 230 и более в производственных целях и в селекционной работе имеют значение гибриды СИ Энигма, СМ Фортаго и Киломерис.

Литература

1. Тойгильдин А.Л., Морозов В.И., Басенкова С.В., Тойгильдина И.А. Биоклиматический потенциал и его использование в агроландшафтных условиях Ульяновской области. В сб.: Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ульяновск, 2016. С. 78-88.

2. Zhuchenko A.A. (2015). The priorities of academician A.A. Zhuchenko. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, vol. 50(6), pp. 859-864. doi: 10.15389/agrobiology.2015.6.859rus

3. Piske, J.T., Peterson, E.W. (2020). The role of corn and soybean cultivation on nitrate export from Midwestern US agricultural watersheds. *Environmental Earth Sciences*, vol. 79, no. 10 [208]. doi: 10.1007/s12665-020-08964-x

4. Strom, N., Hu, W., Haarith, D., Chen, S., Bushley, K. (2020). Interactions between soil properties, fungal communities, the soybean cyst nematode, and crop yield under continuous corn and soybean monoculture. *Applied Soil Ecology*, vol. 147, [103388]. doi: 10.1016/j.apsoil.2019.103388

5. Hulugalle, N.R., Nachimuthu, G., Kirkby, K. (2020). Sowing maize as a rotation crop in irrigated cotton cropping systems in a Vertosol: effects on soil properties, greenhouse gas emissions, black root rot incidence, cotton lint yield and fibre quality. *Soil research*, vol. 58, no. 2, pp.137-150. doi: 10.1071/SR19242

6. Caires, E.F. (2016). Nitrogen fertilization in top dressing for corn crop with high yield potential under a long-term no-till system. *Bragantia*, vol. 75, no. 1, pp. 87-95. doi: 10.1590/1678-4499.160

7. Сотченко В.С., Горбачева А.Г., Орлянский Н.А., Орлянская Н.А., Ветошкина И.А., Панфилова О.Н., Кривошеев Г.Я. Оптимизация семеноводства гибридной кукурузы с использованием селекционных индексов // Кукуруза и сорго. 2017. № 3. С. 3-9.

8. Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия»). Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений (по состоянию на 12 марта 2020 г.). URL: https://gossortrf.ru/gosreestr/

9. Кравченко Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография. Ставрополь, 2010. 208 с.

10. Панфилова О.Н., Чугунова Е.В., Попова Г.И. О результатах экологического сортоиспытания гибридов кукурузы по продуктивности зерна, на богаре и орошении, в условиях Волгоградской области // Кукуруза и сорго. 2015. № 3. С. 9-14.

11. Красковская Н.А., Бутовец Е.С., Даниленко И.Н. Изучение гибридов кукурузы разных групп спелости в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 1(53). С. 20-25.

12. Derieux M., Bonhomme, R. (1988). Different approaches to maturity ratings in maize in the world. *Zea*, no. 3, pp. 15-21.

13. Шпаар Д., Шлапунов В., Постников Л. и др. Кукуруза / под общ. ред. В.Л. Щербакова. Минск: ФУАинформ, 1999. 192 с.

14. Циков В.С., Матюха Л.А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. М.: Агропромиздат, 1989. 247 с.

15. Ильин В.С., Гаценбиллер В.И. Раннеспелая кукуруза на зерно в Западной Сибири. Барнаул, 1995. 160 с.

16. Панфилов А.Э. Сроки посева кукурузы в Зауралье // Челябинскому государственному агроинженерному университету — 70 лет: тезисы докладов на XL научно-технической конференции. Челябинск, 2001. С. 390-392.

17. Шульц П. Ранние фазы развития кукурузы: факторы риска // Наше сельское хозяйство. 2016. № 5. С. 57-61.

Об авторах:

Тойгильдин Александр Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
декан факультета агротехнологий, земельных ресурсов и пищевых производств, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7713-5283, Scopus ID: 56736974600, Researcher ID: R-4795-2016, atoigildin@yandex.ru
Тюрин Андрей Викторович, аспирант кафедры земледелия, растениеводства и селекции, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7871-5597, a.tyrin@agro-market.su
Тойгильдина Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8620-2671, irina1082@list.ru

COMPARATIVE YIELDING CAPACITY OF GRAIN MAIZE HYBRIDS ACCORDING TO RIPENESS GROUPS ON LEACHED CHERNOZEMS OF THE VOLGA FOREST-STEPPE ZONE

A.L. Toigildin, A.V. Tyurin, I.A. Toigildina

Ulyanovsk state agrarian university named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia

The study of grain maize hybrids under production conditions of the Ulyanovsk and Penza regions, on leached chernozem showed that the most productive are the hybrids of the middle-early ripeness group with FAO 200-220. On average, over 3 years, the yield of the hybrids of this group was 6.17 t/ha, which is by 1.5 t/ha more than that of early-maturing hybrids and by 0.3 t/ha than that of middle-early hybrids with FAO 230 and more. The grain of the hybrids of the mid-early group had a lower harvesting moisture, on average over 3 years this indicator was 25.1%, while in the group of early-maturing hybrids it was 27.7%, and in the middle-early with FAO 230 and more — 28.3%. According to the selection index, the maturity groups of maize hybrids ranked in the following order: middle-early FAO 200-220 — 0.25 > middle-early with FAO more than 230 — 0.22 > early maturing FAO up to 200 — 0.18. In the group of early-maturing hybrids, hybrids NK Falcon, Talisman and MAC 14.G differed in high yield and selection index, in the group of middle-early with FAO 200-220 — DKS 3203, CM Rotango, MAC 23.K, and in the group of mid-early with FAO 230 and more — SI Enigma, CM Fortago and Kilomeris. Analysis of variance made it possible to reveal that the group of ripeness of hybrids made the greatest contribution to the grain maize yield — 45.9%, the share of hybrids accounted for 15.4% and the interaction of two factors — 35.1%. Thus, the conducted research allows us to note that when selecting hybrids for grain corn, it is important to take into account the ripeness group of the hybrids and assess their adaptive properties in specific soil and climatic conditions.

Keywords: *grain maize, FAO, ripeness group, yielding capacity, harvesting humidity of grain.*

References

1. Toigil'din A.L., Morozov V.I., Basenkova S.V., Toigil'dina I.A. (2016). Bioklimaticheskii potentsial i ego ispol'zovanie v agrolandshaftnykh usloviyakh Ul'yanovskoi oblasti [Bioclimatic potential and its use in agrolandscape conditions of the Ulyanovsk region]. In: *Agrarnyi potentsial v sisteme prodovol'stvennogo obespecheniya: teoriya i praktika: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Agricultural potential in the food supply system: theory and practice. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference]. Ulyanovsk, pp. 78-88.

2. Zhuchenko A.A. (2015). The priorities of academician A.A. Zhuchenko. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, vol. 50(6), pp. 859-864. doi: 10.15389/agrobiology.2015.6.859rus

3. Piske, J.T., Peterson, E.W. (2020). The role of corn and soybean cultivation on nitrate export from Midwestern US agricultural watersheds. *Environmental Earth Sciences*, vol. 79, no. 10 [208]. doi: 10.1007/s12665-020-08964-x

4. Strom, N., Hu, W., Haarith, D., Chen, S., Bushley, K. (2020). Interactions between soil properties, fungal communities, the soybean cyst nematode, and crop yield under continuous corn and soybean monoculture. *Applied Soil Ecology*, vol. 147, [103388]. doi: 10.1016/j.apsoil.2019.103388

5. Hulugalle, N.R., Nachimuthu, G., Kirkby, K. (2020). Sowing maize as a rotation crop in irrigated cotton cropping systems in a Vertosol: effects on soil properties, greenhouse gas emissions, black root rot incidence, cotton lint yield and fibre quality. *Soil research*, vol. 58, no. 2, pp.137-150. doi: 10.1071/SR19242

6. Caires, E.F. (2016). Nitrogen fertilization in top dressing for corn crop with high yield potential under a long-term no-till system. *Bragantia*, vol. 75, no. 1, pp. 87-95. doi: 10.1590/1678-4499.160

7. Sotchenko, V.S., Gorbacheva, A.G., Orlyanskii, N.A., Orlyanskaya, N.A., Vetoshkina, I.A., Panfilova, O.N., Krivosheev, G.Ya. (2017). Optimizatsiya semenovodstva gibridnoi kukuruzy s ispol'zovaniem selektsionnykh indeksov [Optimization of hybrid corn seed production using breeding indices]. *Kukuruza i sorgo*, no. 3, pp. 3-9.

8. Gossortkomissiya (2020). Gosudarstvennaya komissiya po ispytaniyu i okhrane selektsionnykh dostizhenii. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rastenii (po sostoyaniyu na 12 marta 2020 g.) [State Register of Breeding Achievements Permitted for Use. Volume 1. Plant varieties (as of March 12, 2020)]. Available at: https://gossortrf.ru/gosreestr/

9. Kravchenko, R.V. (2010). *Agrobiologicheskoe obosnovanie polucheniya stabil'nykh urozhaev zerna kukuruzy v usloviyakh stepnoi zony Tsentral'nogo Predkavkaz'ya: monografiya* [Agrobiological substantiation of obtaining stable yields of corn grain in the steppe zone of the Central Ciscaucasia: monograph]. Stavropol, 208 p.

10. Panfilova, O.N., Chugunova, E.V., Popova, G.I. (2015). O rezul'tatakh ehkologicheskogo sortoispytaniya gibridov kukuruzy po produktivnosti zerna, na bogare i oroshenii, v usloviyakh Volgogradskoi oblasti [On the results of ecological variety testing of corn hybrids in terms of grain productivity, on dry land and irrigation, in the conditions of the Volgograd region]. *Kukuruza i sorgo*, no. 3, pp. 9-14.

11. Kraskovskaya, N.A., Butovets, E.S., Danilenko, I.N. (2020). Izuchenie gibridov kukuruzy raznykh grupp spelosti v usloviyakh Primorskogo kraya [Study of hybrids of maize of different ripeness groups in the conditions of Primorsky Krai]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, no. 1(53), pp. 20-25.

12. Derieux M., Bonhomme, R. (1988). Different approaches to maturity ratings in maize in the world. *Zea*, no. 3, pp. 15-21.

13. Shpaar, D., Shlapunov, V., Postnikov, L. i dr. (1999). *Kukuruza* [Corn]. Minsk, FUAinform Publ., 192 p.

14. Tsikov, V.S., Matyukha, L.A. (1989). *Intensivnaya tekhnologiya vozdelyvaniya kukuruzy* [Intensive corn cultivation technology]. Moscow, Agropromizdat Publ., 247 p.

15. Il'in, V.S., Gatsenbiller, V.I. (1995). *Rannespelaya kukuruza na zerno v Zapadnoi Sibiri* [Early maturing corn for grain in Western Siberia]. Barnaul, 160 p.

16. Panfilov, A.Eh. (2001). Sroki poseva kukuruzy v Zaural'e [Terms of sowing corn in the Trans-Urals]. *Chelyabinskomu gosudarstvennomu agroinzhenernomu universitetu — 70 let: tezisy dokladov na XL nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Chelyabinsk state agroengineering university — 70 years. Abstracts of papers of the XL scientific and technical conference]. Chelyabinsk, pp. 390-392.

17. Shul'ts P. (2016). Rannie fazy razvitiya kukuruzy: faktory riska [Early phases of corn development: risk factors]. *Nashe sel'skoe khozyaistvo*, no. 5, pp. 57-61.

About the authors:

Alexander L. Toigildin, doctor of agricultural sciences, associate professor,
dean of the faculty of agrotechnology, land resources and food production, associate professor of the department of agriculture, plant growing and selection,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7713-5283, Scopus ID: 56736974600, Researcher ID: R-4795-2016, atoigildin@yandex.ru
Andrey V. Tyurin, postgraduate student of the department of agriculture, plant growing and selection, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7871-5597, a.tyrin@agro-market.su
Irina A. Toigildina, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of agriculture, plant growing and selection,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8620-2671, irina1082@list.ru

atoigildin@yandex.ru

УДК 631.3:635

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15089

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛОДОВ РОБОТАМИ ДЛЯ СБОРА УРОЖАЯ

А.А. Кузнецова, Т.В. Малева, В.И. Соловьев

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,
г. Москва, Россия

Целью исследования является обзор применения глубоких сверточных нейронных сетей в системах машинного зрения роботов для уборки урожая плодовых культур. Рассмотрено применение для обнаружения плодов модели AlexNet и ее модификаций, модели R-CNN и ее модификаций, а также алгоритма YOLO и его модификаций. Проведено сравнение качества распознавания плодов различными алгоритмами. Показано, что алгоритм YOLO и его модификации, распознающие плоды за один проход, являются достаточно быстрыми и точными, позволяя обнаруживать порядка 90% фруктов на изображениях. Выделена наиболее важная метрика качества алгоритмов обнаружения плодов: доля необнаруженных фруктов, фактически определяющая недобор урожая роботом. Этот показатель является более важным, чем доля объектов, ошибочно принимаемых алгоритмом за фрукты (влияющая на скорость работы робота), и чем традиционно рассчитываемый специалистами по нейронным сетям показатель IoU (Intersection over Union). При этом о репрезентативности результатов оценки качества алгоритмов распознавания плодов возможно говорить лишь в том случае, если показатели качества рассчитываются на тестовом наборе изображений, содержащем хотя бы 1000 фруктов.

Ключевые слова: *садоводство, робот для сбора урожая, машинное зрение, обработка изображений, распознавание образов, сверточные нейронные сети, оценка качества.*

Введение

За последние сто лет в сельском хозяйстве произошло несколько революций. Две основные из них, связанные с механизацией и использованием химических удобрений, привели к значительному повышению производительности труда. Тем не менее ручной труд продолжает оставаться основным компонентом затрат в сельском хозяйстве [1].

В садоводстве сбор плодов происходит вручную, доля ручного труда в общей стоимости выращиваемых овощей, фруктов, злаков достигает 40%. В результате стремления людей переселяться из сельской местности в городскую с каждым годом набирать сезонных работников для сбора урожая становится все сложнее. При этом недобор урожая фруктов доходит до 50% [2].

Развитие использования интеллектуальных роботов для сбора плодов теоретически может существенно повысить производительность труда, уменьшить долю тяжелых рутинных ручных операций по сбору урожая, снизить недобор урожая. Прототипы роботов для сбора фруктов начали разрабатываться еще в конце 1960-х годов. Но до сегодняшнего дня ни один прототип не перешел в фазу практического использования в агропредприятиях, поскольку себестоимость производства таких роботов достигает сотен тысяч долларов, при том, что скорость сбора плодов крайне низка, а доля несобранных плодов остается очень высокой.

В значительной степени низкая скорость сбора плодов и высокий процент фруктов, остающихся висеть на деревьях, связаны с недостаточным качеством систем машинного зрения, используемых в роботах для сбора яблок [3]. Однако в последнее время, с появлением сверточных нейронных сетей, в системах машинного зрения, используемых в роботах для сбора плодов, происходит довольно существенное развитие.

Данная статья имеет целью провести подробный обзор глубоких сверточных нейронных сетей, используемых в системах машинного зрения роботов для уборки урожая, выявить наиболее перспективные алгоритмы, а также наиболее важные с точки зрения практического использования характеристики качества работы этих алгоритмов.

Детерминированные методы, а также классические алгоритмы машинного обучения, применяемые в роботах для сбора плодов, подробно обсуждались в статье, опубликованной в предыдущем номере журнала.

Модель AlexNet и ее модификации

С 2012 г., с появлением глубоких сверточных нейронных сетей, в частности сети AlexNet, предложенной в работе А. Крижевского, И. Суцкевера и Дж.Е. Хинтона [4], машинное зрение и его применение для обнаружения на фотографиях различных объектов, в том числе фруктов, получило импульс в развитии. Сеть AlexNet с серьезным отрывом заняла первое место на конкурсе ImageNet Large-Scale Visual Recognition Challenge — 2012 (доля правильно распознанных изображений составила 84,7% против 73,8% у второго места).

В 2015 г. К. Симонян и А. Зиссерман опубликовали статью [5], в которой предложили улучшенную версию модели AlexNet — сверточную нейронную сеть VGG16, показавшую 92,7% правильных ответов на конкурсе ImageNet Large-Scale Visual Recognition Challenge — 2014.

Х.А.М. Вильямс, М.Х. Джонс, М. Нежати, М.Дж. Сибрайт и Б.А. МакДональд (2018) построили робота для сбора киви и провели его полевые испытания [6]. Система машинного зрения в этом роботе, построенная на базе сети VGG16, оказалась способна обнаруживать 76% киви. При этом система машинного зрения также определяла фрукты, до которых манипулятор способен дотянуться (таких оказалось 55%). В полевых испытаниях робот собирал урожай в саду, в котором было 1456 плодов киви. Был собран 51% плодов, 24,6% были потеряны в процессе сбора, а 24,5% остались на деревьях. Сбор одного фрукта занимал в среднем около 5 с, основное время при этом занимала работа нейронной сети. Тем не менее, по-видимому, на сегодняшний день это один из самых быстрых роботов для сбора урожая.

Нейронная сеть VGG16 была использована Ж. Лью, Дж. Ву, Я. Маджидом, Я. Фенгом, Р. Ли и Й. Сью (2020) для обнаружения киви и показала точность на уровне 90% [7]. Набор данных Hayward-Kiwi, на котором обучалась данная модель, опубликован авторами в 2019 г. в открытом доступе (https://github.com/Hayward-kiwi/Hayward-Kiwi-RGB-NIR-D).

Похожая нейронная сеть, построенная в 2018 г. Х. Мурешаном и М. Олтеаном [8], была обучена на собранном авторами наборе данных *Fruits* 360 (https//github.com/Horea94/Fruit-Images-Dataset), состоящем из 4000 фотографий реальных плодов. В результате на контрольном наборе изображений доля правильно распознанных плодов составила 96,3%.

Модель R-CNN и ее модификации

Следующим продвижением в компьютерном зрении стала предложенная Р. Гиршиком, Дж. Донахью, Т. Даррелом и Дж. Маликом (2014) сеть R-CNN [9] и ее модификации Fast R-CNN [10] (Р. Гиршик, 2015), Faster R-CNN [11] (С. Рен, К. Хе и Р. Гиршик, 2017) и Mask R-CNN [12] (К. Хе, Дж. Гкиоксари, П. Доллар и Р. Гиршик, 2017), которые дали возможность на изображении, содержащем большое количество объектов, многие из которых перекрывают друг друга, идентифицировать различные объекты, определять их границы и взаимное расположение.

Предложенная в 2016 г. К. Хе, К. Чжангом, С. Реном и Дж. Саном сеть ResNet [13], основанная на модели Faster R-CNN, заняла первое место на конкурсе ImageNet Large-Scale Visual Recognition Challenge — 2015, дав 96,4% правильных ответов.

Дж. Чжанг, Л. Хе, М. Карке, К. Чжанг, Кс. Чжанг и З. Гао (2018) с помощью сети R-CNN правильно обнаружили 86% яблоневых ветвей [14].

И. Са, З. Ге, Ф. Дайоуб, Б. Апкрофт, Т. Перез и К. МакКул (2016) использовали сеть Faster R-CNN для распознавания томатов [15], С. Барготи и Дж. Андервуд (2017) распознавали с помощью Faster R-CNN яблоки, манго и миндаль [16], М. Пиблз, С.Х. Лим, М. Дюк, Б. МакГиннесс (2019) обнаруживали спаржу с помощью сети Faster R-CNN [17]. В работах [16, 15] показатель F1 превысил 90%, авторы статьи [17] сообщили, что показатель F1 оказался равен 73%.

© Кузнецова А.А., Малева Т.В., Соловьев В.И., 2020

Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 39-41.

С. Барготи и Дж. Андервуд в 2016 г. также опубликовали в свободном доступе набор данных ACFR-Multifruit-2016 (http//data.acfr.usyd.edu.au/ag/treecrops/2016-multifruit/), на котором обучалась их модель. Этот набор данных содержит 1120 фотографий крон яблок с плодами, 1964 фотографий крон манго и 620 фотографий крон миндаля.

И. Ю, К. Жанг, Л. Янг и Д. Жанг (2019) построили модель Mask R-CNN для обнаружения клубники, при этом показатель F1 превысил 90% [18].

У. Джиа, Ю. Тиан, Р. Люо, Ж. Чжанг, Ю. Чженг (2020) использовали Mask R-CNN для распознавания яблок, сообщив о том, что на контрольной выборке из 368 яблок на 120 изображениях алгоритм продемонстрировал 97%-ю точность и 95%-ю полноту [19].

Дж. Гене-Мола, Э. Грегорио, Ф.А. Чеин, Х. Гуэвара, Х. Ллоренс, Р. Санс-Кортиелла, А. Эскола и Х.Р. Роселл-Поло (2020) применили Mask R-CNN к анализу трехмерных изображений, полученных с помощью лидара, что позволило достигнуть 86,5%-й доли обнаруженных яблок. При этом сеть обучалась на наборе данных, состоящем из трехмерных изображений 434 яблок на 3 деревьях, а в контрольный набор данных вошло 1021 яблоко на 8 деревьях [20].

Х. Ган, У.С. Ли, В. Алканатис, Р. Эсхани и Дж.К. Шуэллер (2018) применили Faster R-CNN для распознавания зеленых цитрусовых [21], при этом достигнута точность обнаружения плодов на уровне 95,5% и полнота на уровне 90,4%.

Алгоритм YOLO

В 2016 г. был предложен новый алгоритм — YOLO (You Only Look Once — смотрим только один раз). До этого чтобы обнаружить на изображении объекты, модели классификации, основанные на нейронных сетях, применялись к одному изображению несколько раз — в нескольких различных областях и/или на нескольких масштабах. Подход YOLO предполагает однократное применение одной нейронной сети к целому изображению. Модель разделяет изображение на области и сразу определяет рамки объектов и вероятности отнесения к классам для каждого объекта [22]. Третья версия алгоритма YOLO опубликована в 2018 г. под названием YOLOv3 [23], последняя версия, YOLOv4, опубликована в апреле 2020 г. [24].

Данный алгоритм обучался на наборе данных COCO — Common Objects in Context (http://cocodataset.org/#overview), состоящем из 123287 изображений, на которых содержится 886284 объектов, каждый из которых отнесен к одному из 80 классов (66808 людей, 5756 рюкзаков, 4142 зонта, 2346 бананов, 1662 яблока, 1784 апельсина и др.)

Алгоритм YOLO является одним из самых эффективных по скорости, поэтому в работах по созданию прототипов роботов для сбора фруктов данный алгоритм очень быстро нашел применение.

Ю. Тиан, Г. Янг, Ж. Ванг, Х. Ванг, Е. Ли и З. Лианг (2019) применили для обнаружения яблок модификацию модели YOLO [25]. В данной модификации сеть сделали плотно связанной: каждый слой связали со всеми последующими слоями, как предлагает подход DenseNet [26]. Для оценки качества обнаружения фруктов полученным в результате алгоритмом YOLOv3-Dense использовалось среднее отношение пересечения истинного прямоугольника, описанного вокруг яблока, и предсказанного прямоугольника к среднему объединению данных прямоугольников (IoU — Intersection over Union). Этот показатель оказался равным 89,6% при среднем времени распознавания одного яблока, равном 0,3 с. В той же статье применение модели Faster R-CNN показало значение IoU на уровне 87% при среднем времени обнаружения, равном 2,42 с.

Х. Канг и Ч. Чен (2020) предложили для обнаружения яблок модель нейронной сети, которая определяет объекты на изображениях с учетом их наложения за один проход — так же, как и YOLO. Показатель IoU в этой сети DaSNet-v2 оказался на уровне 86% [27].

Ш. Ван и С. Гудос (2020) сравнили три алгоритма распознавания апельсинов, яблок и манго на основе компьютерного зрения. Оказалось, что предложенная авторами модификация алгоритма Faster R-CNN обнаруживает примерно 90% плодов, что на 3-4% лучше, чем стандартный Faster R-CNN на том же наборе данных и примерно на том же уровне, что YOLOv3. Однако средняя скорость распознавания плода у YOLOv3 составила 40 мс против 58 мс у модифицированной сети Faster R-CNN и 240 мс у стандартной сети Faster R-CNN [28].

Следует отметить, что доля правильно распознанных плодов и доли ошибок первого и второго рода приводятся в абсолютном меньшинстве статей, а показатель IoU приводится лишь в единичных работах.

Заключение

Анализ современных глубоких сверточных нейронных сетей, используемых в прототипах роботов для уборки урожая плодовых культур, показал, что современные однопроходные алгоритмы типа YOLO способны обнаруживать высокую долю фруктов на изображениях — порядка 90%. При этом такие алгоритмы работают достаточно быстро, и на обнаружение одного плода уходит от нескольких миллисекунд до нескольких десятков миллисекунд, что является приемлемым для использования на практике.

Наиболее важной метрикой качества алгоритмов обнаружения плодов является не традиционно рассчитываемый специалистами по нейронным сетям показатель IoU (Intersection over Union), а доля необнаруженных фруктов, фактически определяющая недобор урожая роботом. Меньшую важность имеет доля объектов, ошибочно принимаемых алгоритмом за фрукты — этот показатель влияет на скорость работы робота.

При этом о репрезентативности результатов оценки качества алгоритмов распознавания плодов возможно говорить лишь в том случае, если показатели качества рассчитываются на тестовом наборе изображений, содержащем хотя бы 1000 фруктов.

Литература

1. Bechar, A. & Vigneault, C. (2016). Agricultural robots for field operations: Concepts and components. *Biosystems Engineering*, vol. 149, pp. 94-111.

2. Ceres, R., Pons, J., Jiménez, A., Martín, J. & Calderón, L. (1998). Design and implementation of an aided fruit-harvesting robot (Agribot). *Industrial Robot*, vol. 25, no. 5, pp. 337-346.

3. Edan, Y., Han, S.F. & Kondo, N. (2009). Automation in agriculture. In: *Springer Handbook of Automation*. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer, pp. 1095-1128.

4. Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G.E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In: *Proceedings of the Advances in Neural Information Processing Systems Conference — NIPS 2012*, Harrahs and Harveys, Lake Tahoe, Canada, 3-8 December 2012, pp. 1-9.

5. Simonyan, K. & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. In: *Proceedings of the International Conference on Learning Representations — ICLR 2015*, San Diego, California, USA, 7-9 May 2015, pp. 1-14.

6. Williams, H.A.M., Jones, M.H., Nejati, M., Seabright, M.J. & MacDonald, B.A. (2019). Robotic kiwifruit harvesting using machine vision, convolutional neural networks, and robotic arms. *Biosystems Engineering*, vol. 181, pp. 140-156.

7. Liu, Z., Wu, J., Fu, L., Majeed, Y., Feng, Y., Li, R. & Cui, Y. (2020). Improved kiwifruit detection using pre-trained VGG16 with RGB and NIR information fusion. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 2327-2336.

8. Mureşan, H. & Oltean, M. (2018). Fruit recognition from images using deep learning. *Acta Universitatis Sapientiae. Informatica*, vol. 10, no. 1, pp. 26-42.

9. Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T. & Malik, J. (2014). Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. In: *Proceedings of the 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Columbus, Ohio, USA, 23-28 June 2014, pp. 580-587.

10. Girshick, R. (2015). Fast R-CNN. In: *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Computer Vision — ICCV 2015*, Santiago, Chile, 7-13 December 2015, pp. 1440-1448.

11. Ren, S., He, K., Girshick, R. & Sun, J. (2017). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 39, no. 6, pp. 1137-1149.

12. He, K., Gkioxari, G., Dollár, P. & Girshick, R. (2017). Mask R-CNN. In: *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Computer Vision — ICCV 2017*, Venice, Italy, 22-29 October 2017, pp. 2980-2988.

13. He, K., X. Zhang, X., Ren, S. & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In: *Proceedings of the 29th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2016*, Las Vegas, Nevada, USA, 26 June — 1 July 2016, pp. 770-778.

14. Zhang, J., He, L., Karkee, M., Zhang, Q., Zhang, X. & Gao, Z. (2018). Branch detection for apple trees trained in fruiting wall architecture using depth features and Regions-Convolutional Neural Network (R-CNN). *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 155, pp. 386-393.

15. Sa, I., Ge, Z., Dayoub, F., Upcroft, B., Perez, T. & McCool, C. (2016). DeepFruits: A fruit detection system using deep neural networks. *Sensors*, vol. 16, no. 8 (*Special Issue: Vision-Based Sensors in Field Robotics*), pp. 1222-1244.

16. Bargoti, S. & Underwood, J. (2017). Deep fruit detection in orchards. In: *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation — ICRA 2017*, Singapore, 29 May — 3 June, 2017, pp. 1-8.

17. Peebles, M., Lim, S.H., Duke, M. & McGuinness, B. (2019). Investigation of optimal network architecture for asparagus spear detection in robotic harvesting. *IFAC PapersOnLine*, vol. 52, no. 30, pp. 283-287.

18. Yu, Y., Zhang, K., Yang, L. & Zhang, D. (2019). Fruit detection for strawberry harvesting robot in non-structural environment based on Mask-RCNN. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 163, Article 104846.

19. Jia, W., Tian, Y., Luo, R., Zhang, Zh. & Zheng, Y. (2020). Detection and segmentation of overlapped fruits based on optimized mask R-CNN application in apple harvesting robot. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 172, Article 105380.

20. Gené-Mola, J., Gregorio, E., Cheein, F.A., Guevara, J., Llorens, J., Sanz-Cortiella, R., Escolà, A. & Rosell-Polo, J.R. (2020). Fruit detection, yield prediction and canopy geometric characterization using LiDAR with forced air flow. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 168, pp. 105-121.

21. Gan, H., Lee, W.S., Alchanatis, V., Ehsani, R. & Schueller, R. (2018). Immature green citrus fruit detection using color and thermal images. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 152, pp. 117-125.

22. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In: *Proceedings of the 29th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2016*, Las Vegas, Nevada, USA, 26 June — 1 July 2016, pp. 779-788.

23. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. In: *Proceedings of the 31th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2018*, Salt Lake City, Utah, USA, 18-22 June 2018, pp. 1-6.

24. Bochkovskiy, A., Wang, Ch.-Y. & Liao, Y.-Y.M. (2020). YOLOv4: Optimal speed and accuracy of object detection. Available at: https://arxiv.org/abs/2004.10934 (accessed: 20 May 2020).

25. Tian, Y., Yang, G., Wang, Zh., Wang, H., Li, E. & Liang, Z. (2019). Apple detection during different growth stages in orchards using the improved YOLO-V3 model. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 157, pp. 417-426.

26. Huang, G., Liu, Zh., van der Maaten, L. & Weinberger, K.Q. (2017). Densely connected convolutional networks. In: *Proceedings of the 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2017*, Honolulu, Hawaii, USA, 22-25 July 2017, pp. 1-9.

27. Kang, H. & Chen, C. (2020). Fruit detection, segmentation and 3D visualization of environments in apple orchards. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 171, Article 105302.

28. Wan, Sh. & Goudos, S. (2020). Faster R-CNN for multi-class fruit detection using a robotic vision system. *Computer Networks*, vol. 168, Article 107036.

Об авторах:

Кузнецова Анна Анатольевна, менеджер департамента анализа данных и машинного обучения, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5934-2361, anakuznetsova@fa.ru
Малева Татьяна Вячеславовна, кандидат физико-математических наук, доцент департамента анализа данных и машинного обучения, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9282-1011, tvmaleva@fa.ru
Соловьев Владимир Игоревич, доктор экономических наук, профессор, руководитель департамента анализа данных и машинного обучения, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0338-1227, vsoloviev@fa.ru

MODERN FRUIT DETECTION APPROACHES IN HARVESTING ROBOTS

A.A. Kuznetsova, T.V. Maleva, V.I. Soloviev

Financial university under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

The study aims to review the use of deep convolutional neural networks in machine vision systems of robots for harvesting fruit crops. Using the AlexNet model, the R-CNN model, the YOLO algorithm, and modifications of these models for fruit detection are considered. The quality of fruit detection by various algorithms is compared. It is shown that the YOLO algorithm and its modifications, recognizing the fruits in one pass, are quite fast and accurate, allowing to detect about 90% of the fruits in the images. The most important metric of the quality of fruit detection algorithms is highlighted: the proportion of undetected fruits, which actually determines the crop shortage by a robot. This indicator is more important than the percentage of objects that the algorithm mistakenly accepts for fruit (affecting the speed of the robot) and than the IoU (Intersection over Union) indicator traditionally calculated by neural network specialists. At the same time, it is possible to speak about the representativeness of the results of assessing the quality of fruit recognition algorithms only if the quality indicators are calculated on a test set of images containing at least 1000 fruits.

Keywords: *horticulture, harvesting robot, machine vision, image processing, pattern recognition, convolution neural networks, quality assessment.*

References

1. Bechar, A. & Vigneault, C. (2016). Agricultural robots for field operations: Concepts and components. *Biosystems Engineering*, vol. 149, pp. 94-111.

2. Ceres, R., Pons, J., Jiménez, A., Martín, J. & Calderón, L. (1998). Design and implementation of an aided fruit-harvesting robot (Agribot). *Industrial Robot*, vol. 25, no. 5, pp. 337-346.

3. Edan, Y., Han, S.F. & Kondo, N. (2009). Automation in agriculture. In: *Springer Handbook of Automation*. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer, pp. 1095-1128.

4. Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G.E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In: *Proceedings of the Advances in Neural Information Processing Systems Conference — NIPS 2012*, Harrahs and Harveys, Lake Tahoe, Canada, 3-8 December 2012, pp. 1-9.

5. Simonyan, K. & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. In: *Proceedings of the International Conference on Learning Representations — ICLR 2015*, San Diego, California, USA, 7-9 May 2015, pp. 1-14.

6. Williams, H.A.M., Jones, M.H., Nejati, M., Seabright, M.J. & MacDonald, B.A. (2019). Robotic kiwifruit harvesting using machine vision, convolutional neural networks, and robotic arms. *Biosystems Engineering*, vol. 181, pp. 140-156.

7. Liu, Z., Wu, J., Fu, L., Majeed, Y., Feng, Y., Li, R. & Cui, Y. (2020). Improved kiwifruit detection using pre-trained VGG16 with RGB and NIR information fusion. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 2327-2336.

8. Mureşan, H. & Oltean, M. (2018). Fruit recognition from images using deep learning. *Acta Universitatis Sapientiae. Informatica*, vol. 10, no. 1, pp. 26-42.

9. Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T. & Malik, J. (2014). Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. In: *Proceedings of the 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Columbus, Ohio, USA, 23-28 June 2014, pp. 580-587.

10. Girshick, R. (2015). Fast R-CNN. In: *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Computer Vision — ICCV 2015*, Santiago, Chile, 7-13 December 2015, pp. 1440-1448.

11. Ren, S., He, K., Girshick, R. & Sun, J. (2017). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 39, no. 6, pp. 1137-1149.

12. He, K., Gkioxari, G., Dollár, P. & Girshick, R. (2017). Mask R-CNN. In: *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Computer Vision — ICCV 2017*, Venice, Italy, 22-29 October 2017, pp. 2980-2988.

13. He, K., X. Zhang, X., Ren, S. & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In: *Proceedings of the 29th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2016*, Las Vegas, Nevada, USA, 26 June — 1 July 2016, pp. 770-778.

14. Zhang, J., He, L., Karkee, M., Zhang, Q., Zhang, X. & Gao, Z. (2018). Branch detection for apple trees trained in fruiting wall architecture using depth features and Regions-Convolutional Neural Network (R-CNN). *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 155, pp. 386-393.

15. Sa, I., Ge, Z., Dayoub, F., Upcroft, B., Perez, T. & McCool, C. (2016). DeepFruits: A fruit detection system using deep neural networks. *Sensors*, vol. 16, no. 8 (*Special Issue: Vision-Based Sensors in Field Robotics*), pp. 1222-1244.

16. Bargoti, S. & Underwood, J. (2017). Deep fruit detection in orchards. In: *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation — ICRA 2017*, Singapore, 29 May — 3 June, 2017, pp. 1-8.

17. Peebles, M., Lim, S.H., Duke, M. & McGuinness, B. (2019). Investigation of optimal network architecture for asparagus spear detection in robotic rarvesting. *IFAC PapersOnLine*, vol. 52, no. 30, pp. 283-287.

18. Yu, Y., Zhang, K., Yang, L. & Zhang, D. (2019). Fruit detection for strawberry harvesting robot in non-structural environment based on Mask-RCNN. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 163, Article 104846.

19. Jia, W., Tian, Y., Luo, R., Zhang, Zh. & Zheng, Y. (2020). Detection and segmentation of overlapped fruits based on optimized mask R-CNN application in apple harvesting robot. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 172, Article 105380.

20. Gené-Mola, J., Gregorio, E., Cheein, F.A., Guevara, J., Llorens, J., Sanz-Cortiella, R., Escolà, A. & Rosell-Polo, J.R. (2020). Fruit detection, yield prediction and canopy geometric characterization using LiDAR with forced air flow. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 168, pp. 105-121.

21. Gan, H., Lee, W.S., Alchanatis, V., Ehsani, R. & Schueller, R. (2018). Immature green citrus fruit detection using color and thermal images. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 152, pp. 117-125.

22. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In: *Proceedings of the 29th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2016*, Las Vegas, Nevada, USA, 26 June — 1 July 2016, pp. 779-788.

23. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. In: *Proceedings of the 31th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2018*, Salt Lake City, Utah, USA, 18-22 June 2018, pp. 1-6.

24. Bochkovskiy, A., Wang, Ch.-Y. & Liao, Y.-Y.M. (2020). YOLOv4: Optimal speed and accuracy of object detection. Available at: https://arxiv.org/abs/2004.10934 (accessed: 20 May 2020).

25. Tian, Y., Yang, G., Wang, Zh., Wang, H., Li, E. & Liang, Z. (2019). Apple detection during different growth stages in orchards using the improved YOLO-V3 model. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 157, pp. 417-426.

26. Huang, G., Liu, Zh., van der Maaten, L. & Weinberger, K.Q. (2017). Densely connected convolutional networks. In: *Proceedings of the 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition — CVPR 2017*, Honolulu, Hawaii, USA, 22-25 July 2017, pp. 1-9.

27. Kang, H. & Chen, C. (2020). Fruit detection, segmentation and 3D visualization of environments in apple orchards. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 171, Article 105302.

28. Wan, Sh. & Goudos, S. (2020). Faster R-CNN for multi-class fruit detection using a robotic vision system. *Computer Networks*, vol. 168, Article 107036.

About the authors:

Anna A. Kuznetsova, manager of the department of data analysis and machine learning, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5934-2361, anakuznetsova@fa.ru
Tatiana V. Maleva, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of data analysis and machine learning, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9282-1011, tvmaleva@fa.ru
Vladimir I. Soloviev, doctor of economic sciences, professor, head of the department of data analysis and machine learning, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0338-1227, vsoloviev@fa.ru

vsoloviev@fa.ru

УДК 635.21.571 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15090

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ

П.П. Охлопкова, Н.С. Яковлева, С.П. Ефремова

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

Представлены результаты испытания двенадцати перспективных гибридов (шести комбинаций) в питомниках конкурсного испытания (1 и 2 года) в условиях Центральной Якутии, проведенного в 2018–2019 гг. (представлена характеристика погодных условий). Все они относятся к группе раннеспелых и среднеранних (55–70 дней): 216 (Дачный × 128-6), 239-1, 239-2, 239-3 (Ладожский × Розалинд), 233, 233-2 (Славянка × Розалинд), 237, 237-1 (Северный × Дубрава), 232 (Аврора × Бонус), 234 (Алый парус × Виктория). Оценка показала, что изучаемые гибриды по хозяйственно ценным признакам соответствуют модели сорта: имеют высокий урожай, хорошие биохимические показатели, внешний вид клубней отвечает требованиям потребителей (мелкие поверхностные глазки, среднеглубокий столонный след), высокую лежкость в период хранения, дегустационная оценка клубней — 4,0 балла. Исследуемые образцы гибридов имели урожайность 26,0 — 42,0 т/га, товарность 92–97%, что делает их хозяйственно ценными. Образцы различались по содержанию сухого вещества (18,4–22,1%) и крахмала (9,5–13,4%). Содержание нитратов в клубнях не превышало допустимую концентрацию. Изучаемые образцы устойчивы к наиболее распространенным болезням зоны: вирусным (обыкновенная мозаика, скручивание листьев, курчавость, морщинистая мозаика и.т.д), макроспориозу, ризоктониозу, парше обыкновенной. По результатам проведенных исследований отобраны гибриды картофеля 232 (Аврора × Бонус), 233 (Славянка × Розалинд) и 239-2 (Ладожский х Разолинд) для дальнейшей проработки и переданы на устойчивость к возбудителю рака и нематоды.

Ключевые слова: *картофель, сорт, гибриды, питомник, селекция, качество, крахмал, урожай.*

Одним из основных задач сельскохозяйственного производства РС (Я), является создание собственной продовольственной базы на основе рационального использования природных ресурсов, применения в производстве современных достижений аграрной науки. Картофель, одна из наиболее распространенных культур, возделываемых на продовольствие. Общая площадь составляет около 8,0 тыс.га. Природно-климатические условия Якутии отличаются коротким вегетационным периодам, недостатком осадков в летний период, жарой и сухостью воздуха. Одним из важнейших показателей сорта является его способность ежегодно формировать высокий урожай качественных клубней. В связи с этим, для развития сельского хозяйства РС (Я) актуальными являются научные исследования по поиску, отбору, сохранению и созданию исходного материала, для дальнейшего выведения выведение высокоурожайных сортов картофеля, адаптированных к почвенно-климатическим условиям.

Проведение селекции в условиях почв и климата, какой — либо местности определяет высокую вероятность создания сортов, которые отвечают особенностям абиотических, биотических факторов именно этой природной среды. При этом «идентифицирующее» действие природно-климатических факторов зоны селекции дает потенциальную возможность получения сортов, наиболее полно раскрывающих свои возможности [2, 6-10].

В условиях северного земледелия Якутии подавляющее большинство сортов картофеля инорайонной селекции с увеличением числа лет репродукции значительно снижает хозяйственные показатели, не имеет стабильной урожайности и хорошего качества клубней. В качестве родительских форм для создания популяций гибридов использовали сорта и гибриды отечественной и зарубежной селекции, отличающиеся высокой урожайностью (Пересвет, Розалинда, Розара, Якутянка, Луговской, Белая ночь, Крепыш, Никулинский, Бонус, Идеал и др.), устойчивостью к нематоде (Шурминский, Заворовский, Кристалл, Лукьяновский, Нида, Крепыш и др.) к фитофторе — Аврора, Куфри, Джотти, Зарево, Мавка, 1199-2, Луговской, Татьяна, Крепыш, Скороплодный, Никулинский, lh90, Русский сувенир и др.), вирусам (128 — 6, Швальбе, 2х76-6, Камераз, Волжанин, Славянка). Большинство из них относятся к ранней группе спелости: Розара, Якутянка, Бриз, Томич, Пензенская скороспелка, Удача, Невский, Былина, Бонус и др.

Оценка каждой комбинации в селекционных питомниках показывает, что процент отбора гибридов не стабилен по годам испытаний, высокий — в предыдущем питомнике сменяется низким в последующем и наоборот.

Цель: провести и отобрать исходный перспективный селекционный материал картофеля по комплексу хозяйственно-ценных признаков и свойств, продолжить конкурсное испытание перспективных номеров.

Задачи:

- провести всестороннюю оценку гибридов по хозяйственно-ценным признакам, устойчивости к наиболее распространенным болезням и лежкости;
- выделить перспективные гибриды, сочетающие раннеспелость, высокую урожайность, устойчивость к болезням с высокими качественными показателями клубней и их хорошей лежкостью в период зимнего хранения.

Место проведения работ

Исследования проводили в 2018–2019 гг. на опытном поле стационара «Бэлэнтэй» Якутского НИИ сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова.

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

Метеорологические условия

Вегетационный период 2018 г. характеризовался ранней теплой весной, жарким летним периодом с неравномерным распределением осадков и теплой продолжительной осенью с малым количеством осадков. Май был теплее обычного, с обильными дождями (173 % осадков от многолетней нормы), последние заморозки (-5,4 °С) отмечены во второй декаде месяца. Июнь — жаркий, сухой, с крайне неравномерным выпадением осадков; среднедекадная температура 15,2 °С (среднемноголетнее значение 11,9 °С). Дожди начались со второй декады июня, что благоприятно повлияло на рост и развитие растений. В первой декаде июля стояла жаркая сухая погода, максимальная температура воздуха достигала 34,6 °С. Во второй декаде отмечены резкие колебания дневных и ночных температур, дневная температура достигала 28,9 °С, ночная — 2,8 °С. В августе, в период формирования урожая и дозревания семян сельскохозяйственных культур, стояла теплая дождливая погода с суммой осадков, превышающей среднемноголетние на 59 %.

Весна 2019 г. была ранней, достаточно теплой, что на 2°С выше средних многолетних, они дали благоприятные условия для начала

© Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П., 2020
Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 42-44.

роста растений. Среднемесячная температура воздуха в мае составила +3+6°С, осадков выпало 14,6 мм. Ледоход на р. Лена, под г. Покровск отмечен 16 мая. Июнь характеризуется теплой погодой, среднемесячная температура была в пределах+14+16 °С. Особенно теплыми были середина первой и конец второй декады месяца, дневная температура достигала до +30°С , осадков выпало 27,3 мм. Температура в июле и в августе была выше среднемноголетней нормы, на +1+2°С. Осадков выпало в июле 28,6 мм, в августе 45,7 мм.

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

Методика исследований

В период вегетации проводили учеты и наблюдения согласно методике исследования по культуре картофеля, ВНИИКХ, 1967 г. [3]. Селекционные работы по созданию высокопродуктивных с хозяйственно — ценными признаками сортов картофеля проводили согласно методическим указаниям технологии селекции картофеля ВНИИР, 1994 г. [4].

В питомниках селекции проводилась визуальная оценка растений на пораженность болезнями, выбраковка по степени пораженности вирусами, бактериальными болезнями. В пробной копке в период максимального развития растений учитывали общий вес клубней и ботвы, структуру клубней, высоту и их кустистость. Учет урожая проводили методом сплошной копки, в клубнях определяли содержание крахмала, сухого вещества, аскорбиновой кислоты и нитратов [2].

За период вегетации в опыте было проведено 3 полива — 250–300 м^3/га. Уход за посадками состоял в культивации по всходам и глубоком окучивании.

Агротехника на опытном участке — общепринятая по республике. Учеты и наблюдения проводили согласно [3–5]. Полученные данные подвергли математической обработке с использованием методики полевого опыта Б.А. Доспехова [1], программ SNEDECOR, Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Изученные гибриды получены методом межсортовой гибридизации. Родительскими формами служили сорта картофеля Дачный, Ладожский, Розалинд, Славянка, Северный, Дубрава, Аврора, Бонус, Алый парус, Виктория. Все сорта относятся к группам ранне- и среднеранеспелых. Они обладают потенциальной урожайностью до 40–50 т/га, товарностью до 90–96 %, высокими биохимическими и вкусовыми показателями. Сорта Славянка, Ладожский устойчивы к картофельной нематоде. Многие из них отличаются высокой лежкостью в период зимнего хранения (Ладожский, Розалинд, Виктория, Славянка).

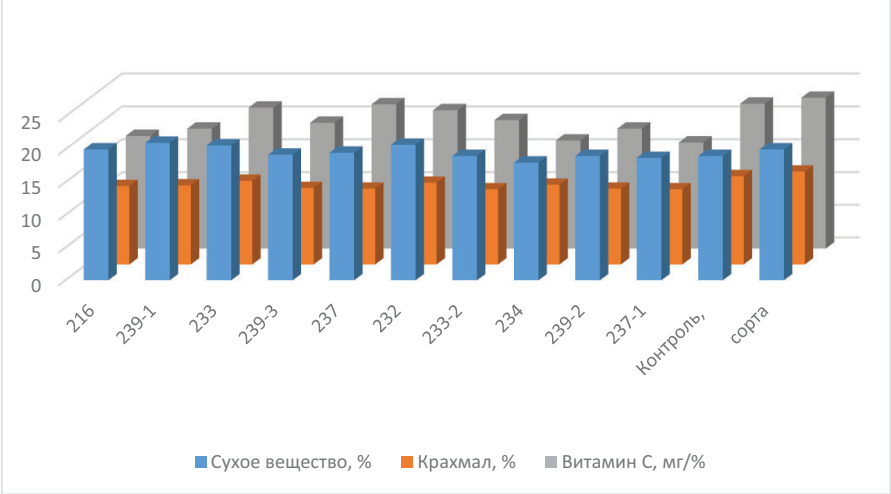


Рис. 1. Биохимический анализ клубней перспективных гибридов картофеля (в среднем ЗА 2019-2019 гг.)

По количеству сформировавшихся клубней из изученных гибридов 6 имеют по 12,0 — 15,0 штук, а остальные гибриды более 5,0 штук клубней с куста.

Наибольшая масса клубней отмечена у гибридов 239-2 (Ладожский × Розалинд) — 920 г/куст, 232 (Аврора × Бонус) — 1005 г/куст, 233 (Славянка × Розалинд) — 920 г/куст, прибавка веса клубней по сравнению со стандартами составила 200–420 г/куст. Перспективные гибриды формировали достаточно мощную зеленую массу, что свидетельствует об их относительной устойчивости к засухе. Число стеблей на одно растение колеблется в пределах 3–7, а их высота составляет 45–75 см. Число клубней у выделенных гибридов колеблется в пределах 12,5–13,5 шт./куст, что превышает результаты обоих стандартов. Урожай всех гибридов был достаточно высок — 22,0–42,8 т/га, наилучшие показатели зафиксированы у гибридов 232 (Аврора × Бонус) — 42,8 т/га и 233 (Славянка × Розалинд) — 34,3 т/га. В комбинациях 233-2 (Славянка × Розалинд), 239-3 (Ладожский × Розалинд), 232 (Аврора × Бонус) урожайность составила 28,6–42,8 т/га, что достоверно выше, чем у стандартного сорта Якутянка, на 2,9–17,1 т/га. Товарность клубней была на уровне 92–97 %.

Результаты биохимического анализа клубней показали, что содержание сухого вещества у изучаемых гибридов различается незначительно. У выделяющихся по урожайности гибридов 232, 233 содержание сухого вещества колеблется в пределах 20,6–20,7 % (рис. 1).

Оценка гибридов по устойчивости к наиболее распространенным болезням в местных условиях показала, что гибриды имеют устойчивость к макроспориозу, ризоктониозу и к парше обыкновенной (7-9 баллов). Установлено, что все изучаемые гибриды на 100% свободны от вирусных и бактериальных заболеваний. Диагностика растений методом ИФА также показала отсутствие скрытой пораженности вирусами.

Из грибных болезней отмечен ризактониоз в фазе белой ножки. Макроспориоз и альтернариоз не наблюдались в оба года исследований. Бактериозы не отмечены как в период вегетации растений, так и в период хранения клубней.

В результате оценки получены экспериментальные данные и выделены 3 перспективных гибрида — 233 (Славянка х Разолинд), 232 (Аврора х Бонус) и 239-2 (Ладожский х Разолинд) для создания новых сортов с высокой адаптивностью, урожайностью (36,0-40,0 т/га) и устойчивостью к стрессовым факторам среды, с высокими качественными показателями клубней. По результатам лабораторной оценки в течение двух лет (ВНИИКХ) образцы устойчивы к раку и не устойчивы к нематоде. Указанные гибриды отвечают требованиям модели сорта, разработанной для условий Якутии [7].

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 351 с.

2. Жученко А.А. Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве сельскохозяйственных культур. Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений. М., 1995. С. 3–19.

3. Методика исследования по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 262 с.

4. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. СПб., 2010. 26 с.

5. Методические указания по технологии селекции картофеля. М.: РАСХН, 1994. 22 с.

6. Логинов Ю.П. Исходный материал для селекции картофеля в Условиях Тюменской области. Проблемы систематики и селекции картофеля. СП. 2016.С.71 — 73.

7. Охлопкова П.П. Картофель Якутии. Якутск: Изд-во СО РАН, 2004. 184 с.

8. Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П. Создание и оценка гибридов картофеля в условиях Центральной Якутии // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 42-3. С. 66–69.

9. Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П. Создание сортов картофеля, пригодных к возделыванию в экстремальных условиях Якутии // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 43-6. С. 56–59.

10. Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. Selection evaluation of hybrids potato of preliminary testing under the conditions of Yakutia // Emerging Threats for Human Health Impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases: program and abstract book. Якутск: ДК Эрэл, 2018. С. 79.

Об авторах:

Охлопкова Полина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лаборатории картофелеводства, ORCID: http://orcid.org/0000-0007-5359-6299, okhlopkova.49@mail.ru

Яковлева Нарыйа Семеновна, старший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7875-9728, naria820513@mai.ru

Ефремова Саргылана Петровна, старший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7821-9588, sargylana.efremova@bk.ru

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF PROMISING POTATO HYBRIDS

P.P. Okhlopkova, N.S. Yakovleva, S.P. Efremova

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 testing of promising hybrids in nurseries of competitive testing in the conditions of Central Yakutia for 2018–2019 (the characteristic of weather conditions is presented) 12 hybrids (six combinations) that were selected in previous breeding nurseries were tested. All studied hybrids belong to the group of early maturing (55–70 days): 216 (Country × 128-6), 239-1, 239-2, 239-3 (Ladozhsky x Rosalind), 233, 233-2 (Slavyanka × Rosalind), 237, 237-1 (Northern × Dubrava), 232 (Aurora × Bonus), 234 (Scarlet Sail × Victoria). Evaluation of hybrids showed that the studied hybrids, according to economically valuable traits, correspond to the model of the variety: high yield, early maturing have good biochemical indicators, and in appearance of the tubers correspond to the requirements of consumers (small surface eyes, a mid-depth stolon trace) high shelf life during storage, tasting evaluation of tubers — 4.0 points. A description of the morphological characteristics of potato hybrids on tubers carried out. The number and weight of hybrids commercial tubers met the requirements for table varieties. The studied samples of hybrids had a yield of 26.0 — 42.0 t / ha, marketability of 92–97%, which makes them economically valuable. The samples differed in the content of dry matter (18.4–22.1%) and starch (9.5–13.4%). The content of nitrates in tubers did not exceed the permissible concentration. The studied samples are resistant to the most common diseases of the zone: viral (ordinary mosaic, leaf curl, curl, wrinkled mosaic, etc.), macrosporiosis, rhizoctonia, and scab. Based on the results of the studies, potato hybrids 232 (Aurora × Bonus), 233 (Slavyanka × Rosalind) and 239-2 (Ladozhsky x Razolind) were selected for further study and submitted for preliminary testing for resistance to the causative agent of cancer and nematodes.

Keywords: *potato, variety, hybrids, nursery, selection, quality, starch, harvest.*

References

1. Dospekhov B.A. (1973). *Metodika polevogo opyta* [Field experience]. Moscow: *Kolos*, 351 p.

2. Zhuchenko A.A. (1995). *Problemy adaptatsii v selektsii, sortoispytanii i semenovodstve sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Problems of adaptation in plant breeding, testing and seed production of agricultural crops]. Genetic bases of agricultural plant breeding. Moscow, pp. 3–19.

3. *Metodika issledovaniya po kul'ture kartofelya* [Methods of research on potato culture]. Moscow: NIIKH, 1967. 262 p.

4. *Metodicheskie ukazaniya po podderzhaniyu i izucheniyu mirovoi kollektsii kartofelya* [Guidelines for the maintenance and study of the world collection of potatoes]. St. Petersburg, 2010, 26 p.

5. *Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii selektsii kartofelya* [Guidelines for potato breeding technology]. Moscow: RAAS, 1994, 22 p.

6. Loginov Yu.P. (2016). *Iskhodnyi selektsionnyi material dlya selektsii kartofelya v usloviyakh Tyumenskoi oblasti* [Initial material for potato breeding in conditions of Tyumen region]. Problems of systematics and potato breeding, St. Petersburg, pp.71-73.

7. Okhlopkova P.P. (2004). *Kartofel' Yakutii* [Potatoes of Yakutia]. Yakutsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 184 p.

8. Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S. & Efremova S.P. (2018). *Sozdanie i otsenka gibridov kartofelya v usloviyakh Tsentral'noi Yakutii* [Creation and evaluation of potato hybrids in the conditions of Central Yakutia]. Trends in the development of science and education, No. 42-3, pp. 66–69.

9. Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S. & Efremova S.P. (2018). *Sozdanie sortov kartofelya, prigodnyh k vozdelyvaniyu v ekstremal'nyh usloviyah YAkutii* [Creating potato varieties suitable for cultivation in the extreme conditions of Yakutia]. Trends in the development of science and education, No. 43-6, pp. 56–59.

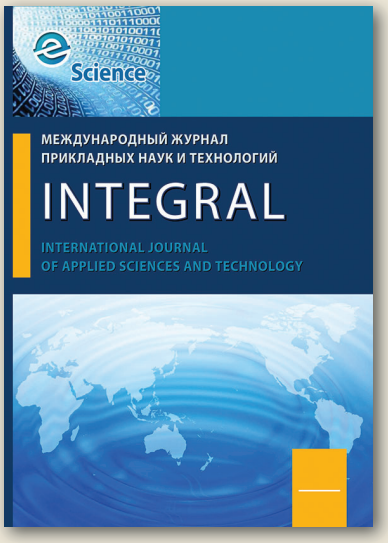
10. Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S. & Efremova S.P. (2018). Selection evaluation of hybrids potato of preliminary testing under the conditions of Yakutia. *Emerging Threats for Human Health Impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases: program and abstract book*, DK Erel, P. 79.

About the authors:

Polina P. Okhlopkova, doctor of agricultural science, head of potato growing laboratory, ORCID: http://orcid.org/0000-0007-5359-6299, okhlopkova.49@mail.ru
Naria S. Yakovleva, senior researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7875-9728, naria820513@mai.ru
Sargylana P. Efremova, senior researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7821-9588, sargylana.efremova@bk.ru

okhlopkova.49@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



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

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

Контакты: *https://e-integral.ru , e-science@list.ru*

УДК 635.21:581.13(571.56)

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15091

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В ЯКУТИИ

Т.В. Слепцова

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

Представлены результаты полевых испытаний биологических препаратов и микроэлементов на картофеле в Центральной Якутии. Целью исследования являлось изучение применения биопрепаратов и микроэлементов на рост, развитие растений картофеля, урожайность и распространенность болезнями. Сорт Якутянка ранней группы спелости, районирован в Республике Саха (Якутия) с 2007 г. и рекомендован для использования в Восточно-Сибирском регионе (11). Отмечено, что при предпосадочной обработке клубней биофунгицидом Фитоспорином-М и микробным препаратом на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* ТНП-3 и *Bacillus subtilis* ТНП-5 распространенность черной ножкой снизилась на 3,6% и 4,4%, ризоктониозом — 2,0%, морщинистой мозаикой — 0,2% и 1,9%, обыкновенной мозаикой — 3,9% и 5,2% по сравнению с контрольным вариантом 1. Прибавка урожайности в среднем за три года исследований составила 7,4 — 8,7 т/га (в контроле 1 13,8 т/га). Товарность клубней увеличилась на 2%. В условия Центральной Якутии предпосадочная обработка клубней биофунгицидом Фитоспорином-М и микробным препаратом на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* ТНП-3 и *Bacillus subtilis* ТНП-5 стимулирует рост и развитие картофеля, снижают поражение болезнями, обеспечивают увеличение урожайности и товарности клубней.

Ключевые слова: *картофель, обработка, препарат, болезни, урожай, качество.*

Введение

В Республике Саха (Якутия) картофель выращивается на площади 10 тыс. га, среднегодовой объем валового сбора колеблется в пределах 75-100 тыс. тонн, из которых 80-90 % урожая выращивается в частном секторе, в личных подсобных хозяйствах населения. Выращивается картофель в основном в Центральной, Южной Якутии и Вилюйской группе районов.

Низкая урожайность культуры в Центральной Якутии обусловливается недостаточной влагообеспеченностью, наступлением в отдельные годы ранних летних и осенних заморозков, низкой культурой земледелия, а также сильной распространенностью вредоносностью грибных, бактериальных и вирусных заболеваний [1].

Картофель относится к числу культур, в сильной степени поражаемых болезнями, так как ботва и клубни картофеля богаты углеводами, поэтому они являются прекрасным субстратом для развития многочисленных микроорганизмов, грибов и бактерий, вызывающих различные заболевания этой культуры [2].

В настоящее время для повышения урожайности картофеля путем снижения болезней используют биопрепараты. Они позволяют регулировать рост и развитие растений, полнее реализовывать их потенциальные возможности, эффективнее использовать питательные вещества почвы, повышать устойчивость сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам внешней среды, иммунитет ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения, увеличивать продуктивность и улучшать качество продукции за счет процессов, происходящих на физиологическом уровне.

В последнее время уделяется всё большее внимание развитию экологически безопасных методов борьбы с возбудителями заболеваний сельскохозяйственных культур [3, 4, 5, 6].

Цель исследований — изучить влияние применения биопрепаратов и микроэлементов на рост, развитие растений картофеля, урожайность и распространенность болезнями в условиях Центральной Якутии.

Методика исследований

Опыты проведены в 2007-2009 гг. в Якутском НИИ сельского хозяйства.

Опытный участок расположен в пойме реки Лены Центральной Якутии, редко затопляемой. Почва участка мерзлотная таежная палевая, осоледелая, типичная для земледельческой зоны Центральной Якутии. По гранулометрическому составу среднесуглинистая.

Закладка полевого опыта, наблюдения и учеты проводились согласно «Методике исследований по культуре картофель» [7] и «Методике полевого опыта» [8]. Агротехника выращивания картофеля — общепринятая для Республики Саха (Якутия) [9].

В пробной копке в период максимального развития растений учитывались высота растений, общая масса ботвы. В предуборочной пробе определялись масса ботвы и клубней, структура урожая. При учете урожая использовали метод сплошной копки. Посадка проводилась в третьей декаде мая 2-рядковыми делянками в 4-кратной повторности по 100 растений. Площадь одной делянки — 24,5 м 2 (3,5 м ´ 7,0 м), ширина защитной полосы — 5 м. Схема посадки — 70 ´ 35 см. Уборка урожая проводилась в первой декаде сентября. Препарат применялся в соответствии с регламентами, указанными в «Списке пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ» [10]. Фитоспорин-М (д.в. *Bacillus subtilis* 26 Д, 2 млрд.кл./г) — биофунгицид (ТУ 9291-011-20672718-01), производства ООО НВП «БАШИНКОМ» для защиты растений от грибных и бактериальных болезней. Микробный препарат, состоящий из суспензии штаммов бактерий *Bacillus subtilis* ТНП-3 «ВНИИСХМ Д 149» и *Bacillus subtilis* ТНП-5 «ВНИИСХМ Д 150», депонированные в коллекции микроорганизмов Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии (справки о депонировании от 28 марта 2006 г. № 88/03). Штаммы бактерий Bacillus subtilis ТНП-3 «ВНИИСХМ Д 149» и Bacillus subtilis ТНП-5 «ВНИИСХМ Д 150» выращивают в мясопептонном агаре pH 7,0-7,2 в течение 5 суток при 37°С, затем суспензируют в водопроводной воде (pH 7,8) в концентрации 1×109 КОЕ/мл. Микроэлементы Mn — 0,02%, Mo — 0,05%.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 — контроль 1, без обработки; 2 — контроль 2, Фитоспорин-М (2 млрд. кл./г) 10 г/0,7 л; 3 — замачивание клубней (перед посадкой) в течение 30 минут в микробном препарате, состоящем из равного сочетания суспензий штаммов бактерий Bacillus subtilis ТНП-3 «ВНИИСХМ Д 149» и Bacillus subtilis ТНП-5 «ВНИИСХМ Д 150», содержащих 1 х 10^9 КОЕ/мл, из расчета 300 мл/кг клубней; 4 — замачивание клубней (перед посадкой) в течение 30 минут в микробном препарате, состоящем из равного сочетания суспензий штаммов бактерий Bacillus subtilis ТНП-3 «ВНИИСХМ Д 149» и Bacillus subtilis ТНП-5 «ВНИИСХМ Д 150», содержащих 1 х 10^9 КОЕ/мл, из расчета 300 мл/кг клубней + марганец (0,02 %) + молибден (0,05%); 5 — замачивание клубней (перед посадкой) в течение 30 минут в микробном препарате, состоящем из равного сочетания суспензий штаммов бактерий Bacillus subtilis ТНП-3 «ВНИИСХМ Д 149» и Bacillus subtilis ТНП-5 «ВНИИСХМ Д 150»,

© Слепцова Т.В., 2020

Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 45-47.

содержащих 1 х 10^9 КОЕ/мл, из расчета 300 мл/кг клубней + марганец (0,02 %); 6 — замачивание клубней (перед посадкой) в течение 30 минут в микробном препарате, состоящем из равного сочетания суспензий штаммов бактерий Bacillus subtilis ТНП-3 «ВНИИСХМ Д 149» и Bacillus subtilis ТНП-5 «ВНИИСХМ Д 150», содержащих 1 х 10^9 КОЕ/мл, из расчета 300 мл/кг клубней + молибден (0,05 %).

Изучаемой культурой был картофель сорта Якутянка. Сорт Якутянка районирован в Республике Саха (Якутия) с 2007 г. и рекомендован для использования в Восточно-Сибирском регионе (11). Раннеспелый, столовый. Растение высокое, прямостоячее, окраска цветков белая. Клубни овальные, кожура красная, мякоть светло-желтая, глазки средней глубины. Урожайность высокая, лежкость хорошая, содержание крахмала — 15,2%, сухого вещества — 21,0%, аскорбиновой кислоты — 16,0 мг/%. Вкус отличный, товарность — 90-95%, период вегетации — 60-62 дней. Устойчив к раку, ризоктониозу, парше обыкновенной, среднеустойчив к фитофторозу, ранней сухой пятнистости листьев, вирусным болезням, бактериозам.

Обработка экспериментальных данных проведена в соответствии с методикой Б.А. Доспехова [8] и Microsoft Office Excel 2003.

Результаты исследований

Анализ результатов на рост и развитие растений картофеля показывает, что обработка клубней перед посадкой оказала заметное влияние на высоту растений картофеля (табл. 1). В среднем за три года наблюдений наибольшая высота растений отмечена в варианте с обработкой клубней препаратом из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 47,0 см, в контрольном варианте 1 растения имели высоту 44,6 см.

Количество стеблей на один куст в зависимости от обработки клубней изменялось незначительно, в основном соответствовало биологическим особенностям сорта Якутянка. Наибольшее количество стеблей отмечено в вариантах с Фитоспорином-М и препаратом из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 (5,3 шт. на одно растение), наименьшее — в варианте с обработкой клубней препаратом из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + марганец (0,02%) + молибден (0,05%) (5,1 шт.).

В период вегетации были зафиксированы следующие болезни: черная ножка, мозаика морщинистая, мозаика обыкновенная.

Предпосадочная обработка клубней картофеля *Bacillus subtilis* ТНП-3 и *Bacillus subtilis* ТНП-5 с микроэлементами и Фитоспорин-М уменьшала пораженность растений грибными, бактериальными и вирусными болезнями во всех вариантах, по сравнению с контролем, на

Таблица 1

Рост и развитие растений картофеля через 20 дней после цветения, на одно растение (среднее за 2007-2009 гг.)

Вариант	Высота стеблей, см			Количество стеблей, шт.		
	х	± контроль 1	± контроль 2	х	± контроль 1	± контроль 2
Контроль 1 (без обработки)	44,6	-	-1,6	5,2	-	-0,1
Контроль 2 (обработка Фитоспорином-М)	46,2	+1,6	-	5,3	+0,1	-
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5	47,0	+2,4	+0,8	5,3	+0,1	0
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + марганец (0,02%) + молибден (0,05%)	45,9	+1,3	-0,3	5,1	-0,1	-0,2
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + марганец (0,02%)	45,7	+1,1	-0,5	5,2	0	-0,1
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + молибден (0,05%)	45,4	+0,8	-0,8	5,2	0	-0,1
$НСР_{05}$ контроль 1		1,7	1,5		0,16	0,16

Примечание: к 1 — контроль 1, к 2 — контроль 2, х — средние данные за 2007-2009 гг. ± — отклонение от контролей 1 и 2.

Таблица 2

Степень распространенности растений картофеля болезнями (среднее за 2007-2009 гг.)

Вариант	Распространенность, %			
	Бактериозы	Грибные	Вирусные	
	Черная ножка	Ризоктониоз	Мозаика морщинистая	Мозаика обыкновенная
Контроль 1 (без обработки)	8,0	2,0	4,3	6,0
Контроль 2 (обработка Фитоспорином-М)	3,6	0	2,4	0,8
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5	4,4	0	4,1	2,1
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + марганец (0,02%) + молибден (0,05%)	5,5	1,0	4,3	1,9
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + марганец (0,02%)	4,4	1,2	3,8	1,9
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + молибден (0,05%)	4,0	1,2	4,4	2,1
$НСР_{05}$ контроль 1	1,22	0,28	0,65	0,57

Таблица 3

Урожайность и товарность клубней картофеля в зависимости от способов обработки (среднее за 2007-2009 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га		Товарность, %
Контроль 1 (без обработки)	13,8	st	–8,7	96
Контроль 2 (обработка Фитоспорином-М)	22,5	+8,7	st	97
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5	21,2	+7,4	–1,3	98
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + марганец (0,02 %) + молибден (0,05%)	20,5	+6,7	–2,0	95
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + марганец (0,02%)	20,9	+7,1	–1,6	96
Препарат из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 + молибден (0,05%)	19,6	+5,8	–2,9	95
$НСР_{05}$	1,9			0,33

0,8…2,0%, на 2,5…4,4%, в том числе вирусными болезнями на 3,9…5,2%. Особенно эффективным было обработка клубней перед посадкой Фитоспорином-М и препаратом из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5.

Таким образом, приведенные данные показывают, что обработки клубней перед посадкой Фитоспорином-М и препаратом из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 положительно влияют на устойчивость растений картофеля к болезням, что снизили поражение растений грибными, бактериальными и вирусными болезнями.

В среднем за 3 года наибольшая урожайность 21,2-22,5 т/га получена в вариантах с обработкой Фитоспорином-М и препаратом из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5, прибавка составляет 7,4–8,7 т/га по сравнению со первым контрольным вариантом — 13,8 т/га. При этом товарность клубней повысилась до 98%, в контроле 1 — 96%, в контроле 2 — 97% (табл.2).

Таким образом, исследования показали, что в условиях Центральной Якутии предпосадочная обработка клубней раствором Фитоспорином-М и препаратом из штаммов бактерий *Bac. subtilis* ТНП-3 и ТНП-5 стимулируют рост и развитие картофеля, существенно повышают урожайность на 63% и 53% по сравнению с абсолютным контролем.

Выводы

В условия Центральной Якутии предпосадочная обработка клубней биофунгицидом Фитоспорином-М и микробным препаратом на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* ТНП-3 и *Bacillus subtilis* ТНП-5 стимулирует рост и развитие картофеля, снижают поражение болезнями, обеспечивают увеличение урожайности и товарности клубней.

Литература

1. Охлопкова П.П. и др. Болезни картофеля и меры борьбы с ними в условиях Якутии. Якутск: Дани-Алмас, 2018. 48 с.

2. Бацанов Н.С. Картофель. М.: Колос, 1970. 376 с.

3. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Николайченко Н.В., Даулетов М.А., Ленович Д.Р. Особенности влияния химических средств защиты растений на динамику элементов питания в растениях, их химический состав и условия развития // Аграрный научный журнал. 2018. № 10. С. 37–40.

4. Штернис М.В. Тенденция развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 2 (18). С. 92–100.

5. Ивенин В.В., Михалев Е.В., Ивенин А.В., Бахметьева А.Н. Экономическая и энергетическая эффективность биоудобрений при выращивании картофеля // Вестник Казанского ГАУ. 2011. № 3 (21). С. 121-124.

6. Чепл Я., Касал П., Коршунов А., Климанов В., Митюшкин А., Рахимов Р. Результаты чешско-российских исследований по применению лингогуматов и хелатов в картофелеводстве // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 4. С. 36-39

7. Методика исследований по культуре картофеля. М.: Колос, 1967. 263 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.

9. Система ведения агропромышленного производства Якутской АССР: рекомендации /ВАСХНИЛ, Сибирское отделение, Научно-производственное объединение «Якутское». Якутский НИИСХ. Новосибирск, 1989. 228 с.

10. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ : справочное издание. М.: 2008. 339 с.

Об авторе:

Слепцова Татьяна Васильевна, научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5570-3254, tvsleptsova@mail.ru

EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL PREPARATIONS AND TRACE ELEMENTS IN POTATO CULTIVATION IN YAKUTIA

T.V. Sleptsova

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 results of field tests of biological preparations and trace elements on potatoes in Central Yakutia are presented. The purpose of the study was to study the use of biologics and trace elements on the growth, development of potato plants, productivity and disease prevalence. Yakutyanka variety of early maturity group, zoned in the Republic of Sakha (Yakutia) since 2007 and recommended for use in the East Siberian region (11). It was noted that during pre-treatment of tubers with biofungicide Phytosporin-M and microbial preparation based on bacterial strains Bacillus subtilis TNP-3 and Bacillus subtilis TNP-5, the prevalence of black leg decreased by 3.6% and 4.4%, rhizoctoniosis-2.0%, wrinkled mosaic-0.2% and 1.9%, ordinary mosaic-3.9% and 5.2% compared to control variant 1. The average yield increase over the three years of research was 7.4-8.7 t / ha (in control 1 13.8 t / ha). The marketability of tubers increased by 2%. In the conditions of Central Yakutia, pre-treatment of tubers with biofungicide Phytosporin-M and a microbial preparation based on bacterial strains Bacillus subtilis TNP-3 and Bacillus subtilis TNP-5 stimulates the growth and development of potatoes, reduces disease damage, and increases the yield and marketability of tubers.

Keywords: *potatoes, processing, preparation, diseases, yield, quality.*

References

1. Okhlopkova P.P. et al. (2018). Diseases of potatoes and measures to combat them in the conditions of Yakutia. Yakutsk: Dani-Almas, 48 p.

2. Batsanov N.S. (1970). Potato. Moscow: *Kolos*, 376 p.

3. Spiridonov Yu.Ya., Budynkov N.I., Strizhkov N.I., Suminova N.B., Nikolaichenko N.V., Dauletov M.A., Lenovich D.R. (2018). Features of the influence of chemical plant protection products on the dynamics of nutrition elements in plants, their chemical composition and development conditions. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agricultural scientific journal], No.10, Pp. 37-40.

4. Shternis M.V. (2012). Trends in the development of biotechnology of microbial plant protection products in Russia. *Vestnik Tomskogo GU. Biologiya* [Bulletin of the Tomsk state university]. Biology, No. 2 (18), Pp. 92-100.

5. Ivenin V.V., Mikhalev E.V., Ivenin A.V., Bakhmet'eva A.N. (2011). Economic and energy efficiency of biofertilizers in potato cultivation. *Vestnik Kazanskogo GAU* [Bulletin of the Kazan state university], No 3 (21), Pp. 121-124.

6. Chepl Ya., Kasal P., Korshunov A., Klimanov V., Mityushkin A., Rakhimov R. (2011). Results of Czech-Russian studies on the use of lingo-humates and chelates in potato production. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology in agriculture], No. 4, Pp. 36-39.

7. Methods of research on potato culture. Moscow: *Kolos,* 1967. 263 p.

8. Dospekhov B.A. (1973). Field experience. Moscow: *Kolos,* 336 p.

9. System of conducting agroindustrial production of the Yakut ASSR: recommendations. All-Union Academy of agricultural sciences, Siberian branch, Scientific production association «Yakutsk», YSRIA. Novosibirsk, 1989. 228 p.

10. List of pesticides and agrochemicals allowed for use in the Russian Federation: reference book. Moscow, 2008. 339 p.

About the author:

Tatyana V. Sleptsova, researcher at the laboratory of agricultural products processing and biochemical analyses,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5570-3254, tvsleptsova@mail.ru

tvsleptsova@mail.ru

УДК 633.1:631.331 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15092

УЛУЧШЕННЫЙ ГРЕБНИСТЫЙ СПОСОБ ПОСЕВА ОЗИМОЙ РЖИ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Ю.И. Митрофанов, Л.В. Пугачева, Н.А. Смирнова

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Тверская область, Россия

Исследования проводились в 2016-2019 гг. на экспериментальном участке ВНИИМЗ — филиала ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (Тверская область), осушаемом закрытым дренажом. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая слабокислая, содержание гумуса — 2,28-2,60%, подвижного фосфора — высокое, обменного калия — повышенное. На озимой ржи изучалась эффективность улучшенного гребнистого ленточно-разбросного способа посева, технологическая схема которого, в отличие от контроля — обычного гребнистого способа, предусматривает дополнительное выравнивание поверхности почвы при формировании посевного ложа. Выявлено, что в условиях северо-западной части Нечерноземной зоны РФ озимую рожь целесообразно выращивать на гребнях высотой 40-80 мм с использованием улучшенного варианта гребнистого ленточно-разбросного способа посева, обеспечивающего выравнивание поверхности почвы, создание уплотненного ложа и хороший контакт семян с почвой путем их вдавливания. В условиях недостаточного увлажнения посевного слоя почвы полевая всхожесть семян при улучшенном способе посева, по сравнению с неулучшенным, увеличилась на 11,4%, выживаемость — на 9,7, количество стеблей с колосом — на 17,4, урожайность — на 33,4%. При хорошем увлажнении посевного слоя выравнивающие устройства существенного влияния на урожайность ржи не оказали. В среднем за 2 года прибавка урожая озимой ржи составила 0,62 т/га или 16,2%, основное увеличение урожая получено за счет прироста количества продуктивных стеблей — на 5,5% и большей массы зерна в колосе — на 8,0%. Увеличение давления катков на почву до максимального уровня в условиях хорошего увлажнения снизило полевую всхожесть семян, по сравнению с минимальным режимом, на 6,2%, в засушливых условиях, наоборот, повысило на 8,0-13,2%. По урожайности озимой ржи лучшие результаты при хорошем увлажнении почвы были получены при посеве со средней и минимальной регулировками давления катков на почву, при недостаточном увлажнении — с максимальной.

Ключевые слова: *озимая рожь, способ посева, давление катков, структура урожая, урожайность, увлажнение посевного слоя.*

Введение

Способы посева являются важнейшими технологическими приемами, предопределяющими динамику продукционного процесса — первоначальную густоту всходов, интенсивность кущения растений, уровень сохранности растений и стеблей, параметры основных элементов продуктивности (количество продуктивных стеблей на 1 м^2, число зерен в колосе (метелке), масса 1000 зерен) [1-4]. Густота всходов формируется под влиянием расчетной нормы высева и полевой всхожести семян, которая, как правило, существенно меньше лабораторной, что в значительной степени связано с технологическим несовершенством применяемых способов посева, недостаточным уровнем их адаптации к почвенно-мелиоративным и погодным условиям [5-9].

В Нечерноземной зоне РФ основным способом посева зерновых культур является обычный рядовой посев сеялками с двухдисковыми сошниками и шириной междурядий 15 см. Анализ работы сошников различных типов, их положительных качеств и недостатков показывает, что дисковый сошник в силу конструктивных особенностей не может формировать плотное семенное ложе, а также обеспечить равномерную по глубине заделку семян и гарантировать их высокую полевую всхожесть [1, 10].

Технология выращивания зерновых культур на профилированной поверхности почвы, разработанная во ВНИИМЗ с использованием гребнистого ленточно-разбросного способа посева, обладает целым рядом преимуществ по отношению к обычной технологии, обеспечивая, прежде всего, более надежную защиту посевов зерновых культур от повышенного увлажнения почвы [11-13]. Многолетними исследованиями установлено, что эти преимущества лучше всего проявляются на озимых зерновых культурах. На профилированной поверхности растения меньше страдают от ледяной корки и избытка влаги в осенне-зимне-весенний период вегетации, лучше развиваются, кустятся и зимуют, обладают более высокой продуктивностью [10-12]. Прирост урожая при этом способе посева формируется благодаря более равномерному распределению растений по площади питания и созданию для них более благоприятных агрофизических условий в посевном слое почвы.

Первоначально упрощенная технологическая схема гребнистого ленточно-разбросного способа посева предусматривала рассев семян лентой на поверхность почвы и заделку семян путем нагребания почвы на ленту с формированием гребней высотой 40-80 мм. Посев проводили переоборудованной для этих целей зерновой сеялкой с условной аббревиатурой СЗГ-3,6. Недостатком этого варианта гребнистого посева было отсутствие уплотненного семенного ложа. Для его устранения технологическая схема была усовершенствована — на сеялку были установлены катки (ширина 10 см), обеспечивающие локальное уплотнение почвы в зоне расположения семян и их вдавливание в почву. Посев в этом варианте осуществляли гребне-катковой сеялкой СЗГК-3,6 [13, 14]. Дальнейшее совершенствование технологии гребнистого посева состояло в установке на сеялку устройств для выравнивания поверхности семенного ложа и освобождения его от подсохшего слоя почвы. Этот улучшенный вариант гребнистого посева проводится гребне-катковой сеялкой СЗГК- 3,6 У.

В настоящее время результаты исследований по обычному гребнистому ленточно-разбросному способу посева (СЗГК-3,6) достаточно широко опубликованы [1-3]. В данной статье этот способ гребнистого посева используется в качестве контроля для оценки эффективности улучшенного варианта гребнистого ленточно-разбросного способа посева озимой ржи.

Цель исследований

Цель исследований — показать эффективность применения улучшенного гребнистого ленточно-разбросного способа посева при возделывании озимой ржи, целесообразность включения в технологическую схему посева специальных приемов формирования посевного ложа для семян, направленных на повышение их полевой всхожести, улучшение биометрических параметров посева и увеличение урожайности.

Методы проведения исследований

Исследования проводили в 2016-2019 гг. на экспериментальном участке ВНИИМЗ (Тверская область, мелиоративный объект «Губино»), осушаемом закрытым дренажом (междренное расстояние 20-30 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистые глееватая, слабокислая, содержание гумуса — 2,28-2,60%, подвижного фосфора — высокое, обменного калия — повышенное.

В первом опыте сравнивали 2 способа посева: 1) обычный гребнистый ленточно-разбросной — СЗГК-3,6 — контроль; 2) улучшенный гребнистый ленточно-разбросной — СЗГК-3,6 У. Технологическая схема обычного гребнистого ленточно-разбросного способа посева предусматривает рассев семян лентами на поверхность поля, вдавливание семян в почву катками и закрытие их загортачами. В улучшенном варианте перед катками установлены дополнительные устройства, выравнивающие поверхность почвы в зоне расположения семян. При обоих способах посева растения размещаются на гребнях высотой 40-80 мм лентами шириной 13-15 см.

Во втором опыте (2017-2019 гг.) улучшенный гребнистый ленточно-разбросной способ посева изучали при трех режимах вдавливания семян в почву: с минимальным давлением катков

© Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., 2020
Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 48-51.

(0,9 кг/см^2), средним (1,05 кг/см^2) и максимальным (1,15 кг/см^2). Для создания разного давления катков на почву использовали механизм заглубления сошников.

Рожь — сорт Дымка — выращивали по нормальной технологии, предшественником в севообороте был рапс яровой на сидерат. Основная обработка — вспашка на 20-22 см, предпосевная — культивация на глубину 4-6 см и обработка комбинированным агрегатом КБМ-4,2. Минеральные удобрения вносили в паровом поле под рапс — $N_{50}P_{50}K_{50}$. На посевах ржи проводилась 2-кратная подкормка азотом — по 1 ц/га аммиачной селитры, в начале возобновления весенней вегетации и в фазе выхода растений в трубку. Норма высева семян — 4,5-4,7 млн/га всхожих зерен. Повторность опытов — 3-4-кратная. Общая площадь делянок — 200-280 м^2, учетная — 40 м^2. Уборку урожая проводили комбайном «Сампо». Достоверность прибавок урожая определяли методом дисперсионного анализа.

Погодные условия во время вегетации озимой ржи были разными — от благоприятных до неблагоприятных, прежде всего, по условиям увлажнения. ГТК по Селянинову за вегетацию в 2016 г. составил 1,39, в 2018 г. — 1,18, в 2019 г. — 1,16. В год посева озимой ржи (2015 г.) ГТК в августе составил 0,51, в 2017 г. — 0,65, в 2018 г. — 0,44. Осадков выпало соответственно 38,0, 51,0 и 36,7% от нормы. Более благоприятные условия для прорастания семян были в 2015 г., почва при посеве ржи 17 августа была хорошо увлажнена. Связано это с тем, что во второй и третьей декадах июля выпало осадков соответственно 183 и 188% от нормы, а также с ливневым характером выпадающих осадков в августе. В 2017 г. посев был проведен в условиях дефицита влаги. В предпосевной период за 4 декады (за третью декаду июля и все декады августа) при повышенном температурном режиме воздуха осадков выпало только 50% от нормы. В начале вегетации ржи (1 декада сентября) осадков было больше нормы. Наиболее сложным для получения полноценных всходов ржи был 2018 г.: в августе выпало только 25 мм осадков (36,7% от нормы), а в первой декаде сентября их не было вообще.

Результаты исследований

Исследования показали, что влияние выравнивающих устройств на полевую всхожесть семян и урожайность озимой ржи по годам было неоднозначным и зависело от погодных условий, состояния водного режима посевного слоя почвы. При посеве в 2015 г. в хорошо увлажненную (60-65% от наименьшей влагоемкости (НВ) и уплотненную почву выравнивающие устройства влияния на полевую всхожесть не оказали. Выравнивание посевного ложа и освобождение его поверхности от пересохшей почвы оказались эффективными при проведении сева в условиях недостаточного увлажнения (40-45% от НВ) посевного слоя почвы (2017 г.). Полевая всхожесть семян под влиянием выравнивающих устройств увеличилась на 11,4%, выживаемость — на 9,7%. При этом на сохранность растений в зимне-весенний период выравнивающие устройства влияния не оказали. Не отмечено изменений в сохранности растений и в целом за период вегетации озимой ржи (табл. 1).

В среднем за 2 года на варианте с улучшенным способом посева урожайность ржи увеличилась на 0,62 т/га, или на 16,2%, по сравнению с неулучшенным. По годам уровень прибавок урожая при посеве улучшенным способом существенно различался — от незначительной (на 0,13 т/га или 3,0%) в 2016 г. до очень значительной (на 1,11 т/га или 33,4%) в 2018 г. Основная доля прибавки урожая в среднем за 2 года получена за счет увеличения количества стеблей с колосом — на 5,5% и большей массы зерна в колосе — на 8,0% (табл. 2). В 2018 г. количество стеблей с колосом на варианте с улучшенным гребнистым посевом увеличилось на 17,4%. Отмечено, что на варианте с улучшенным способом посева растения в фазе кущения и выхода растений в трубку имели более развитую листовую поверхность. По сравнению с неулучшенным вариантом площадь листьев озимой ржи была на 7,1-29,4% больше.

Исследования в опыте с разным давлением катков на почву показали, что адаптивная реакция растений на плотность сложения почвы и интенсивность вдавливания семян в посевное ложе также зависит от погодных условий, предпосевной плотности сложения почвы, водного режима и других факторов. В условиях хорошего увлажнения (60-65% от НВ) увеличение давления катков на почву до максимального уровня снижало полевую всхожесть семян по сравнению с минимальным режимом на 6,2% и одновременно увеличило количество перезимовавших растений на 6,0%. В результате различия в сохранности и выживаемости растений между этими вариантами сглаживались и были незначительными (табл. 3).

В годы с засушливыми условиями в предпосевной и посевной периоды (2017 г. — 40-45% от НВ; 2018 г. — 30-40% от НВ) лучшие результаты по полевой всхожести семян были получены на варианте с максимальным давлением катков на почву. В 2017 г. увеличение давления катков на почву до максимального повысило полевую всхожесть, по отношению к варианту с минимальным давлением, на 8,0%, в 2018 г. — на 13,2%. Следует отметить, что усиление давления катков на почву до максимального уровня увеличивало глубину заделки семян с 2,6 до 3,3 см, что также могло оказать положительное влияние на полевую всхожесть семян. Влияние на сохранность и выживаемость растений разных режимов давления катков на почву было не однозначным. В 2017 г. при усилении давления катков на почву до максимального сохранность растений увеличилась на 9,4%, выживаемость — на 14,6% по сравнению с минимальным уровнем давления. На посеве 2018 г. эти показатели, наоборот, снизились на 8,8 и 0,9% соответственно. В среднем за 3 года полевая всхожесть семян по вариантам опыта изменялась от 78,5 до 83,5% и была наиболее высокой на варианте с максимальным давлением катков на почву.

По годам, различающимся погодными условиями во время сева, полевая всхожесть по вариантам опыта изменялась от 60,4 до 93,0%. При принятии оптимальных решений по режиму вдавливания семян в почву с учетом условий года, полевая всхожесть изменяется в пределах от 83,5 до 93,0%. Режим давления катков на почву оказал существенное влияние на перезимовку растений ржи. В зависимости от условий года и варианта опыта она изменялась от 65,0 до 89,0%. Лучшие результаты были получены при максимальном режиме вдавливания семян в почву — сохранность растений при перезимовке в среднем за 3 года составила 84,1% или на 8,4% больше, по сравнению с минимальным давлением катков. По сохранности растений за вегетацию и их выживаемости различия между вариантами опыта по годам были неоднозначными, а в среднем незначительными.

По влиянию на конечный результат — урожайность варианты с разными режимами давле-

Таблица 1

Влияние улучшенного гребнистого способа посева на биометрические параметры посевов озимой ржи (2017-2018 гг., среднее давление катков)

Марка сеялки		Количество всходов, шт./м^2	Полевая всхожесть семян, %	% перезимовавших растений	Сохранность растений, %	Выживаемость растений, %
СЗГК-3,6 — контроль		348	77,3	88,3	74,0	56,8
СЗГК-3,6 У		399	88,7	87,7	74,9	66,5
К контролю	±	+51	+11,4	-0,6	+0,9	+9,7
	%	112,0	114,7	99,3	101,2	117,1

Таблица 2

Влияние улучшенного ленточно-разбросного гребнистого способа посева на структуру и урожайность озимой ржи (среднее давление катков)

Показатели		Способ посева, марка сеялки		К контролю	
		Гребнистый ленточно-разбросной — СЗГК-3,6 — контроль	Улучшенный гребнистый ленточно-разбросной — СЗГК-3,6 У	±	%
Количество растений перед уборкой, шт./м^2		263	258	-5,0	98,1
Коэффициент продуктивной кустистости		1,39	1,49	+0,10	107,2
Количество продуктивных стеблей, шт./м^2		365	385	+20	105,5
Число зерен в колосе, шт.		53,5	56,0	+2,5	104,7
Масса, г	1000 зерен	28,0	28,9	+0,9	103,2
	зерна в колосе	1,50	1,62	+0,12	108,0
Урожайность, т/га	биологическая	5,53	6,24	+0,71	112,8
	полевая	3,83	4,45	+0,62	116,2
$НСР_{05}$ 0,31 т/га					

ния катков на почву наиболее сильно различались в 2018 и 2019 гг. На варианте с максимальным давлением катков на почву прибавка урожая к контролю (минимальное давление) в 2018 г. составила 0,66 т/га, в 2019 г. — 0,94 т/га (табл. 4).

В 2018 г. прирост урожая на варианте с максимальным давлением катков был целиком получен за счет лучшей (на 9 шт. или 18,3%) озерненности колоса и увеличения массы зерна в колосе на 13,4%. В 2019 г. урожайность на этом варианте была выше как за счет увеличения количества продуктивных стеблей на единице площади на 12,7 и 16,0%, так и массы зерна в колосе — на 15,0 и 18,5%. Масса зерна в колосе увеличилась благодаря большему количеству зерен в колосе (на 2-3 шт.) и большей массы 1000 зерен (3,1-3,4 г). Следует отметить, что преимущество варианта с максимальным давлением катков на почву в засушливые годы формировалось под влиянием большей густоты всходов (на 56 шт./м^2), лучшего стартового роста растений, более интенсивного кущения и накопления биомассы растений. В осенний период вегетации надземная биомасса растений на 1 м^2 на варианте с максимальным давлением катков на почву была больше, по сравнению с контролем, на 74,7%, подземной — на 45,1%. Различия вариантов в развитии биомассы растений сохранились и после перезимовки.

Наиболее низкий уровень влияния на урожайность режимов давления катков на почву наблюдался в 2016 г. Лучшие результаты были получены при минимальном и среднем давлении катков на почву, прежде всего за счет лучшей озерненности колоса. Увеличение давления катков на почву со среднего до максимального несущественно, но снизило урожайность ржи (на 0,21 т/га) из-за уменьшения количества зерен в колосе на 6,0 шт. или на 10,8%. По биологической урожайности снижение составило 0,61 т/га (9,1%).

В среднем за 3 года урожайность озимой ржи по мере усиления давления катков на почву повысилась с 3,78 до 4,27 т/га, прежде всего за счет годов с засушливыми погодными условиями в августе, при дефиците влаги в почве во время и после проведения посева.

Таблица 3

Влияние интенсивности вдавливания семян в почву на биометрические параметры посевов озимой ржи (посев СЗГК-3,6 У)

Год	Давление катков на почву	Полевая всхожесть семян, %	% перезимовавших растений	Сохранность растений, %	Выживаемость растений, %
2015-2016	Минимальное	90,0	74,0	55,3	49,7
	Среднее	86,0	74,1	54,0	46,4
	Максимальное	83,8	80,0	56,8	47,6
2017-2018	Минимальное	85,0	88,0	70,6	60,0
	Среднее	88,0	85,0	74,0	64,8
	Максимальное	93,0	89,0	80,0	74,6
2018-2019	Минимальное	60,4	65,0	41,7	25,2
	Среднее	64,0	69,5	34,9	22,4
	Максимальное	73,6	83,2	32,9	24,3
Среднее за 3 года	Минимальное	78,5	75,7	55,9	45,0
	Среднее	79,3	76,2	54,3	44,5
	Максимальное	83,5	84,1	56,6	48,8

Таблица 4

Влияние интенсивности вдавливания семян в почву на биометрические параметры посевов и урожайность озимой ржи (посев СЗГК-3,6 У)

Давление катков на почву	Количество, шт./м^2		Число зерен в колосе, шт.	Масса, г		Урожайность, т/га	
	растений	стеблей с колосом		1000 зерен	зерна в колосе	биологическая	полевая
2016 г.							
Минимальное	234	373	60,0	31,5	1,89	7,05	4,35
Среднее	218	350	61,5	32,8	2,02	6,97	4,45
Максимальное	224	358	55,5	32,4	1,79	6,36	4,24
2018 г.							
Минимальное	270	396	49	27,3	1,34	5,30	4,25
Среднее	292	356	55	27,1	1,49	5,31	4,12
Максимальное	336	379	58	26,3	1,52	5,78	4,91
2019 г.							
Минимальное	106	212	53	28,9	1,53	3,25	2,74
Среднее	94	239	55	32,0	1,76	4,18	3,38
Максимальное,	102	246	56	32,3	1,81	4,39	3,68
Среднее за 3 года							
Минимальное	203	327	54,0	29,2	1,59	5,20	3,78
Среднее	201	315	57,2	30,6	1,75	5,49	3,98
Максимальное,	220	328	56,5	30,3	1,71	5,51	4,27
$НСР_{05}$ 2016 г. — 0,27 т/га; 2018 г. — 0,32 т/га; 2019 г. — 0,24 т/га							

Выводы

Таким образом, в условиях северо-западной части Нечерноземной зоны РФ на осушаемых землях озимую рожь целесообразно выращивать с использованием улучшенного гребнистого ленточно-разбросного способа посева, позволяющего повысить уровень адаптации гребнистой технологии возделывания озимой ржи к засушливым погодным условиям в период проведения посевных работ и повышенному увлажнению почвы после посева. Выравнивание посевного ложа и освобождение его поверхности от пересохшей почвы при улучшенном способе посева в условиях недостаточного увлажнения посевного слоя почвы (40-45% от НВ) повысило полевую всхожесть семян на 11,4%, выживаемость — на 9,7%, количество стеблей с колосом — на 17,4%, урожайность — на 33,4%. При хорошем увлажнении посевного слоя (60-65% от НВ) выравнивающие устройства существенного влияния на урожайность ржи не оказали. В среднем за 2 года прибавка урожая озимой ржи составила 0,62 т/га или 16,2%, основное увеличение урожая получено за счет прироста количества продуктивных стеблей — на 5,5% и большей массы зерна в колосе — на 8,0%.

Адаптивная реакция растений на плотность сложения почвы и интенсивность вдавливания семян в посевное ложе при посеве также зависит от погодных условий года, предпосевной плотности сложения почвы, водного режима и других факторов. В условиях хорошего увлажнения увеличение давления катков на почву до максимального уровня снизило полевую всхожесть семян по сравнению с минимальным режимом на 6,2%, в засушливых условиях, наоборот, повысило на 8,0-13,2%. По урожайности озимой ржи лучшие результаты при хорошем увлажнении почвы были получены при посеве со средней и минимальной регулировкой давления катков на почву, при недостаточном увлажнении — с максимальной.

Литература

1. Савицкий М.С. Теоретические основы методики определения норм высева зерновых культур по оптимальному стеблестою. Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур / Научные труды ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1971. С. 5-12.

2. Синягин И.И. Площади питания растений. М.: Россельхозиздат, 1970. 232 с.

3. Усанова З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов полевых культур. Тверь: Тверская ГСХА, 1999. 330 с.

4. Пыхтин И.Г., Гостев А.В., Нитченко Л.Б., Плотников В.А. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур // Земледелие. 2016. № 6. С. 16-19.

5. Бакиров Ф.Г. Роль способа посева в повышении эффективности ресурсосберегающих технологий и урожайности // Зерновое хозяйство. 2006. № 8. С.11-12.

6. Абашеев В.Д. Озимая рожь на осушаемой пашне // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 45-47.

7. Nesmiyan, A.Yu., Tsench, Yu.S. (2018). Tendencies and prospects for the development of domestic machinery for sowing grain crops. *Selskokhozyaystvennyye machiny i tekhnologii*, no. 13(3), pp. 45-52.

8. Shao, X., DiMarco, K., Richard, T.L. et al. (2015). Winter rye as a bioenergy feedstock: impact of crop maturity on composition, biological solubilization and potential revenue. *Biotechnol Biofuels*, no. 8, pp. 35-36.

9. Kantar, M., Porter, P. (2014). Relationship between planting date growing degree days and the winter rye (Secale cereale L.) variety "Rymin" in Minnesota. *Crop Management*, vol. 13, no. 1, pp. 1-9.

10. Митрофанов Ю.И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях // Зерновое хозяйство. 2006. № 3. С. 10-14.

11. Митрофанов Ю.И. Озимая рожь на осушаемых землях Нечерноземной зоны: монография. Тверь: АгросферА, 2008. 166 с.

12. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Пугачева Л.В., Лукьянов С.А. Технологические особенности возделывания озимой ржи на осушаемых землях нечерноземной зоны // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 5. С. 162-171.

13. Митрофанов Ю.И. Совершенствование способов и технических средств посева зерновых культур на осушаемых землях. В сб.: Механизация и электрификация сельского хозяйства. Глеваха (Украина), 2012. Вып. 96. С. 60-67.

14. Митрофанов Ю.И., Симонов В.Ф., Лукьянов С.А. Сеялка для гребнистого ленточно-разбросного способа посева зерновых культур / Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. Тверь: Тверской государственный университет, 2016. 308 с.

Об авторах:

Митрофанов Юрий Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела мелиоративного земледелия,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0994-6743, 2016vniimz-noo@list.ru
Пугачева Людмила Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела мелиоративного земледелия,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6231-9488, 2016vniimz-noo@list.ru
Смирнова Нина Алексеевна, младший научный сотрудник отдела мелиоративного земледелия,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9653-8478, 2016vniimz-noo@list.ru

IMPROVED COMB METHOD OF SOWING WINTER RYE ON DRAINED LANDS

Yu.I. Mitrofanov, L.V. Pugacheva, N.A. Smirnova

Federal research center "V.V. Dokuchaev soil science institute", Tver region, Russia

The studies were conducted in 2016-2019 at the experimental site of VNIIMZ — Branch of the Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute (Tver region), drained by closed drainage. The soil of the experimental site is sod-podzolic, slightly loamy, clayey, slightly acidic, the humus content is 2.28-2.60%, mobile phosphorus is high, and exchange potassium is increased. On winter rye, the effectiveness of an improved combed ribbon-spread method of sowing was studied, the technological scheme of which, in contrast to the control, a conventional comb method, provides for additional leveling of the soil surface during the formation of the sowing bed. It was revealed that in the northwestern part of the Non-chernozem zone of the Russian Federation it is advisable to grow winter rye on ridges 40-80 mm high using an improved version of the comb-ribbon spread method of sowing, which provides leveling of the soil surface, creation of a compacted bed and good contact of seeds with soil through them indentations. Under conditions of insufficient moistening of the sowing layer of the soil, field germination of seeds with an improved method of sowing, compared with the unimproved, increased by 11.4%, survival by 9.7%, the number of stems with spike — by 17.4%, yield — by 33.4%. With good moistening of the seed layer, the leveling devices did not significantly affect the yield of rye. On average, over 2 years, an increase in the yield of winter rye amounted to 0.62 t/ha or 16.2%, the main increase in the yield was obtained due to an increase in the number of productive stems — by 5.5% and a larger grain mass in the ear — by 8.0%. An increase in the pressure of the rollers on the soil to the maximum level under conditions of good moistening reduced the field germination of seeds, compared with the minimum regime by 6.2%, in arid conditions, on the contrary, it increased by 8.0-13.2%. In terms of winter rye productivity, the best results with good soil moisture were obtained when sowing with medium and minimum adjustments of the pressure of the rollers on the soil, with insufficient moisture — with maximum.

Keywords: *winter rye, sowing method, roller pressure, crop structure, yield, moistening of the seed layer.*

References

1. Savitskii, M.S. (1971). *Teoreticheskie osnovy metodiki opredeleniya norm vyseva zernovykh kul'tur po optimal'nomu steblestoyu. Normy vyseva, sposoby poseva i ploshchadi pitaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Theoretical foundations of the methodology for determining the norms of sowing of grain crops by the optimal stem. Norms of seeding, methods of sowing and nutrition area of agricultural crops]. Moscow, Kolos Publ., pp. 5-12.

2. Sinyagin, I.I. (1970). *Ploshchadi pitaniya rastenii* [Area of plant nutrition]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 232 p.

3. Usanova, Z.I. (1999). *Teoriya i praktika sozdaniya vysokoproduktivnykh posevov polevykh kul'tur* [The theory and practice of creating highly productive crops of field crops]. Tver, Tver state agricultural academy, 330 p.

4. Pykhtin, I.G., Gostev, A.V., Nitchenko, L.B., Plotnikov, V.A. (2016). Teoreticheskiye osnovy effektivnogo primeneniya sovremennykh resursosbere-gayushchikh tekhnologiy vozdelyvaniya zernovykh kul'tur [Theoretical foundations of the effective use of modern resource-saving technologies for the cultivation of grain crops]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 16-19.

5. Bakirov, F.G. (2006). Rol' sposoba poseva v povyshenii effektivnosti resursosberegayushchikh tekhnologiy i urozhaynosti [The role of the method of sowing in improving the efficiency of resource-saving technologies and productivity]. *Zernovoe khozyaistvo*, no. 8, pp.11-12.

6. Abasheev, V.D. (2012). Ozimaya rozh' na osushaemoi pashne [Winter rye on drained arable land. Achievements of science and technology of agribusiness]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 6, pp. 45-47.

7. Nesmiyan, A.Yu., Tsench, Yu.S. (2018). Tendencies and prospects for the development of domestic machinery for sowing grain crops. *Selskokhozyaystvennyye machiny i tekhnologii*, no. 13(3), pp. 45-52.

8. Shao, X., DiMarco, K., Richard, T.L. et al. (2015). Winter rye as a bioenergy feedstock: impact of crop maturity on composition, biological solubilization and potential revenue. *Biotechnol Biofuels*, no. 8, pp. 35-36.

9. Kantar, M., Porter, P. (2014). Relationship between planting date growing degree days and the winter rye (Secale cereale L.) variety "Rymin" in Minnesota. *Crop Management*, vol. 13, no. 1, pp. 1-9.

10. Mitrofanov, Yu.I. (2006). O sposobakh poseva ozimoi rzhi na osushaemykh zemlyakh [About methods of sowing winter rye on drained lands]. *Zernovoe khozyaistvo*, no. 3, pp. 10-14.

11. Mitrofanov, Yu.I. (2008). *Ozimaya rozh' na osushaemykh zemlyakh Nechernozemnoi zony: monografiya* [Winter rye on the drained lands of the Non-Black Earth Zone (monograph)]. Tver, AgrosferA Publ., 166 p.

12. Mitrofanov, Yu.I., Antsiferova, O.N., Pugacheva, L.V., Luk'yanov, S.A. (2018). Tekhnologicheskie osobennosti vozdelyvaniya ozimoi rzhi na osushaemykh zemlyakh nechernozemnoi zony [Technological features of winter rye cultivation on drained lands of the non-chernozem zone]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of science and practice], vol. 4, no. 5, pp. 162-171.

13. Mitrofanov, Yu.I. (2012). Sovershenstvovanie sposobov i tekhnicheskikh sredstv poseva zernovykh kul'tur na osushaemykh zemlyakh [Improving the methods and technical means of sowing grain crops on drained lands]. In: *Mekhanizatsiya i ehlektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva* [Mechanization and electrification of agriculture]. Glevakha (Ukraine), issue 96, pp. 60-67.

14. Mitrofanov, Yu.I., Simonov, V.F., Luk'yanov, S.A. (2016). Seyalka dlya grebnistogo lentochno-razbrosnogo sposoba poseva zernovykh kul'tur [Seeder for comb-ribbon-spread method of sowing grain crops]. *Innovatsionnye agro- i biotekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii na melioririvannykh zemlyakh: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii FGBNU VNIIMZ, g. Tver', 15-16 sentyabrya 2016 g.* [Innovative agro-and biotechnologies in adaptive landscape farming on reclaimed land. Proceedings of the International scientific and practical conference of VNIIMZ, Tver, September 15-16, 2016]. Tver, Tver state university, 308 p.

About the authors:

Yuri I. Mitrofanov, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of reclamation agriculture,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0994-6743, 2016vniimz-noo@list.ru
Ludmila V. Pugacheva, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of reclamation agriculture,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6231-9488, 2016vniimz-noo@list.ru
Nina A. Smirnova, junior researcher of the department of reclamation agriculture,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9653-8478, 2016vniimz-noo@list.ru

2016vniimz-noo@list.ru

УДК 579.64+633.13 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15093

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН ОВСА ПОСЕВНОГО ШТАММОМ *PSEUDOMONAS* SP. GEOT18, ПЕРСПЕКТИВНЫМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОПРЕПАРАТА

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Вологодской области в рамках государственного научного гранта и государственного задания ФГБУН ВолНЦ РАН по теме НИР № 0146-2019-0011

И.И. Рассохина[1], А.В. Платонов[1], О.А. Маракаев[2], Ю.В. Зайцева[2]

[1]ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук», г. Вологда, Россия
[2]ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова», г. Ярославль, Россия

В работе представлены результаты лабораторного исследования влияния штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18, изолированного из подземных органов пальчатокоренника мясо-красного (семейство орхидные), на овес посевной сорта Лев. Исследование включало проведение опытов в чашках Петри, постановку водных и почвенных культур. Оценивали всхожесть семян, а также морфометрические показатели растений на начальных этапах онтогенеза, их среднесуточные приросты и содержание хлорофилла в листьях. Инокуляция семян растений овса исследуемым штаммом не привела к повышению их всхожести, данный показатель как в случае контроля, так и в опыте был выше 90%. Однако *Pseudomonas* sp. GEOT18 оказал стимулирующее влияние на процессы роста. На седьмые сутки развития проростков достоверно увеличилась длина побега (на 12%), а также количество корней при незначительном уменьшении их длины. Закономерность увеличения количества корней наблюдается как в эксперименте в чашках Петри, так и с водной культурой. Возможно, бактерии синтезируют вещества, в частности фитогормоны, способствующие ризогенезу. Выявлена тенденция к увеличению площади листьев растений (в опытном варианте в водной культуре возрастает относительно контроля на 1,2-8,1%, в почвенной культуре — на 2,5-6,5%), массы и среднесуточных приростов. При этом происходит увеличение содержания хлорофилла в листьях опытных растений. Наблюдаемые результаты свидетельствуют о положительном влиянии штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 на ростовые процессы овса посевного.

Ключевые слова: *Pseudomonas, овес посевной, морфометрические параметры, рост, хлорофилл.*

Введение

В настоящее время в практике растениеводства все чаще используются микробиологические препараты [1, 3, 7, 8, 9]. Индекс биологизации, который рассчитывается как отношение биологических препаратов к общему числу препаратов, в России составляет около 2%, что является явно недостаточным. Одной из причин малого использования биопрепаратов в отличие от агрохимикатов В.А. Захарченко называет недостаточный уровень пропаганды их применения и малый ассортимент [3].

К наиболее перспективным микроорганизмам для использования в растениеводстве многие исследователи относят штаммы родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, представители которых способны к синтезу биологически активных веществ, мобилизации элементов минерального питания растений, а также являются антагонистами к ряду патогенных организмов [1, 4, 8, 15]. Так, комплексное действие от применения штамма бактерий рода *Pseudomonas* отмечено в исследованиях D. Rojas-Solís и др. (2018), где *P. stutzeri* E25 ингибирует развитие гриба *Botrytis cinerea*, выделяя летучие соединения, содержащие серу, и стимулирует ростовые процессы растений томата [16]. Аналогичный эффект показан в работе M. Andreolli и др. (2017), в которой говорится о генах *Pseudomonas* sp. MP12, ответственных за синтез противогрибковых соединений (2,4-диацетилфлороглюцинол, пиолютерин и пирролнитрин), а также о способности микроорганизмов к растворению фосфатов, продуцированию аммиака и индол-3-уксусной кислоты [7]. Данные о положительном влиянии штаммов *P. fluorescens* L111, L228 и L321 на растения через мобилизацию фосфора приводят N. Oteino и др. (2015) [14], а способность *P. nitroreducens* IHB B 13561 повышать поглощение нитратов и стимулировать развитие клеток растений показывают исследования C.S. Trinh и др. (2018) [17].

Цель проведенного нами исследования — оценить в лабораторных условиях эффективность инокуляции штаммом *Pseudomonas* sp. GEOT18 семян овса посевного на ростовые процессы растений.

Методика и методы исследования

Объект исследования — овес посевной (*Avena sativa* L.) сорта Лев. Штамм бактерий *Pseudomonas* sp. GEOT18, использованный в эксперименте, выделен из внутренних тканей стеблекорневых тубероидов генеративных особей пальчатокоренника мясо-красного (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó), произрастающих в осоково-разнотравном сообществе на дерново-подзолистой суглинистой почве (содержание гумуса в корнеобитаемом слое — 5,7%, сумма поглощенных оснований — 14 мг/экв, pH — 6,3). Штамм был идентифицирован с помощью молекулярно-генетического анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК. Полученная последовательность депонирована в базу данных GenBank под номером MT180656. Суспензию штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 получали на среде LB в условиях постоянного перемешивания при температуре 22-24°C в течение 16-18 часов. Перед посевом семена исследуемых культур делили на две части: одну помещали в суспензию бактериального штамма на 30 минут (опыт), другую — в воду (контроль).

Для исследования использовали необработанные стерилизующими агентами семена в количестве 30 шт. Их помещали в чашку Петри на влажную фильтровальную бумагу и оставляли в темноте при температуре 23°C. Всхожесть семян, длину побега, а также длину и количество корней оценивали на 7-е сутки. Опыт проводили в 3-кратной биологической повторности.

Для постановки водных культур использовали среду Кноппа. В каждый вегетационный сосуд помещали по 10 проростков, полученных на 2-е сутки проращивания. Опыт проводили в 5-кратной повторности. Для постановки почвенных культур использовали грунт торфяной компании ООО «Норд палп» (г. Санкт-Петербург), содержание питательных элементов в 1 л не менее: NH_2+NO_3 – 150 мг, P_2O_5 — 270 мг, K_2O — 300 мг, кислотность почвы — 6,0-6,5. В каждый сосуд с почвой помещали по 10 семян. В течение опыта поддерживали влажность почвы на уровне 70-80% от полной влагоемкости. Опыт проводили в 10-кратной повторности. Культивирование растений водной и почвенной культур осуществляли в климатостате КС-200 (Россия) при температуре 23°C днем и 17°C ночью, освещении 16 ч в сутки. У растений в течение вегетации, которая длилась 20 дней в условиях почвенной культуры и 25 дней в водной культуре, определяли следующие параметры: количество и площадь листьев, длину стебля, сырую и сухую массы надземных органов. В водной

© Рассохина И.И., Платонов А.В., Маракаев О.А., Зайцева Ю.В., 2020

культуре измеряли количество корней на 22-е и 25-е сутки опыта. Рассчитывали среднесуточные приросты сырой и сухой массы, а также чистую продуктивность фотосинтеза за 12 дней вегетации по методу А.А. Ничипоровича.

Определение хлорофиллов проводили на спектрофотометре ПЭ-5400УФ (Россия) при длинах волн 665 и 649 нм. Пигменты извлекали экстракцией 96%-м этиловым спиртом из листьев растений. Работу выполняли в 3-кратной биологической и аналитической повторности. Расчет содержания хлорофиллов проводили по уравнениям Винтерманс и Де Мотс [18].

Статистическую обработку данных осуществляли по стандартным методикам с использованием пакета анализа данных программы MS Excel'2010. В таблицах представлены средние значения показателей и величины их стандартных отклонений. Оценку достоверности различия выборочных средних проводили при значении доверительной вероятности 0,95.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований влияния штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 на прорастание семян овса посевного представлены в таблице 1. Показатели всхожести семян опытного и контрольного вариантов были высокими и различались незначительно (91,0 и 92,0% соответственно). При этом наблюдается существенный эффект влияния штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 на морфометрические характеристики побега и корневой системы проростков. Так, исследуемая суспензия бактерий привела к стимуляции роста побега на 12%, увеличению количества корней на 23% при снижении их максимальной и суммарной длины на 8% относительно контроля. Эффект в этом случае, возможно, объясняется синтезом бактериями рода *Pseudomonas* фитогормонов группы ауксинов и их влиянием на процессы морфогенеза и роста [6, 11, 13].

Данные таблицы 2 показывают, что в условиях водной культуры у растений опытного варианта площадь первого листа выше контроля на 4,4-7,8%, площадь второго листа — на 8,3-11,6%, а общая площадь поверхности листьев — на 1,2-8,1% (в зависимости от срока снятия показателей). Длина стебля у опытных растений также была больше. Количество листьев в контрольном и опытном вариантах существенно не различалось, что объясняется стабильностью данного показателя в начале онтогенеза овса. Количество корней у растений опытного варианта незначительно превышает показатель в контроле, что согласуется с результатами эксперимента в чашках Петри (табл. 1). Возможно, штамм оказывает влияние на процессы ризогенеза у овса посевного. Влияние штаммов рода *Pseudomonas* на количество и длину корней, а также на взаимную связь данного эффекта с синтезом ауксинов обсуждается в исследованиях R. Ortiz-Castro и др. (2020) [13].

Сырая и сухая массы надземных органов овса в опытном варианте незначительно превышали значения контроля на 25-е сутки (табл. 2). Сырая масса была выше на 3,9%, сухая — на 10,3%. При этом значения среднесуточных приростов сырой массы растений, семена которых были обработаны суспензией бактериального штамма, превышали показатели в контроле. Прирост сырой массы у контрольных растений составлял 7±1,1 мг/сутки, а у растений в опытном варианте –11±2,3 мг/сутки.

В эксперименте с водными культурами наблюдается картина увеличения некоторых ростовых показателей растений опытных вариантов. Однако кроме традиционных водных культур действие суспензии штамма исследовали и в условиях почвенных культур, что необходимо для полноты картины и может быть важно в связи с происхождением штамма.

В почвенной культуре (табл. 3) на 7-е сутки площадь первого листа опытных растений превосходила данный показатель контрольных растений на 6,5%. На 10-е сутки площадь первого листа в опытном варианте выше контроля на 4,1%, второго листа ниже на 4,3%, а суммарная площадь листьев опытных растений превосходит контроль на 4,1%. На 14-е и 19-е сутки превышение площади листьев у растений в опытном варианте сохраняется.

Таблица 1

Посевные характеристики семян и морфометрические показатели проростков овса посевного

Показатель	Контроль	Опыт
Всхожесть, %	92,0 ± 9,2	91,0 ± 7,4
Длина побега, мм	47,9 ± 1,1	53,6 ± 4,2*
Максимальная длина корня, мм	80,9 ± 1,5	62,7 ± 5,2**
Сумма длин корней растения, мм	225,1 ± 9,6	206,7 ± 2,5*
Количество корней, шт.	3,3 ± 0,1	4,5 ± 0,9**

**Разница по сравнению с контролем статистически достоверна при P < 0,05.*

***Разница по сравнению с контролем статистически достоверна при P < 0,005.*

Таблица 2

Морфометрические и весовые показатели овса посевного в условиях водной культуры

Показатель	11-е сутки		15-е сутки		22-е сутки		25-е сутки	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Длина стебля, мм	28,4±2,8	29,0±2,0	35,9±1,5	39,3±3,4	50,0±1,9	52,6±5,6	49,8±2,8	52,6±7,5
Площадь первого листа, мм^2	314,1±12,4	338,6±5,4*	318,8±9,8	333,6±21,1	319,1±20,6	333,0±22,3	319,0±22,1	334,3± 17,4
Площадь второго листа, мм^2	25,0±7,0	25,4±5,7	226,2±4,6	244,9±13,3*	401,1±23,5	451,7±61,9	399,6±15,6	448,5± 37,2
Площадь листьев растения, мм^2 **	339,1±7,4	366,6±7,1*	566,8±17,5	579,1±7,8	832,3±72,3	856,7±80,9	1089,4±52,7	1102,2±57,7
Количество корней, шт.	-	-	-	-	5,3±0,7	5,9±0,8	5,3±0,5	6,4±0,8
Масса сырая надземных органов, г	-	-	-	-	0,301±0,060	0,282±0,043	0,305±0,071	0,317± 0,094
Масса сухая надземных органов, г	-	-	-	-	0,029±0,004	0,029±0,005	0,029±0,004	0,032± 0,002

**Разница по сравнению с контролем статистически достоверна при P < 0,05.*

***Показатель «Площадь листьев растения» не является суммарной величиной площадей первого и второго листа, так как у части растений на момент измерения начал формироваться третий лист (сумма всех имеющихся листьев растения).*

Таблица 3

Морфометрические и весовые показатели овса посевного в условиях почвенной культуры

Показатель	7-е сутки		10-е сутки		14-е сутки		19-е сутки	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Длина стебля, мм	14,1±2,5	12,8± 2,3	36,5±8,8	37,1± 4,5	54,8±5,6	55,6± 3,8	66,6±4,6	66,3± 7,3
Площадь первого листа, мм^2	278,6±19,5	296,8±24,5	461,6±27,9	480,6±26,4	471,4±37,0	481,6±20,9	472,3±26,1	490,6± 41,8
Площадь второго листа, мм^2	-	-	39,8± 14,1	38,1± 11,1	429,6±85,8	459,0±95,5	786,9±109,3	813,6± 75,4
Площадь листьев растения, мм^2 *	278,6±19,5	296,8±24,5	496,4±30,4	516,9±33,3	900,8±86,1	924,6±101,2	1307,7±139,5	1340,2±124,4
Масса сырая надземных органов, г	0,098±0,003	0,101±0,013	0,196±0,035	0,198±0,022	0,304±0,050	0,310±0,059	0,418±0,092	0,464± 0,107
Масса сухая надземных органов, г	0,008±0,002	0,007±0,003	0,015±0,003	0,014±0,003	0,025±0,006	0,025±0,007	0,042±0,010	0,045± 0,015

**Показатель «Площадь листьев растения» не является суммарной величиной площадей первого и второго листа, так как у части растений на момент измерения начал формироваться третий лист (сумма всех имеющихся листьев растения).*

Таблица 4

Показатели среднесуточных приростов овса посевного в условиях почвенной культуры

Вариант	Прирост сырой массы, мг/сутки	Прирост сухой массы, мг/сутки
7-10-е сутки		
Контроль	34,7±13,9	3±1
Опыт	34,3±10,5	3±1
10-14-е сутки		
Контроль	27,2±18,1	3±2
Опыт	28,6±11,7	3±2
14-19-е сутки		
Контроль	26,6±16,0	3±2
Опыт	38,5±18,6	4±3

Сырая масса опытных растений (табл. 3) на 7-е, 10-е и 14-е сутки превосходила контроль на 3,0, 1,0 и 2,0% соответственно, сухая масса совпадала со значениями в контроле. На 19-е сутки сырая и сухая масса опытных растений была выше контроля на 11,0 и 7,0% соответственно.

Превышение площади листовой поверхности у растений в опытном варианте может обеспечивать им преимущества в поглощении световой энергии по отношению к контрольным экземплярам. Это, в свою очередь, потенциально способно увеличивать фотосинтетическую продуктивность. Подтверждением такого предположения является наблюдаемое повышение показателей приростов биомассы у овса в опытном варианте (табл. 4), а также более высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза у опытных растений относительно контроля. У контрольных растений образуется 3,48 г сухого вещества, а у опытных растений — 3,60 г сухого вещества с 1 м^2 листовой поверхности за сутки.

Среднесуточные приросты сырой и сухой массы (табл. 4) на 7-10-е сутки у растений одинаковы. На 10-14-е сутки опытные растения опережают контрольные по приросту сырой массы на 5,1%. Возможно, инокуляция семян штаммом способствовала поглощению воды растениями. На 14-19-е сутки разница прироста сырой массы у опытных и контрольных растений становится более выраженной (в опытном варианте показатель выше на 44,7%), также у опытных растений выше прирост сухой массы.

Важнейшая роль в поглощении и эффективном использовании световой энергии принадлежит основным фотосинтетическим пигментам — хлорофиллам. Их содержание может отражать реакцию растения на условия произрастания и находиться в положительной корреляционной связи с фотосинтетическими процессами [2, 10, 12]. Содержание хлорофиллов в листьях овса имеет тенденцию к повышению уровня у растений в опытном варианте, что происходит, главным образом, за счет увеличения количества хлорофилла *b* (табл. 5).

Согласно данным литературы, снижение величины отношения хлорофиллов *a/b* может свидетельствовать об улучшении условий произрастания и коррелирует с повышением урожайности растений [2, 5]. В проведенном нами опыте наблюдается снижение значения этого показателя у растений в опытном варианте, что в совокупности с другими полученными результатами может свидетельствовать о положительном действии исследуемого штамма на ростовые процессы и продуктивность овса посевного.

Таблица 5

Содержание хлорофиллов в листьях овса посевного

Хлорофилл, мг/г сырого вещества	Водная культура 25-е сутки		Почвенная культура			
			10-е сутки		19-е сутки	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Хлорофилл *a*	0,983±0,010	0,981±0,022	0,704±0,040	0,729±0,016	0,737±0,015	0,725±0,026
Хлорофилл *b*	0,611±0,012	0,628±0,071	0,345±0,073	0,385±0,046	0,651±0,142	0,736±0,211
Хлорофилл *a+b*	1,594±0,020	1,609±0,093	1,049±0,112	1,114±0,061	1,388±0,127	1,460±0,186
Хлорофилл *a/b*	1,610	1,574	2,104	1,914	1,181	1,069

Заключение

Результаты работы показывают, что инокуляция семян овса посевного суспензией штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18, изолированного из подземных органов пальчатокоренника мясо-красного, влияет на процессы роста и развития растений. У растений в опытном варианте наблюдается увеличение площади листьев, содержания в них хлорофилла, что, вероятно, может повышать фотосинтетическую продуктивность и, как следствие, способствовать увеличению среднесуточных приростов овса.

Таким образом, исследуемый штамм в лабораторных экспериментах с овсом посевным показал свою ценность. С целью определения возможностей создания биопрепарата на основе *Pseudomonas* sp. GEOT18 будет изучена антагонистическая активность штамма по отношению к патогенным микроорганизмам, а также продолжены исследования по изучению его действия на показатели водного обмена, гормонального статуса, ростовых процессов, продуктивности и структуры урожая других культур.

В 2020 г. в условиях Северо-запада России (Вологодская область) нами был заложен мелкоделяночный полевой опыт, результаты которого должны углубить и расширить представления о действии штамма *Pseudomonas* sp. GEOT18 на ряд зерновых и кормовых культур.

Литература

1. Асатурова А.М. Физиологические признаки перспективных штаммов бактерий родов Bacillus и Pseudomonas — продуцентов микробиопрепаратов // Масличные культуры. 2009. № 2(141). С. 60-66.

2. Дерендовская А., Жосан С. Хлорофильные показатели и их связь с продуктивностью растений озимого ячменя // Ştiinţa Agricolă. 2008. № 1(0). С. 3-7.

3. Захаренко В.А. Биотехнологии и защита растений // Защита и карантин растений. 2015. №. 11. С. 3-6.

4. Попова А.А., Зайцева Ю.В., Сидоров А.В., Маракаев О.А. Антагонистическая активность некоторых штаммов рода Pseudomonas в отношении фитопатогенных грибов // Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты: годичное собрание ОФР, научная конференция и школа для молодых ученых: сборник материалов докладов. 2017. С. 274.

5. Рыктор И.А., Зубкова Ю.Н., Бутюгин А.В. Влияние буроугольных гуминовых удобрений на снижение стрессовой реакции у растений Festuca pratensis HUDS // Вісник Донецького національного університету. 2011. № 1. С. 115-122.

6. Сидоров А.В., Зайцева Ю.В., Маракаев О.А. Биотехнологический потенциал эндофитных бактерий Dactylorhiza incarnata L. Soo (Orchidaceae) // Интеграция науки и высшего образования, как основа инновационного развития аграрного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (18-20 июня 2019 года, Ярославль). Ярославль, 2019. С. 131.

7. Andreolli, M., Zapparoli, G., Angelini, E., Lucchetta, G., Lampis, S., Vallini, G. (2019). Pseudomonas protegens MP12: A plant growth-promoting endophytic bacterium with broad-spectrum antifungal activity against grapevine phytopathogens. Microbiological research, no. 219, pp. 123-131. doi: 10.1016/j.micres.2018.11.003

8. Avdeenko, A., Avdeenko, S., Domatskiy, V., Platonov, A. (2020). Bacillus subtilis based products as an alternative to agrochemicals. Research on Crops, no. 21(1), pp. 156-159. doi: 10.31830/2348-7542.2020.026

9. Chebotar', V.K., Zaplatkin, A.N., Shcherbakov, A.V., Mal'fanova, N.V., Startseva, A.A., Kostin, Ya.V. (2016). Microbial preparations on the basis of endophytic and rhizobacteria to increase the productivity in vegetable crops and spring barley (Hordeum vulgare L.), and the mineral fertilizer use efficiency. Agricultural Biology, vol. 51, no. 3, pp. 335-342. doi: 10.15389/agrobiology.2016.3.335eng

10. Dymova, O., Fiedor, L. (2014). Chlorophylls and their role in photosynthesis. Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology, pp. 140-160.

11. Glickmann, E., Gardan, L., Jacquet, S., Hussain, S., Elasri, M., Petit, A., Dessaux, Y. (1998). Auxin production is a common feature of most pathovars of Pseudomonas syringae. Molecular plant-microbe interactions, vol. 11, no. 2, pp. 156-162. doi: 10.1094/MPMI.1998.11.2.156

12. Golovko, T., Tabalenkov, G. (2014). Pigments and productivity of the crop plants. Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology, pp. 207-220.

13. Ortiz-Castro, R., Campos-García, J., López-Bucio, J. (2020). Pseudomonas putida and Pseudomonas fluorescens influence Arabidopsis root system architecture through an auxin response mediated by bioactive cyclodipeptides. Journal of Plant Growth Regulation, no. 39, pp. 254-265. doi: 10.1007/s00344-019-09979-w

14. Oteino, N., Lally, R.D., Kiwanuka, S., Lloyd, A., Ryan, D., Germaine, K.J. Dowling, D.N. (2015). Plant growth promotion induced by phosphate solubilizing endophytic Pseudomonas isolates. Front. Microbiol, no. 6, p. 745. doi: 10.3389/fmicb.2015.00745

15. Ricci, E., Schwinghamer, T., Fan, D., Smith, D.L., Gravel, V. (2019). Growth promotion of greenhouse tomatoes with Pseudomonas sp. and Bacillus sp. biofilms and planktonic cells. Applied Soil Ecology, no. 138, pp. 61-68. doi: 10.1016/j.apsoil.2019.02.009

16. Rojas-Solís, D., Zetter-Salmón, E., Contreras-Pérez, M., del Carmen Rocha-Granados, M., Macías-Rodríguez, L., Santoyo, G. (2018). Pseudomonas stutzeri E25 and Stenotrophomonas maltophilia CR71 endophytes produce antifungal volatile organic compounds and exhibit additive plant growth-promoting effects. Biocatalysis and agricultural biotechnology, no. 13, pp. 46-52. doi: 10.1016/j.bcab.2017.11.007

17. Trinh, C.S., Lee, H., Lee, W.J., Lee, S.J., Chung, N., Han, J., Kim, J., Hong, S.-W., Lee, H. (2018). Evaluation of the plant growth-promoting activity of Pseudomonas nitroreducens in Arabidopsis thaliana and Lactuca sativa. Plant Cell Reports, no. 37, pp. 873-885. doi: 10.1007/s00299-018-2275-8

18. Wintermans, J., De Mots, A.S. (1965). Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their phenophytins in ethanol. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biophysics including Photosynthesis, vol. 109, no. 2, pp. 448-453. doi: 10.1016/0926-6585(65)90170-6

Об авторах:

Рассохина Ирина Игоревна, младший научный сотрудник ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук»,
аспирант ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова», ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6129-6912, rasskhinairina@mail.ru
Платонов Андрей Викторович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией биоэкономики и устойчивого развития,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1110-7116, Scopus ID: 57194278057, platonov70@yandex.ru
Маракаев Олег Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент, декан факультета биологии и экологии,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7685-3275, marakaev@uniyar.ac.ru
Зайцева Юлия Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-образовательной лаборатории
биотехнологии и прикладной биоэлементологии, Scopus ID: 55553979100, zjv9@mail.ru

EFFECTIVENESS OF *AVENA SATIVA* L. SEED INOCULATION BY THE STRAIN *PSEUDOMONAS* SP. GEOT18 PROMISING FOR CREATING BIOLOGICALS

I.I. Rassokhina[1], A.V. Platonov[1], O.A. Marakaev[2], Yu.V. Zaitseva[2]

[1]Vologda research center of the Russian academy of sciences, Vologda, Russia
[2]P.G. Demidov Yaroslavl state university, Yaroslavl, Russia

The article presents the results of a laboratory study of the impact of *Pseudomonas* sp. GEOT18 strain, isolated from underground organs of *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó (Orchidaceae Juss.), on *Avena sativa* L. of Lion variety. The study included conducting an experiment in Petri dishes, production of water and soil crops. Seed germination, morphometric indicators of plants at initial stages of ontogenesis, its average daily growth, and the content of chlorophyll in leaves were evaluated. Inoculation of oat plant seeds with the studied strain did not lead to the increase of seed germination; this indicator, in case of control and the experience, was higher than 90%. However, *Pseudomonas* sp. GEOT18 had a stimulating impact on growth processes. On the seventh day of seedlings' development, the length of the shoot validly increased (by 12%), and a number of roots with the slight decrease of its length did the same. The pattern of increasing number of roots is observed in the experiment with Petri dishes and with water culture. It is possible that bacteria synthesize substances — in particular, phytohormones — that contribute to rhizogenesis. A trend toward the increase of plant leaves' area (in the experimental version with water culture it increases in relation to control by 1.2-8.1%, in soil culture — by 2.5-6.5%), weight, and average daily growth was defined. At the same time, the increase of chlorophyll content in experimental plants' leaves happens. Observed results show a positive impact of *Pseudomonas* sp. GEOT18 strain on growth processes of sown oats.

Keywords: *Pseudomonas, Avena sativa, morphometric parameters, growth, chlorophyll.*

References

1. Asaturova, A.M. (2009). Fiziologicheskie priznaki perspektivnykh shtammov bakterii rodov *Bacillus* i *Pseudomonas* — produtsentov mikrobiopreparatov [Physiological characteristics of promising bacterial strains of the genera *Bacillus* and *Pseudomonas* — producers of microbiological preparations]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 2 (141), pp. 60-66.

2. Derendovskaya, A., Zhosan, S. (2008). Khlorofil'nye pokazateli i ikh svyaz' s produktivnost'yu rastenii ozimogo yachmenya [Chlorophilic indicators and their relationship with the productivity of winter barley plants]. *Ştiinţa Agricolă*, no. 1(0), pp. 3-7.

3. Zakharenko, V.A. (2015). Biotekhnologii i zashchita rastenii [Biotechnology and Plant Protection]. *Zashchita i karantin rastenii*, no. 11, pp. 3-6.

4. Popova, A.A., Zaitseva, Yu.V., Sidorov, A.V., Marakaev, O.A. (2017). Antagonisticheskaya aktivnost' nekotorykh shtammov roda *Pseudomonas* v otnoshenii fitopatogennykh gribov [Antagonistic activity of some strains of the genus *Pseudomonas* against phytopathogenic fungi]. *Ehksperimental'naya biologiya rastenii: fundamental'nye i prikladnye aspekty: godichnoe sobranie OFR, nauchnaya konferentsiya i shkola dlya molodykh uchenykh: sbornik materialov dokladov* [Experimental plant biology: fundamental and applied aspects: annual meeting of the OFR, scientific conference and school for young scientists: collection of reports], p. 274.

5. Ryktor, I.A., Zubkova, Yu.N., Butyugin, A.V. (2011). Vliyanie burougol'nykh guminovykh udobrenii na snizhenie stressovoi reaktsii u rastenii *Festuca pratensis* HUDS [The influence of brown coal humic fertilizers on reducing the stress response in plants of *Festuca pratensis* HUDS]. *Visnik Donets'kogo natsional'nogo universitetu*, no. 1, pp. 115-122.

6. Sidorov, A.V., Zaitseva, Yu.V., Marakaev, O.A. (2019). Biotekhnologicheskii potentsial ehndofitnykh bakterii *Dactylorhiza incarnata* L. Soo (Orchidaceae) [Biotechnological potential of endophytic bacteria *Dactylorhiza incarnata* L. Soo (Orchidaceae)]. *Integratsiya nauki i vysshego obrazovaniya, kak osnova innovatsionnogo razvitiya agrarnogo proizvodstva: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (18-20 iyunya 2019 goda, Yaroslavl')* [Integration of science and higher education as the basis for innovative development of agricultural production: proceedings of the all-Russian scientific and practical conference with international participation (June 18-20, 2019, Yaroslavl)], p. 131.

7. Andreolli, M., Zapparoli, G., Angelini, E., Lucchetta, G., Lampis, S., Vallini, G. (2019). *Pseudomonas protegens* MP12: A plant growth-promoting endophytic bacterium with broad-spectrum antifungal activity against grapevine phytopathogens. *Microbiological research*, no. 219, pp. 123-131. doi: 10.1016/j.micres.2018.11.003

8. Avdeenko, A., Avdeenko, S., Domatskiy, V., Platonov, A. (2020). *Bacillus subtilis* based products as an alternative to agrochemicals. *Research on Crops*, no. 21(1), pp. 156-159. doi: 10.31830/2348-7542.2020.026

9. Chebotar', V.K., Zaplatkin, A.N., Shcherbakov, A.V., Mal'fanova, N.V., Startseva, A.A., Kostin, Ya.V. (2016). Microbial preparations on the basis of endophytic and rhizobacteria to increase the productivity in vegetable crops and spring barley (*Hordeum vulgare* L.), and the mineral fertilizer use efficiency. *Agricultural Biology*, vol. 51, no. 3, pp. 335-342. doi: 10.15389/agrobiology.2016.3.335eng

10. Dymova, O., Fiedor, L. (2014). Chlorophylls and their role in photosynthesis. *Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology*, pp. 140-160.

11. Glickmann, E., Gardan, L., Jacquet, S., Hussain, S., Elasri, M., Petit, A., Dessaux, Y. (1998). Auxin production is a common feature of most pathovars of *Pseudomonas syringae*. *Molecular plant-microbe interactions*, vol. 11, no. 2, pp. 156-162. doi: 10.1094/MPMI.1998.11.2.156

12. Golovko, T., Tabalenkov, G. (2014). Pigments and productivity of the crop plants. *Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology*, pp. 207-220.

13. Ortiz-Castro, R., Campos-García, J., López-Bucio, J. (2020). *Pseudomonas putida* and *Pseudomonas fluorescens* influence Arabidopsis root system architecture through an auxin response mediated by bioactive cyclodipeptides. *Journal of Plant Growth Regulation*, no. 39, pp. 254-265. doi: 10.1007/s00344-019-09979-w

14. Oteino, N., Lally, R.D., Kiwanuka, S., Lloyd, A., Ryan, D., Germaine, K.J. Dowling, D.N. (2015). Plant growth promotion induced by phosphate solubilizing endophytic *Pseudomonas isolates*. *Front. Microbiol*, no. 6, p. 745. doi: 10.3389/fmicb.2015.00745

15. Ricci, E., Schwinghamer, T., Fan, D., Smith, D.L., Gravel, V. (2019). Growth promotion of greenhouse tomatoes with *Pseudomonas sp.* and *Bacillus sp.* biofilms and planktonic cells. *Applied Soil Ecology*, no. 138, pp. 61-68. doi: 10.1016/j.apsoil.2019.02.009

16. Rojas-Solís, D., Zetter-Salmón, E., Contreras-Pérez, M., del Carmen Rocha-Granados, M., Macías-Rodríguez, L., Santoyo, G. (2018). *Pseudomonas stutzeri* E25 and *Stenotrophomonas maltophilia* CR71 endophytes produce antifungal volatile organic compounds and exhibit additive plant growth-promoting effects. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, no. 13, pp. 46-52. doi: 10.1016/j.bcab.2017.11.007

17. Trinh, C.S., Lee, H., Lee, W.J., Lee, S.J., Chung, N., Han, J., Kim, J., Hong, S.-W., Lee, H. (2018). Evaluation of the plant growth-promoting activity of *Pseudomonas nitroreducens* in *Arabidopsis thaliana* and *Lactuca sativa*. *Plant Cell Reports*, no. 37, pp. 873-885. doi: 10.1007/s00299-018-2275-8

18. Wintermans, J., De Mots, A.S. (1965). Spectrophotometric characteristics of chlorophylls *a* and *b* and their phenophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biophysics including Photosynthesis*, vol. 109, no. 2, pp. 448-453. doi: 10.1016/0926-6585(65)90170-6

About the authors:

Irina I. Rassokhina, junior researcher of the Vologda research center of the Russian academy of sciences,
graduate student of the P.G. Demidov Yaroslavl state university, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6129-6912, rasskhinairina@mail.ru
Andrei V. Platonov, candidate of biological sciences, associate professor, head of the laboratory of bioeconomics and sustainable development,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1110-7116, Scopus ID: 57194278057, platonov70@yandex.ru
Oleg A. Marakaev, candidate of biological sciences, associate professor, dean of the faculty of biology and ecology,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7685-3275, marakaev@uniyar.ac.ru
Yuliya V. Zaitseva, candidate of biological sciences, senior researcher of education and research laboratory
of biotechnology and applied bioelementology, Scopus ID: 55553979100, zjv9@mail.ru

platonov70@yandex.ru

УДК 631.871:631.434 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15094

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО СЛАБОЭРОДИРОВАННОГО

Е.В. Дубовик, Н.П. Масютенко

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

Проведены исследования по влиянию биопрепаратов на агрофизические свойства чернозема типичного слабоэродированного тяжелосуглинистого (структурно-агрегатный состав) на территории опытного поля Курского ФАНЦ (Курская область, Медвенский район). Изучение структурно-агрегатного состава было проведено в слоях 0-10, 10-20 см в период уборки урожая гречихи сорта Деметра и через 48 дней после заделки растительных остатков в почву в 3-кратной повторности. В качестве биопрепаратов изучались Грибофит в дозе 5 л/га, который содержит микромицеты рода *Trichoderma,* и Имуназот в дозе 3 л/га, содержащий штаммы бактерий *Pseudomonas*. В схему опыта также входили варианты с применением азота в дозе N_{10} на 1 т соломы и совместное применение биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) и азотных удобрений в дозе N_5 на 1 т соломы. Установлено, что заделка растительных остатков гречихи в почву на 48 дней способствовала увеличению количества почвенных агрегатов агрономически ценного размера. При применении биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) выявлена тенденция к дальнейшему повышению количества агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) на 4-6% как в слое 0-10 см, так и в слое 10-20 см. Заделка растительных остатков гречихи в почву повысила водоустойчивость чернозема типичного. Применение биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) также способствовало повышению количества водоустойчивых агрегатов в слое 10-20 см. Добавление к биопрепаратам Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) азотных удобрений в дозе N_5 на 1 т соломы вело к дальнейшему увеличению водоустойчивости чернозема типичного. Заделка растительных остатков с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га), как без добавления азотных удобрений, так и с ними, способствует улучшению структурно-агрегатного состояния чернозема типичного и повышению водоустойчивости.

Ключевые слова: *чернозем типичный, структурно-агрегатный состав, агрономически ценные агрегаты, биопрепараты, водоустойчивость.*

Введение

Почвенный агрегат — это структурная единица почвы, которая состоит из связанных друг с другом механических элементов почвы и в концепции иерархии структурных уровней организации почвы формирует агрегатный уровень. При этом ведущая роль материала, который скрепляет почвенный агрегат, отводится гумусовым веществам, илу и структурообразующим катионам кальция, алюминия, железа [3, 5].

Кроме того, с вышеперечисленными составляющими, играющими основную роль в процессе структурообразования, следует также рассматривать и микроорганизмы — грибы, бактерии и актиномицеты. Так, при создании устойчивой структуры грибы и актиномицеты образуют мицелий, который опутывает почвенные частицы, а бактерии (азотобактер, различные бациллы и т.д.), у которых выделяется слизь, участвуют в формировании водопрочной структуры. При разложении органических веществ под влиянием некоторых микроорганизмов выделяется уроновая кислота, которая, как известно, при соединении с белками способствует формированию уропротеиновых комплексов, обладающих цементирующими свойствами [6, 2].

Современные интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, сочетающие в себе многократную за сезон механическую обработку почвы, частое использование пестицидов, высоких доз минеральных удобрений, недостаточное внесение или отсутствие органических удобрений, приводят к ее обесструктуриванию, обеднению микро- и микобиоты и сдвигу видового состава в сторону фитопатогенных форм.

Одним из возможных способов улучшения агрофизического состояния почвы является применение органических удобрений, однако в настоящее время их вносится не более 1 т/га, что не восполняет бездефицитный баланс гумуса и соответственно не создает в полной мере оптимальные агрофизические свойства почвы [13]. Решение данной проблемы возможно за счет растительных остатков сельскохозяйственных культур. Растительные остатки являются и оцениваются как важнейший источник воспроизводства как органического вещества, так и элементов питания для растений, и таким образом влияют на физико-химические и биологические свойства почвы [11, 14, 17, 19].

Но вместе с этим существует ряд ограничений по использованию растительных остатков в качестве удобрений. Одним из них является низкая скорость разложения, которая обусловлена высоким содержанием в растительных остатках целлюлозы и лигнина и недостатком азота, но при этом происходит накопление фитотоксичных соединений, а также накапливаются фитопатогены. В последнее время для повышения разложения растительных остатков в АПК начали широко использовать микробиологические препараты-деструкторы, которые при взаимодействии с растительными остатками способствуют их эффективному разложению [12, 8, 9, 10, 16, 18, 20].

В настоящее время разработано большое количество биопрепаратов различной направленности. В своей работе мы рассматривали два препарата — Грибофит и Имуназот. Грибофит активно разлагает клетчатку и подавляет развитие фитопатогенов, в его основе выделяются микромицеты рода *Trichoderma*. Имуназот содержит штаммы бактерий *Pseudomonas* и обладает антимикробным и ростостимулирующим действием.

Влияние биопрепаратов на структурно-агрегатное состояние черноземных почв изучено недостаточно и, соответственно, является актуальным.

Объекты и методы

Исследования были проведены на территории опытного поля Курского федерального аграрного научного центра (Курская область, Медвенский район). Объектом исследований являлся чернозем типичный слабоэродированный тяжелосуглинистый, сформированный на лессовидных отложениях суглинистого гранулометрического состава. В пахотном слое почвы содержится: гумуса 5,08±0,02%, подвижного фосфора — 118-120 мг/кг почвы, обменного калия — 100-112 мг/кг почвы, обменного кальция — 22,0-23,3 мг-экв/100 г почвы, реакция среды нейтральная или близкая к нейтральной, pH_2O — 6,2-6,3.

Изучение биопрепаратов проведено в 2018-2019 гг. на следующих культурах: ячмень, подсолнечник, гречиха. Поскольку действие биопрепаратов носит накопительный характер, то в данной работе представлены результаты влияния биопрепаратов на структурно-агрегатный состав после возделывания гречихи сорта Деметра.

Схема опыта следующая: 1. Контроль — измельченные растительные остатки гречихи без обработки биопрепаратами; 2. Измельченные растительные остатки гречихи + N_{10} на 1 т соломы; 3. Обработка семян биопрепаратами + обработка биопрепаратами почвы перед посевом + обработка биопрепаратами посевов

© Дубовик Е.В., Масютенко Н.П., 2020

2 раза в течение вегетации гречихи (после образования первого листа и ветвления и через 2 недели после этого) + после уборки урожая гречихи обработка измельченных растительных остатков Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га); 4. Обработка семян биопрепаратами + обработка биопрепаратами почвы перед посевом + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетации гречихи (после образования первого листа и ветвления и через 2 недели после этого) + после уборки урожая гречихи обработка измельченных растительных остатков Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + N_5 на 1 т соломы.

Образцы почвы для определения структурно-агрегатного состава были отобраны в слоях 0-10, 10-20 см в период уборки урожая гречихи и через 48 дней после заделки растительных остатков в почву в 3-кратной повторности. Структурно-агрегатный состав почвы определяли по методу Н.И. Саввинова — сухое и мокрое просеивание [1].

Экспериментальные данные обработаны методами математической статистики [4] с использованием программных средств Microsoft office EXCEL, STATISTIKA.

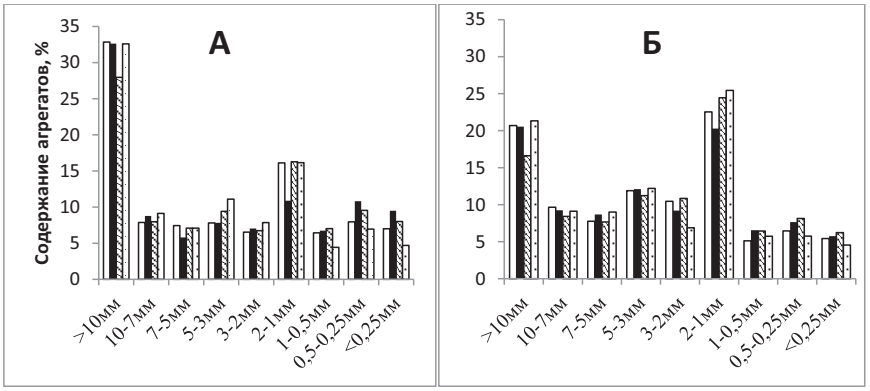
Результаты исследований

Данные структурно-агрегатного анализа чернозема типичного при проведении сухого просеивания показали, что в слоях почвы 0-10 и 10-20 см под гречихой на всех изучаемых вариантах опыта до внесения растительных остатков в почву (рис. 1А, 2А) преобладают агрегаты >10 мм и 2-1 мм — 28-46 и 10-16% соответственно.

Через 48 дней после заделки растительных остатков гречихи (рис. 1Б, 2Б) в слое 0-10 и 10-20 см данная закономерность сохраняется на контрольном варианте и на варианте с применением N_{10} на 1 т соломы, то есть преобладают агрегаты >10 мм и 2-1 мм — 21-25 и 20-23% соответственно. На вариантах с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га), а также при совместном применение биопрепаратов и азота (Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) + N_5) агрегатов >10 мм содержалось 17-22%, агрегатов 2-1 мм — 22-26%. Такое распределение агрегатов характеризует как самостоятельное действие биопрепаратов, так и совместно с азотом на процессы разложения растительных остатков, а также их участие в формировании структурных отдельностей 2-1 мм.

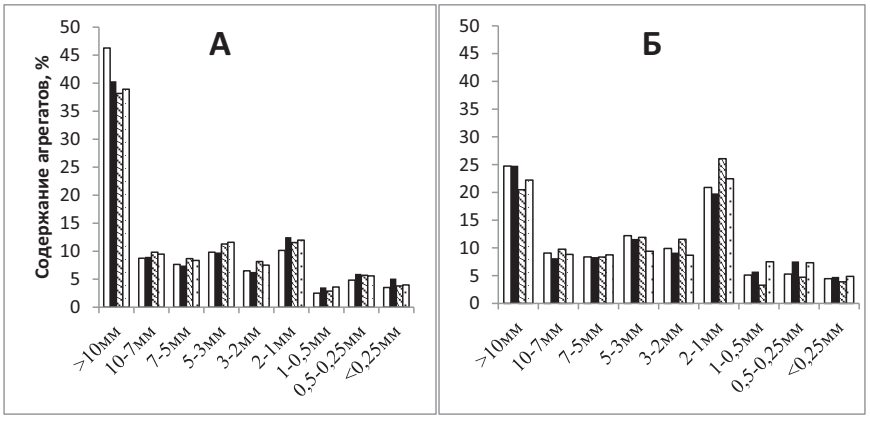
Оценку качества структуры проводили на основании количества агрегатов агрономически ценного диапазона 10-0,25 мм (рис. 3).

Результаты оценки качества структуры по количеству агрегатов агрономически ценного размера по оценочно-ориентировочной шкале Шеина и Карпачевского [15], показали ***удовлетворительное*** структурное состояние до внесения растительных остатков в почву в слое 0-10 см на контрольном варианте опыта и на варианте с применением азота (50,2-59,3%). На вариантах с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3л/га), а также при совместном применении биопрепаратов и азота (Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) + N_5) структурное состояние оценивалось как ***хорошее*** (62,7-64,0%). При этом в слое 10-20 см на всех вариантах опыта отмечается ***удовлетворительное*** структурное состояние.



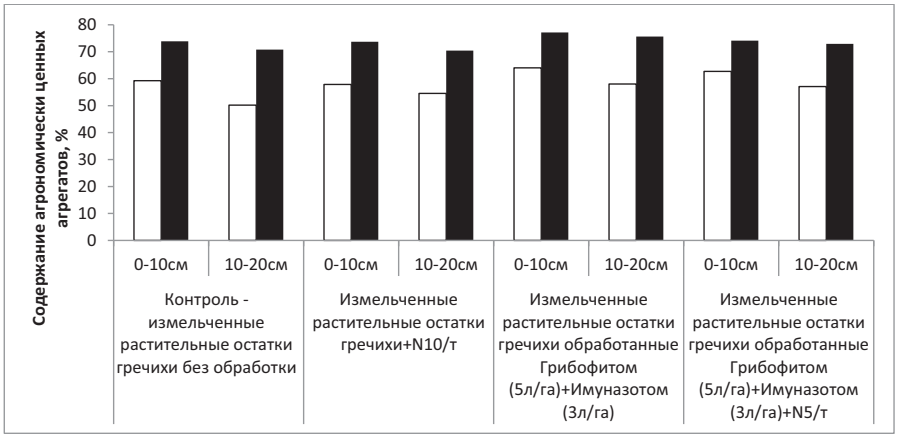
- контроль – измельченные растительные остатки гречихи без обработки;
- измельченные растительные остатки гречихи + N_{10}/т;
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га);
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + N_5/т.

Рис. 1. Структурно-агрегатный состав (сухое просеивание) чернозема типичного в слое 0-10 см: А — до внесения, Б — через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи



- контроль – измельченные растительные остатки гречихи без обработки;
- измельченные растительные остатки гречихи + N_{10}/т;
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5л/га) + Имуназотом (3 л/га);
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + N_5/т.

Рис. 2. Структурно-агрегатный состав (сухое просеивание) чернозема типичного в слое 10-20 см: А — до внесения, Б — через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи



- до внесения растительных остатков гречихи в почву;
- через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи.

Рис. 3. Содержание агрегатов агрономически ценного диапазона чернозема типичного

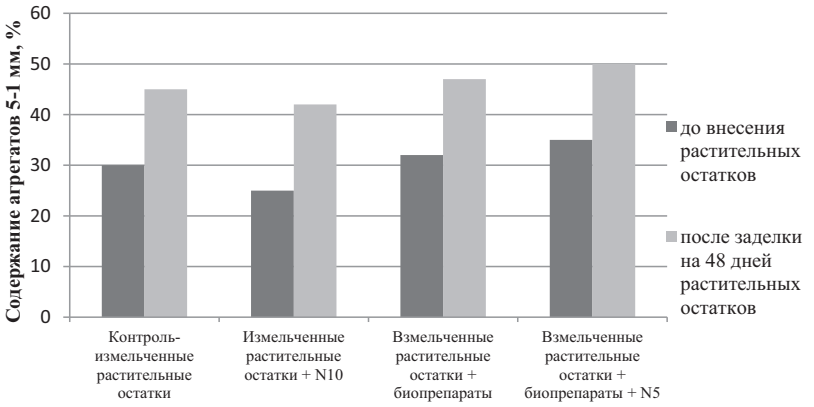
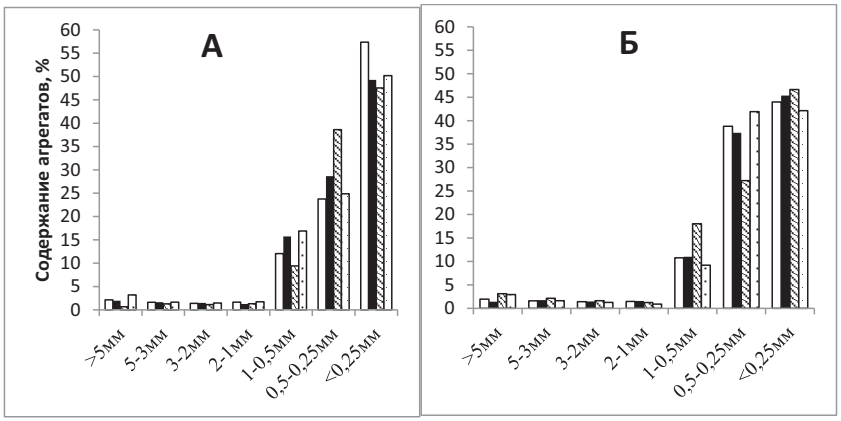
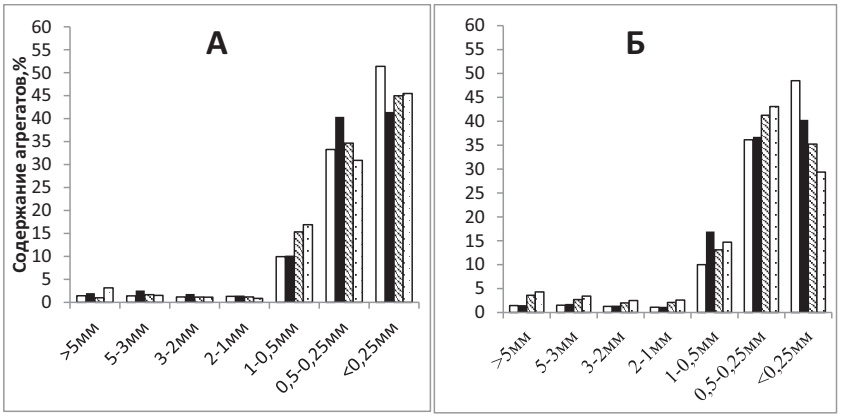


Рис. 4. Содержание агрономически ценных агрегатов размером 5-1 мм в слое 0-10 см чернозема типичного



- контроль – измельченные растительные остатки гречихи без обработки;
- измельченные растительные остатки гречихи + N_{10}/т;
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га);
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + N_5/т.

Рис. 5. Усредненное значение процентного содержания водопрочных и неводопрочных фракций чернозема типичного слабосмытого в слое 0-10 см: А — до внесения, Б — через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи



- контроль – измельченные растительные остатки гречихи без обработки;
- измельченные растительные остатки гречихи + N_{10}/т;
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га);
- измельченные растительные остатки гречихи, обработанные Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + N_5/т.

Рис. 6. Усредненное значение процентного содержания водопрочных и неводопрочных фракций чернозема типичного слабосмытого в слое 10-20 см: А — до внесения, Б — через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи

Через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи структурное состояние на всех вариантах опыта как в слое 0-10 см, так и в слое 10-20 см оценивалось как ***хорошее*** (70,4-77,2%). При этом выявлена тенденция к повышению количества агрегатов агрономически ценного диапазона (10-0,25 мм) на 4-6% на варианте с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) в слоях 0-10 и 10-20 см по сравнению с другими вариантами опыта (контроль; с применением N_{10} и при совместном применении биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) + N_5). Аналогичное влияние биопрепаратов на количество агрегатов агрономически ценного размера отмечает в своих работах Е.А. Нарушева [7].

Исследования показали, что заделка на 48 дней растительных остатков гречихи и внесение с ними минеральных удобрений, биопрепаратов оказали влияние на агрономически ценные агрегаты размером 5-1 мм в слое почвы 0-10 см, их содержание увеличилось в 1,4-1,6 раза. Здесь проявляется накапливающийся эффект влияния биопрепаратов, количество агрегатов размером 5-1 мм при их внесении больше, чем на других вариантах (рис. 4).

Дисперсионный анализ полученных результатов выявил различия структурно-агрегатного состава по двум факторам: 1 — до и после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи; 2 — слой почвы (0-10 и 10-20 см). Так, при уровне вероятности P=0,95 отмечаются существенные различия для воздушно-сухих агрегатов >10 мм и 7-5 мм после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи в слоях почвы 0-10 и 10-20 см — $НСР_{05}$=3,66 и 0,67% соответственно. Для воздушно-сухих агрегатов 5-2 мм различия являлись существенными после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи — $НСР_{05}$=0,94-2,23%, а для агрегатов <1 мм — в слоях почвы 0-10 и 10-20 см — $НСР_{05}$=0,92-1,38. Изучаемые варианты опыта на распределение воздушно-сухих агрегатов существенного влияния не оказали.

В составе водоустойчивых и неводоустойчивых агрегатов после мокрого просеивания (рис. 5А, 5Б, 6А, 6Б) в слое 0-10 и 10-20 см было установлено преобладание неводоустойчивых фракций <0,25 мм на всех вариантах опыта до внесения в почву растительных остатков гречихи — 48-57 и 41-51% соответственно. Через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи и их частичного разложения данная закономерность (преобладание в составе неводоустойчивых фракций <0,25 мм) сохранялась на всех вариантах опыта (42-47%) в слое 0-10 см, а в слое 10-20 см на контрольном варианте опыта и на варианте с применением азота (40-48%), однако их значения уменьшились. На вариантах с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га), а также при совместном применении биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) + N_5 на 1 т соломы после заделки и разложения внесенных в почву растительных остатков гречихи в слое 10-20 см превалировали водоустойчивые агрегаты 0,5-0,25 мм (41-43%), а неводоустойчивых фракций содержалось меньше (35-29%).

Содержание агрегатов >1 мм было невысоким и составляло в среднем до внесения растительных остатков в почву от 0,66 до 3,16%, а

Таблица

Оценка водоустойчивости почвенной структуры чернозема типичного слабоэродированного

Вариант	Глубина, см	Сумма водопрочных агрегатов			
		до внесения растительных остатков гречихи в почву		через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи	
		%	Оценка	%	Оценка
Контроль — измельченная солома гречихи без обработки	0-10	43	хорошая	56	хорошая
	10-20	49	хорошая	52	хорошая
Измельченная солома гречихи + N_{10}/т	0-10	51	хорошая	55	хорошая
	10-20	59	хорошая	60	хорошая
Измельченная солома гречихи, обработанная Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га)	0-10	52	хорошая	53	хорошая
	10-20	55	хорошая	65	отличная
Измельченная солома гречихи, обработанная Грибофитом (5 л/га) + Имуназотом (3 л/га) + N_5/т	0-10	50	хорошая	58	хорошая
	10-20	54	хорошая	71	отличная

после их разложения — от 0,90 до 4,31%. Через 48 дней после заделки в почву растительных остатков гречихи в слое 0-10 см на контрольном варианте, на варианте с применением азота (N_{10}) и на варианте с совместным применением биопрепаратов с азотом (Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) + N_5), отмечается снижение водоустойчивых агрегатов >5 мм в 1,1-1,4 раза, и агрегатов 1-0,5 мм — в 1,1-1,8 раза. При этом после заделки в почву растительных остатков гречихи на варианте с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) выявлено повышение водоустойчивых агрегатов >5 мм в 4,7 раза, а агрегатов 5-0,5 мм — в 1,4-1,9 раза.

После заделки и разложения растительных остатков на контрольном варианте в слое 10-20 см отмечается повышение водоустойчивых агрегатов 5-2 и 1-0,25 мм в 1,0-1,1 раза. При этом на варианте с применением азота (N_{10}) в слое 10-20 см количество водоустойчивых агрегатов >1 мм и 0,5-0,25 мм снизилось в 1,1-1,4 раза. При изучении структурно-агрегатного состава на вариантах с применением биопрепаратов (Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) и при совместном применении биопрепаратов и азота (Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) + N_5 на 1 т соломы) выявлено повышение водоустойчивых агрегатов >1 мм в 1,4-3,6 раза.

Дисперсионный анализ полученных результатов выявил различия структурно-агрегатного состава по трем факторам: 1 — до и после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи; 2 — слой почвы — 0-10 си 10-20 см; 3 — варианты опыта. Так, при уровне вероятности P=0,95 отмечаются существенные различия для водоустойчивых агрегатов >5 мм и 1-0,5 мм по всем вариантам опыта — $НСР_{05}$=0,91% и 1,76% соответственно. Для водоустойчивых агрегатов 0,5-0,25 мм различия являлись существенными до и после заделки и разложения внесенных в почву растительных остатков гречихи и в слоях почвы 0-10 и 10-20 см — $НСР_{05}$=1,96%. Существенные различия по всем трем факторам были выявлены для водоустойчивых агрегатов 5-3 мм ($НСР_{05}$=0,27-0,38%), 3-2 мм ($НСР_{05}$=0,13-0,19%) и для неводоустойчивых фракций <0,25 мм ($НСР_{05}$=1,68-2,38%).

Оценка водоустойчивости почвенной структуры была проведена по суммарному количеству агрегатов >0,25 мм при мокром просеивании по И.В. Кузнецовой (табл.)

По содержанию водопрочных агрегатов на всех вариантах опыта состояние почвы в слое 0-10 и 10-20 см до внесения растительных остатков гречихи, а также в слое 0-10 см через 48 дней после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи характеризуется как ***хорошее***. Отмечается ***отличная*** водоустойчивость почвы в слое 10-20 см после заделки внесенных в почву растительных остатков гречихи на вариантах опыта при использовании биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) и при совместном применении биопрепаратов и азота (Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) + N_5 на 1 т соломы).

Заключение

Заделка растительных остатков гречихи в почву на 48 дней способствовала увеличению количества почвенных агрегатов агрономически ценного размера. При применении биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) выявлена тенденция к дальнейшему повышению количества агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) на 4-6% как в слое 0-10 см, так и в слое 10-20 см. При этом повысилась и водоустойчивость почвы. Биопрепараты Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) способствовали повышению количества водоустойчивых агрегатов в слое 10-20 см на 26%. Добавление к данным биопрепаратам азотных удобрений в дозе N_5 на 1 т соломы вело к увеличению их количества на 37%, то есть к дальнейшему повышению водоустойчивости почвы.

Таким образом, заделка растительных остатков в почву с применением биопрепаратов Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га), как без добавления азотных удобрений, так и с ними, способствует улучшению структурно-агрегатного состояния чернозема типичного слабоэродированного, повышению его водоустойчивости.

Литература

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
2. Войнова-Райкова Ж., Ранков В., Ампова Г. Микроорганизмы и плодородие. М.: Агропромиздат, 1986. 120 с.
3. Воронин А.Д. Основы физики почв. М.: Изд-во МГУ, 1986. 244 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. 186 с.
6. Мишустин Е.Н., Хаким А., Легг Д.О., Базилевич С.Д. Процесс денитрификации и потери азота из почвы // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 1965. № 3. С. 109-116.
7. Нарушева Е.А. Влияние различных видов удобрений на плодородие почвы и продуктивность гречихи в Среднем Поволжье // Плодородие. 2012. № 1. С. 11-13.
8. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России // Достижения науки и техники АПК. 2002. № 10. С. 16-20.
9. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты — базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 11-15.
10. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Управление деструкцией и гумификацией пожнивных остатков зерновых культур с использованием микробиологического препарата Экстрасол // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 3. С. 103-108.
11. Русакова И.В. Влияние микробных препаратов и минерального азота на разложение соломы / LAP Lambert Academic Publishing RU, 2018. 90 с.
12. Русакова И.В. Влияние микробных препаратов и минерального азота на разложение соломы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 3. С. 107-111.
13. Сафонов А.В., Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Влияние сидератов, навоза и их сочетаний с биодеструктором на агрофизические свойства лугово-черноземной почвы // Сурский вестник. 2019. № 4(8). С. 29-33.
14. Семенов В.М., Ходжаева А.К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве // Агрохимия. 2006. № 7. С. 63-81.
15. Теории и методы физики почв / под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. М.: Гриф и К, 2007. 616 с.
16. Abro, S., Tian, X., Youl, D., Ba, Y., Li, M., Wu, F. (2011). Influence of microbial inoculants on soil response to properties with and without straw under different temperature regimes. *African Journal of Microbiology Research*, vol. 4(19), pp. 3054-3061.
17. Blanco-Canqui, H., Lal, R. (2009). Crop Residue Removal Impacts on Soil Productivity and Environmental Quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 28, pp. 139-163.
18. Gaind, S., Nain, L. (2007). Chemical and biological properties of wheat soil in response to paddy straw incorporation and its biodegradation by fungal inoculants. *Biodegradation*, vol. 18(4), pp. 495-503.
19. Jensen, E.S., Ambus, P. (2000). Prospects for manipulating crop residues to control nitrogen mineralization-immobilisation in soil. *K. Skogs-o. Lantbrakad. Tidskr.*, vol. 139. I.8, pp. 25-42.
20. Pfender, W., Fieland, V., Ganio, L., Seidler, R. (1996). Microbial community structure and activity in wheat straw after inoculation with biological control organisms. *Applied Soil Ecology*, vol. 3.1.1, pp. 69-78.

Об авторах:

Дубовик Елена Валентиновна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник,
ORCID: http://opcid.org/0000-0001-5999-9718, dubovikdm@yandex.ru
Масютенко Нина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
главный научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, ORCID: http://opcid.org/0000-0001-8348-0609, vninp@mail.ru

EFFECT OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON STRUCTURAL-AGGREGATE COMPOSITION OF SLIGHTLY ERODED TYPICAL CHERNOZEM

E.V. Dubovik, N.P. Masyutenko

Federal agricultural Kursk research center, Kursk, Russia

The studies of the effect of biological preparations on agrophysical properties of slightly eroded heavy loamy typical chernozem (structural-aggregate composition) were carried out in the experimental field of Kursk FARC (Kursk region, Medvensky district). The study of structural-aggregate composition was conducted in the layers 0-10, 10-20 cm in the period of harvesting the buckwheat of the variety Demetra and 48 days after plant residues had been incorporated into the soil in three tiers. Gribophyt, which contains micromyces of the genus *Trihoderma,* applied at the rate of 5 l/ha, and Imunazot, containing strains of the bacteria *Pseudomonas*, applied at the rate 3 l/ha were studied as biological preparations. The schedule of the experiment also included variants with applied nitrogen at the rate of N_{10} per 1 ton of straw and combined application of the biological preparations Gribophyt (5 l/ha) + Imunazot (3 l/ha) and nitrogen fertilizers at the rate of N_5 per 1 t of straw. It is found out that the incorporation of plant residues of buckwheat into the soil for 48 days provided the increase of the amount of soil aggregates of agronomically valuable size. A tendency to the further increase of the amount of agronomically valuable aggregates (10-0.25 mm) by 4-6% both in the layer 0-10 cm and in the layer 10-20 cm when applying biological preparations Gribophyt (5 l/ha) + Imunazot (3 l/ha) is revealed. The incorporation of the plant residues of buckwheat increased water stability of typical chernozem. Biological preparations Gribophyt (5 l/ha) + Imunazot (3 l/ha) contributed to the increase of the amount of water stable aggregates in the layer 10-20 cm. The addition of nitrogen fertilizers at the rate of N_5 per 1 t of straw to the biological preparations Gribophyt (5 l/ha) + Imunazot (3 l/ha) led to the further increase of water stability of typical chernozem. The incorporation of plant residues into the soil with applied biological preparations Gribophyt (5 l/ha) + Imunazot (3 l/ha), both without nitrogen fertilizers and with them contributes to the improvement of of structural-aggregate condition of typical chernozem and to the increase of its water stability.

Keywords: *typical chernozem, structural-aggregate composition, agronomically valuable aggregates, biological preparations, water stability.*

References

1. Vadyunina, A.F., Korchagina, Z.A. (1986). *Metody issledovaniya fizicheskikh svoistv pochvy* [Methods of investigation of physical soil properties]. Moscow, Agropromizdat Publ., 416 p.

2. Voinova-Raikova, Zh., Rankov, V., Ampova, G. (1986). *Mikroorganizmy i plodorodie* [Microorganisms and fertility]. Moscow, Agropromizdat Publ., 120 p.

3. Voronin, A.D. (1986). *Osnovy fiziki pochv* [Fundamentals of soil physics]. Moscow, Publishing House of MSU, 244 p.

4. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii)* [Methods of field experiments (with fundamentals of statistical processing of the results of the research)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

5. Milanovskii, E.Yu. (2009). *Gumusovye veshchestva pochv kak prirodnye gidrofobno-gidrofil'nye soedineniya* [Soil humus substances as natural hydrophobic-hydrophilic compounds]. Moscow, GEOS Publ., 186 p.

6. Mishustin, E.N., Khakim, A., Legg, D.O., Bazilevich, S.D. (1965). Protsess denitrifikatsii i poteri azota iz pochvy [The process of denitrification and nitrogen loss from the soil]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of the Timiryazev agricultural academy], no. 3, pp. 109-116.

7. Narusheva, E.A. (2012). Vliyanie razlichnykh vidov udobrenii na plodorodie pochvy i produktivnost' grechikhi v Srednem Povolzh'e [Effect of different types of fertilizers on soil fertility and buckwheat productivity in Middle Volga Region]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1, pp. 11-13.

8. Petrov, V.B., Chebotar', V.K., Kazakov, A.E. (2002). Mikrobiologicheskie preparaty v biologizatsii zemledeliya Rossii [Microbiological preparations in biologization of arable farming of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 10, pp. 16-20.

9. Petrov, V.B., Chebotar', V.K. (2011). Mikrobiologicheskie preparaty — bazovyi ehlement sovremennykh intensivnykh agrotekhnologii rastenievodstva [Microbiological preparations are a basic element of modern intensive agrotechnologies of crop farming]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 8, pp. 11-15.

10. Petrov, V.B., Chebotar', V.K. (2012). Upravlenie destrukciej i gumifikaciej pozhnivnyh ostatkov zernovyh kul'tur s ispol'zovaniem mikrobiologicheskogo preparata Ekstrasol [Management of destruction and humification of afterharvesting residues of cereal crops with applied microbiological preparation Extrasol]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], no. 3, pp. 103-108.

11. Rusakova, I.V. (2018). *Vliyanie mikrobnykh preparatov i mineral'nogo azota na razlozhenie solomy* [Effect of microbial preparations and mineral nitrogen on straw destruction]. LAP Lambert Academic Publishing RU, 90 p.

12. Rusakova, I.V. (2016). Vliyanie mikrobnykh preparatov i mineral'nogo azota na razlozhenie solomy [Effect of microbial preparations and mineral nitrogen on straw destruction]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii* [International journal of applied and fundamental research], no. 3, pp. 107-111.

13. Safonov, A.V., Kuzin, E.N., Aref'ev, A.N., Kuzina, E.E. (2019). Vliyanie sideratov, navoza i ikh sochetanii s biodestruktorom na agrofizicheskie svoistva lugovo-chernozemnoi pochvy [Effect of green manure, farm manure and their combinations with biodestructor on agrophysical properties of meadow chernozemic soil]. *Surskii vestnik* [Sursky Vestnik], no. 4(8), pp. 29-33.

14. Semenov, V.M., Khodzhaeva, A.K. (2006). Agroehkologicheskie funktsii rastitel'nykh ostatkov v pochve [Agroecological functions of plant residues in the soil]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 7, pp. 63-81.

15. Shein, E.V., Karpachevskii, L.O. (ed.) (2007). *Teorii i metody fiziki pochv* [Theories and methods of soil physics]. Moscow, Grif and Co, 616 p.

16. Abro, S., Tian, X., Youl, D., Ba, Y., Li, M., Wu, F. (2011). Influence of microbial inoculants on soil response to properties with and without straw under different temperature regimes. *African Journal of Microbiology Research*, vol. 4(19), pp. 3054-3061.

17. Blanco-Canqui, H., Lal, R. (2009). Crop Residue Removal Impacts on Soil Productivity and Environmental Quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 28, pp. 139-163.

18. Gaind, S., Nain, L. (2007). Chemical and biological properties of wheat soil in response to paddy straw incorporation and its biodegradation by fungal inoculants. *Biodegradation*, vol. 18(4), pp. 495-503.

19. Jensen, E.S., Ambus, P. (2000). Prospects for manipulating crop residues to control nitrogen mineralization-immobilisation in soil. *K. Skogs-o. Lantbrakad. Tidskr.*, vol. 139. I.8, pp. 25-42.

20. Pfender, W., Fieland, V., Ganio, L., Seidler, R. (1996). Microbial community structure and activity in wheat straw after inoculation with biological control organisms. *Applied Soil Ecology*, vol. 3.1.1, pp. 69-78.

About the authors:

Elena V. Dubovik, doctor of biological **s**ciences, leading researcher,
ORCID: http://opcid.org/0000-0001-5999-9718, dubovikdm@yandex.ru
Nina P. Masyutenko, doctor of agricultural sciences, professor,
chief researcher, deputy director of scientific work, ORCID: http://opcid.org/0000-0001-8348-0609, vninp@mail.ru

dubovikdm@yandex.ru

УДК 338.436.33(470.40)

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15095

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.И. Уланова

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
г. Пенза, Россия

Агропромышленному комплексу принадлежит ключевое место среди экономически взаимосвязанных отраслей, специализирующихся на производстве сельскохозяйственной продукции Пензенской области. В АПК производится около одной пятой части валового регионального продукта, который характеризует экономическую деятельность региона, ее результативность. Центральным звеном агропромышленного комплекса выступает сельское хозяйство, являющейся приоритетной отраслью в экономике Пензенской области. В статье представлены результаты исследования состояния аграрного сектора Пензенской области. Показаны основные тенденции развития растениеводства и животноводства, определена роль всех категорий хозяйств в производстве сельскохозяйственной продукции. В процессе исследования была проведена оценка удельного веса производства сельскохозяйственной продукции различными категориями форм хозяйствования, в результате было выявлено, что сельскохозяйственные организации занимают доминирующее положение в производстве продукции сельского хозяйства (в 2019 г. удельный вес организаций составил 71,3%, что на 27,7 п.п. больше, чем в 2001 г.). Также увеличилась доля объема производства продукции крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в 2019 г. до 11,3% против 2,1% в 2001 г. В хозяйствах населения, наоборот, наблюдается ежегодное снижение: с 54,3% в 2001 г. до 17,4% в 2019 г., что указывает на экономическую эффективность производства продукции в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей. В работе уделяется внимание урожайности производимой сельскохозяйственной продукции в растениеводстве, как основного фактора обеспечения эффективности производства Пензенской области. Проведенный анализ показал, что в целом в регионе наблюдается положительная динамика. На основе исследования сделан вывод, что аграрный сектор Пензенской области успешно развивается, улучшая показатели сельского хозяйства (урожайность растениеводческих культур, валовой сбор, производство основных видов продукции животноводства, их переработку). Отмечено, что на устойчивое и стабильное развитие отраслей сельского хозяйства стимулирующее влияние оказывает государственная поддержка.

Ключевые слова: *аграрный сектор экономики, ресурсный потенциал, Пензенская область, сельское хозяйство, растениеводство, животноводство, валовой сбор, агропромышленный комплекс, государственная поддержка, урожайность, экономическая эффективность.*

Введение

В настоящее время значимость аграрного сектора сложно переоценить, так как он занимает приоритетную позицию в экономике любого государства. Современный российский аграрный сектор представляет собой глубокий универсальный комплекс, имеющий стратегическое значение, поскольку выступает в качестве основной производительной системы, обеспечивающий продовольственную безопасность, оказывает существенное влияние на занятость населения и эффективность всего национального производства.

Фундаментальным звеном агропромышленного комплекса является сельское хозяйство, устойчивое развитие которого — первоочередная задача государства по повышению качества жизни граждан, путем гарантирования важных моделей жизнеобеспечения, в том числе и экономической доступности продовольствия. Неосуществимость удовлетворения потребностей населения в продуктах питания — это крайне серьезная угроза, которая в дальнейшем способна умножаться с ростом численности населения. Исходя из этого, развитие аграрного сектора имеет колоссальную ценность как для государства, так и для регионов.

Цель исследований

Основной целью исследования является проведение анализа состояния сельского хозяйства, которое имеет в современных условиях большой потенциал для экономического развития Пензенской области.

Методы исследований

Объектом исследования является аграрный сектор Пензенской области. Теоретико-методологическую основу работы составили научные исследования как отечественных, так и зарубежных исследователей, касающиеся вопросов агропромышленного комплекса. Исследования базируются на изучении информационных ресурсов Росстата по развитию отраслей АПК Пензенской области и России в целом.

В работе использовались следующие методы: абстрактно-логический — при постановке цели, а также в сознательном отвлечении типичных, постоянных характеристик от второстепенных, наблюдение, метод сравнительного анализа, синтеза, экономико-статистического, графического изображения, что позволило обеспечить качество исследования и обоснованность выводов и предложений.

Результаты исследований

В настоящее время Пензенская область представляет собой промышленно-аграрный регион страны, обделенный ценными природными ресурсами, она расположена в центре Европейской части РФ, входит в состав Приволжского федерального округа, площадь территории — 43,3 км^2. По природным, почвенно-климатическим условиям Пензенская область отнесена к зоне лесостепи, климат умеренно-континентальный со сравнительно теплым летом и умеренно-холодной зимой. Почвенный покров территории Пензенской области характеризуется большим разнообразием, обусловленным неоднородностью физико-географических условий, черноземы занимают 50,7% территории, серые лесные почвы — 34,7%, пойменные — 7,0% [1].

Численность постоянного населения Пензенской области на начало 2020 г., по предварительной оценке, составила 1305,6 тыс. человек (в 2019 г. — 1318,1 тыс. человек). Статистика численности городского и сельского населения за период с 1990 по 2020 гг. представлена на рисунке 1.

Согласно данным, приведенным на рисунке 1, численность городского населения в начале 2020 г. насчитывала 899,9 тыс. человек, что составляет 68,9% от общей численности населения Пензенской области, сельское — 405,7 тыс. человек (31,1% от общей численности). Следует отметить, что начиная с 1995 г. наблюдается ежегодное снижение численности населения в целом по региону, в том числе и сельского. Численность городского населения в 2020 г. сократилась на 0,6% по сравнению с 2019 г., сельского — на 1,7%. В среднем общая численность населения сократилась на 1,0%. Постепенное сокращение происходит в результате естественной и миграционной убыли населения [2]. Невзирая на определенное сокращение, трудовой потенциал сельских граждан остается

© Уланова О.И., 2020

на достаточно высоком уровне, что доказывает значимость развития сельского хозяйства в регионе [3].

Агропромышленный комплекс Пензенской области представлен совокупностью отраслей экономики, обеспечивающих производство сельскохозяйственной продукции, ее переработку и выпуск продуктов питания, а также реализацию их потребителям. АПК занимает одно из ведущих мест среди отраслей материального производства области. В нем производится около одной пятой части валовой региональной продукции, от его состояния зависит продовольственная самодостаточность и социальное развитие села [4].

В настоящее время земельные ресурсы региона достаточно обширны. Сельскохозяйственное производство осуществляется на площади 3069,6 тыс. га. Эти земли находятся в пользовании различных сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств населения, а также выделены гражданам для ведения садоводства, огородничества, животноводства, сенокошения и выпаса скота индивидуальных предпринимателей, не образовавших крестьянских (фермерских) хозяйств.

Земельные ресурсы предприятий и организаций, занимающихся сельскохозяйственным производством, составляют 1751,4 тыс. га, в том числе пашня — 1443,9 тыс. га, залежь — 80,5, многолетние насаждения — 3,8, сенокосы — 25,9, пастбища — 197,3 тыс. га [1]. Ежегодно осуществляется работа по включению в агропроизводство ранее не обрабатываемых земельных ресурсов. «В Пензенской области все земли сельхозназначения должны обрабатываться, это моя принципиальная позиция как губернатора» — отмечает губернатор Пензенской области И.А. Белозерцев. Так, в 2019 г. дополнительно включены в агропроизводство 41 тыс. га ранее необрабатываемой земли, это на 5000 га больше запланированного показателя. В 2020 г. планируется вернуть в севооборот еще 37 тыс. га земли сельскохозяйственного назначения [5, 6].

К настоящему времени в Пензенской области сформировалась многоукладная аграрная экономика, представленная следующими категориями: сельскохозяйственные предприятия различных организационно-правовых форм, крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели, личные подсобные хозяйства граждан, высокотехнологичные семейные фермы, потребительские кооперативы, которые, по существу, представляют экономические уклады и отражают социально-экономическую структуру аграрного сектора. Проведенный анализ свидетельствует о том, что в 2020 г. в области функционируют: крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей — 1803 ед.; личных подсобных хозяйств граждан — 317,3 тыс. ед. (по итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.) [7]; сельскохозяйственных производственных кооперативов — 60 ед.; сельскохозяйственных потребительских кооперативов — 408 ед.

Удельный вес производства сельскохозяйственной продукции различными категориями форм хозяйствования представлен в таблице 1.

Из данных таблицы 1, составленной по текущим данным Росстата, следует, что сельскохозяйственные организации занимают доминирующее положение в производстве продукции сельского хозяйства (в 2019 г. удельный вес организаций составил 71,3%, что на 27,7 п.п. больше, чем в 2001 г.). Также увеличилась доля объема производства продукции крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в 2019 г. до 11,3% против 2,1% в 2001 г. В хозяйствах населения, наоборот, наблюдается ежегодное снижение — с 54,3% в 2001 г. до 17,4% в 2019 г., что указывает на экономическую эффективность производства продукции в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей.

Приоритетными областями развития сельского хозяйства региона являются растениеводство и животноводство. Сельское хозяйство Пензенской области демонстрирует стабильный рост даже в кризисный период и остается достаточно прибыльным, специализируясь на производстве: в растениеводстве — зерна, сахарной свеклы, подсолнечника, картофеля, овощей, в животноводстве — молока, мяса крупного рогатого скота, свинины, птицы.

Неслучайно, согласно статистическим данным социально-экономического положения регионов Приволжского федерального округа за 2019 г., Пензенская область занимает 1-е место по индексу производства продукции сельского хозяйства (в сопоставимых ценах; в процентах к предыдущему году), который составляет в хозяйствах всех категорий — 112,6%, в Республике Мордовия — 109,0%, в Саратовской области — 106,3% [8].

Сельскохозяйственные угодья в хозяйствах всех категорий составляют более 71%, на которых в благоприятные периоды времени производится от 50 до 60% всей сельскохозяйственной продукции региона [9]. Общий объем продукции растениеводства в 2019 г. составил 53,9 млрд руб., в 2018 г. — 41,4 млрд руб., а в 2017 г. — 36,0 млрд руб., что свидетельствует об увеличении данного показателя и соответственно эффективности развития отрасли в регионе. В 2019 г. Пензенской области принадлежало 6-е место по объему произведенной продукции растениеводства среди регионов Приволжского федерального округа (ПФО), а по темпам индекса производства — 1-е место (рис. 2).

В целом по Российской Федерации в 2019 г. производство продукции растениеводства увеличилось по сравнению с 2001 г. на 4,9 п.п. Вместе с тем данный показатель не имеет отчетливо выраженного направления развития, его величина находится в пределах от 74,6 до 114,7%. Аналогичная ситуация прослеживается в ПФО и Пензенской области. В ПФО значение индекса производства продукции растениеводства варьировалось в пределах от 47,5 до 114,2%, в регионе — от 45,3 до 130,2%. Наименьшее значение показателя отмечается в 2010 г. за счет неблагоприятных погодных условий. В данном

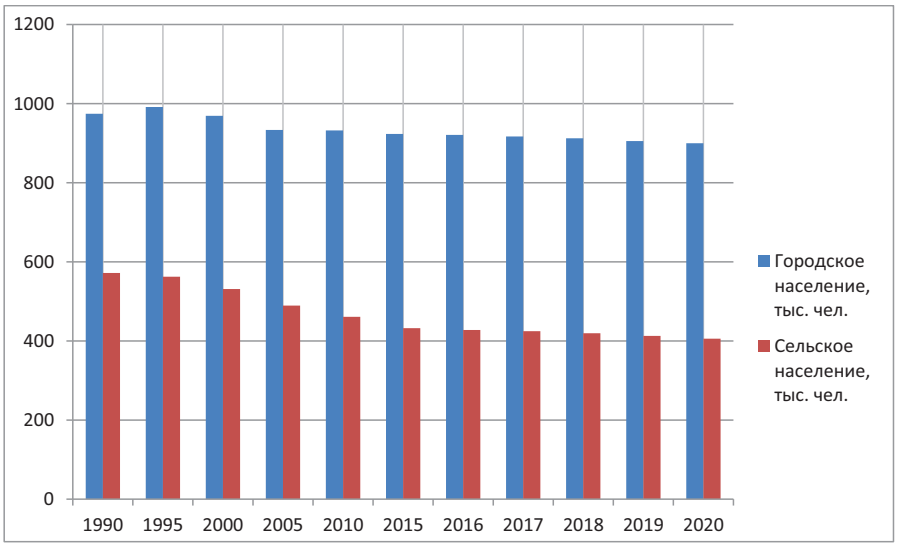


Рис. 1. Численность городского и сельского населения Пензенской области (1990-2000 гг.), тыс. человек

Составлено по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области [2]

Таблица 1

Удельный вес производства продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств, % [8]

Годы	Хозяйства всех категорий	в том числе:		
		сельскохозяйственные организации	хозяйства населения	крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели
2001	100	43,6	54,3	2,1
2005	100	44,6	52,1	3,3
2010	100	41,9	54,7	3,4
2015	100	62,1	26,5	11,4
2016	100	66,0	24,3	9,7
2017	100	65,9	25,1	9,0
2018	100	67,9	21,0	11,1
2019	100	71,3	17,4	11,3

контексте можно говорить о значимости отрасли растениеводства в производстве сельскохозяйственной продукции и общей тенденции развития аграрного сектора.

В Пензенской области посевные площади, занимаемые сельскохозяйственными культурами в хозяйствах всех категорий, в 2019 г. составили 1418,7 тыс. га, а в 2018 г. — 1380,8 тыс. га, что говорит об их увеличении. В структуре посевных площадей сельскохозяйственных культур отмечаются некоторые изменения. Так, площадь возделывания зерновых и зернобобовых культур увеличилась с 717,6 тыс. га в 2018 г. до 798,7 тыс. га в 2019 г., под технические культуры в 2019 г. отведено 408,2 тыс. га, что на 7,3 тыс. га больше, чем 2018 г. Однако посевные площади картофеля и овощебахчевых культур в 2019 г. снизились на 1,0 тыс. га по сравнению с 2018 г., а также кормовых культур — на 49,7 тыс. га. Необходимо отметить, что изменение структуры посевных площадей оказывает существенное влияние на производство сельскохозяйственной продукции.

Получение высоких показателей урожайности производимой сельскохозяйственной продукции в растениеводстве является основным фактором обеспечения эффективности производства Пензенской области (табл. 2).

Анализируя данные таблицы 2, можно подчеркнуть, что в целом в регионе наблюдается положительная динамика. Так, урожайность зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях в 2019 г. составила в 25,9 ц/га, что на 11,7 ц/га больше, чем в 2005 г. Кроме того, урожайность данных культур в сельскохозяйственных организациях в 2019 г. выше, чем в хозяйствах населения на 9,9 ц/га (на 38,2%) и на 4,1 ц/га (15,8%), чем в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей.

В 2019 г. урожайность сахарной свеклы в сельскохозяйственных организациях была выше урожайности 2005 г. на 92,8% и составила 443,4 ц/га. В крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей урожайность данной культуры в 2019 г. по сравнению с 2005 г. увеличилась с 219 до 463 ц/га.

Урожайность подсолнечника в сельскохозяйственных организациях в 2005 г. составляла 6,8 ц/га, а в 2019 г. — 19,4 ц/га, в хозяйствах населения — увеличилась в 1,5 раза, а в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей — в 1,9 раза.

В Пензенской области в 2019 г. урожайность картофеля в сельскохозяйственных организациях увеличилась в 1,4 раза по сравнению с 2005 г. и составила 319,1 ц/га, в хозяйствах населения — на 29,7%. В крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей урожайность сельскохозяйственной культуры в 2019 г. по сравнению с 2005 г. увеличилась на 75%.

Валовая продукция сельского хозяйства представляет собой обобщающий стоимостной показатель, характеризующий объемы производства (табл. 3).

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что в основном за период с 2005 по 2019 гг. отмечается положительная динамика валового сбора сельскохозяйственных культур во всех категориях хозяйств, за исключением сбора картофеля и овощей в хозяйствах населения. Валовой сбор сахарной свеклы в хозяйствах населения с 2016 г. не осуществляется.

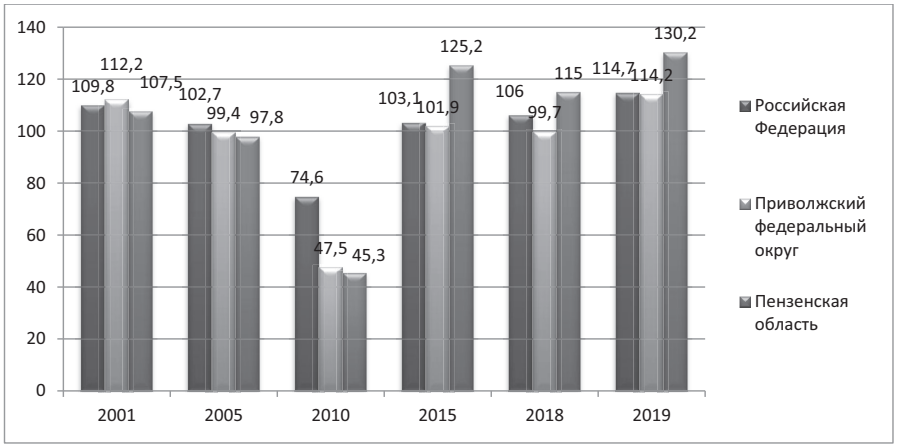


Рис. 2. Индексы производства продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий, % к предыдущему году

Составлено по данным Федеральной службы государственной статистики РФ [8]

Таблица 2

Урожайность сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств, ц/га убранной площади [2]

Показатель	Категория хозяйства	Годы						
		2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки)	Сельскохозяйственные организации	14,2	12,1	24,3	30,1	36,8	26,6	25,9
	Хозяйства населения	14,6	8,1	16,8	19,8	25,0	21,4	16,0
	К(Ф)Х и ИП	13,8	9,6	18,1	21,2	28,2	22,2	21,8
Свекла сахарная	Сельскохозяйственные организации	230	135	325	402	405	296	443,4
	Хозяйства населения	199	209	270	-	-	-	-
	К(Ф)Х и ИП	219	189	330	342	380	347	463,0
Семена подсолнечника (в весе после доработки)	Сельскохозяйственные организации	6,8	7,3	15,9	15,8	10,7	17,3	19,4
	Хозяйства населения	6,9	6,3	15,6	13,7	11,9	13,7	17,5
	К(Ф)Х и ИП	6,1	4,2	11,0	11,1	10,2	15,4	17,9
Картофель	Сельскохозяйственные организации	130	60	206	198	322	316	319,1
	Хозяйства населения	110	29	145	123	141	123	142,7
	К(Ф)Х и ИП	107	20	159	141	290	224	187,3
Овощи (включая овощи закрытого грунта)	Сельскохозяйственные организации	82	86	134	150	418	285	356,0
	Хозяйства населения	154	126	201	208	200	190	214,7
	К(Ф)Х и ИП	102	29	126	158	287	272	275,3

Таблица 3

Валовой сбор основных сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств, тыс. т [2]

Показатель	Категория хозяйства	Годы						
		2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки)	Сельскохозяйственные организации	861,5	351,0	1274,4	1604,3	1887,3	1334,1	1455,4
	Хозяйства населения	8,8	8,4	10,4	10,5	14,3	14,8	10,2
	К(Ф)Х и ИП	122,3	47,9	273,7	330,9	468,8	395,7	391,2
Свекла сахарная	Сельскохозяйственные организации	543,5	507,2	1333,1	1769,7	2129,2	1644,8	2356,1
	Хозяйства населения	40,3	5,5	3,7	-	-	-	-
	К(Ф)Х и ИП	94,6	79,6	180,6	228,2	249,6	189,5	285,8
Семена подсолнечника (в весе после доработки)	Сельскохозяйственные организации	30,6	41,8	208,2	269,4	151,6	294,5	374,2
	Хозяйства населения	0,2	0,3	0,7	1,6	1,2	1,9	2,4
	К(Ф)Х и ИП	5,5	7,2	52,9	71,2	47,1	93,3	117,8
Картофель	Сельскохозяйственные организации	12,9	8,8	59,5	42,6	50,5	39,0	44,3
	Хозяйства населения	473,1	96,1	443,9	352,0	404,8	344,2	354,3
	К(Ф)Х и ИП	1,5	1,1	36,4	28,2	34,8	27,8	17,8
Овощи (включая овощи закрытого грунта)	Сельскохозяйственные организации	10,8	8,0	36,2	33,3	35,0	18,2	15,7
	Хозяйства населения	136,9	99,9	110,8	110,0	107,1	98,1	104,6
	К(Ф)Х и ИП	0,3	0,2	47,9	16,6	20,0	18,4	20,4

Таблица 4

Производство основных видов продукции животноводства в хозяйствах всех категорий [2]

Показатель	Категория хозяйства	Годы						
		2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Скот и птица на убой (в живом весе), тыс. тонн	Сельскохозяйственные организации	64,6	113,9	224,9	258,0	265,2	298,8	365,8
	Хозяйства населения	37,2	40,5	26,4	23,9	21,2	20,6	20,2
	К(Ф)Х и ИП	0,7	3,0	2,7	3,3	3,3	3,1	3,6
Молоко, тыс. тонн	Сельскохозяйственные организации	161,1	163,3	155,4	155,6	164,0	172,0	172,6
	Хозяйства населения	337,5	287,7	142,6	138,4	133,8	120,8	120,4
	К(Ф)Х и ИП	5,2	15,6	33,8	42,0	45,7	48,7	51,3
Яйца, млн. шт.	Сельскохозяйственные организации	96,7	227,6	187,6	186,5	192,5	156,9	172,1
	Хозяйства населения	132,5	104,7	105,0	106,2	101,0	93,2	91,6
	К(Ф)Х и ИП	-	-	-	-	-	-	-

Сравнительная характеристика эффективности производства сельскохозяйственной продукции в различных формах хозяйствования подтверждает, что хозяйства разных категорий заняли свои ниши в производстве аграрной продукции.

В Пензенской области, наравне с растениеводством, формируется и отрасль животноводства, которая в настоящее время устойчиво занимает около 50% в структуре производства сельскохозяйственной продукции (табл. 4).

Из данных таблицы 4 видно, что производство животноводческой продукции в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей региона в основном имеет положительную тенденцию.

В сельскохозяйственных организациях объем выращивания скота и птицы на убой увеличился в 2019 г. на 301,2 тыс. т по сравнению с 2005 г.; аналогичное положение складывается в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей, где увеличение составило 2,9 тыс. т.; в хозяйствах населения — уменьшение на 17,0 тыс. т.

Производство молока в сельскохозяйственных организациях в 2019 г. по отношению к 2005 г. увеличилось на 11,5 тыс. т; подобная ситуация в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей, где рост составил 46,1 тыс. т. Однако в хозяйствах населения в 2019 г. по сравнению с 2005 г. производство молока уменьшилось с 337,5 тыс. т (до 120,4 тыс. т). Сокращение производства молока в хозяйствах населения происходит за счет уменьшения поголовья коров.

Производство яиц в сельскохозяйственных организациях в 2019 г. по сравнению с 2005 г. увеличилось на 75,4 млн шт., а в хозяйствах населения сократилось на 40,9 млн шт.

Учитывая темпы изменения объемов производства указанных выше видов продукции можно отметить, что в регионе в хозяйствах населения прослеживается тенденция к сокращению производства продукции животноводства и, напротив, в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателях — к увеличению, что свидетельствует о повышении эффективности функционирования животноводческой отрасли в коммерческих целях.

Таким образом, аграрный сектор Пензенской области в настоящее время представляет собой стабильно формирующийся комплекс. Регион успешно развивается, занимаясь производством агропромышленной продукции, тем самым улучшая показатели сельского хозяйства (урожайность растениеводческих культур, валовой сбор, производство основных видов продукции животноводства, их переработку). В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», агропромышленному комплексу Пензенской области поставлена задача наращивания экспорта сельхозпродукции до 203 млн долл. США к 2024 г. В регионе успешно справляются с этой задачей, планомерно увеличивая объемы экспорта продукции АПК. Губернатор Пензенской области И.А. Белозерцев отмечает, что «АПК по праву считается локомотивом экономического благополучия региона» [10]. В значительной степени этому способствуют многие факторы, среди которых особое положение занимает государственная поддержка сельского хозяйства, которая способствует реализации замыслов товаропроизводителей, стимулирует повышение качества производства продукции Пензенской области, увеличивая ее конкурентоспособность. С учетом приоритетных направлений развития аграрного сектора ключевыми способами государственной поддержки являются льготное кредитование, субсидирование, льготное налогообложение, лизинг сельскохозяйственной техники и племенных животных с использованием бюджетных средств, сельскохозяйственное страхование и др.

В настоящее время реализуется федеральная Государственная программа развития сельского хозяйства до 2025 года, в контексте этого в 2020 г. Пензенская область получит 511,9 млн руб. федеральных средств на поддержку сельхозпроизводства по отраслям растениеводства и животноводства. Всего на поддержку запланировано направить в 2021 г. 556,4 млн руб. средств консолидированного бюджета. Кроме того, в 2020 г. аграриям региона будет выделено 313,2 млн руб. федеральных субсидий на стимулирование развития приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса и развитие малых форм хозяйствования [11].

В целях поддержки сельского хозяйства продолжает функционировать региональная программа «Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области на 2014-2022 годы». В ее рамках реализуются 11 подпрограмм, каждая из которых регламентирует развитие конкретной отрасли сельского хозяйства (развитие растениеводства, животноводства, мясного скотоводства, поддержку малых форм хозяйствования, техническую и технологическую модернизацию и инвестиционное развитие, развитие ветеринарной сети Пензенской области, устойчивое развитие сельских территорий региона, развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения и др.) [12].

В апреле 2020 г. распоряжением Правительства РФ утверждена Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, включающая в себя основные цели и мероприятия долгосрочной экономической политики в отношении данных комплексов [13].

Результатом поддержки со стороны государства являются благоприятные условия для функционирования местных аграриев [14], стимулирование производства высококачественной продукции и повышение конкурентоспособности товаров сельскохозяйственного назначения.

Заключение

Проведенные исследования показали, что в настоящее время сельское хозяйство является одной из наиболее активно и успешно развивающихся отраслей Пензенской области. Агропромышленный сектор представляет собой многоукладный комплекс, состоящий из сельскохозяйственных предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, личных подсобных хозяйств, семейных ферм, производственных и потребительских кооперативов. В последнее время увеличивается роль сельскохозяйственных предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в структуре сельскохозяйственного производства.

Повышение урожайности растениеводческих культур, валовой сбор основных сельскохозяйственных культур, рост производства продукции животноводства, активное вовлечение ранее необрабатываемых земельных ресурсов свидетельствуют о том, что отрасль является перспективной и имеет все возможности достичь высокого уровня конкурентоспособности, что позволит региону выйти на инновационный путь развития агропромышленного комплекса. В современных условиях, вне всякого сомнения, на успешное развитие аграрного сектора мотивационное воздействие оказывает государственная поддержка, являющаяся важнейшим показателем повышения эффективности функционирования сельского хозяйства.

Литература

1. Доклад о состоянии и использовании земель в Пензенской области в 2019 году. URL: https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/monitoring-zemel/doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-penzenskoy-oblasti-za-2019-god/ (дата обращения: 16.06.2020).

2. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. URL: https://pnz.gks.ru/ (дата обращения: 16.06.2020).

3. Винничек Л., Павлов А., Батова В. Стратегия устойчивого развития АПК Пензенской области // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 11. С. 19-24.

4. Акционерное общество «Корпорация развития Пензенской области». URL: http://investinpenza.com/About/Economy (дата обращения: 16.06.2020).

5. В Пензенской области собственники неиспользуемой земли оштрафованы на 8,4 миллиона рублей. URL: https://penza.bezformata.com/listnews/oblasti-sobstvenniki-neispolzuemoj-zemli/76280570/ (дата обращения: 17.06.2020).

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

7. Личные подсобные хозяйства Пензенской области. URL: http://pnz.old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/pnz/resources/fa09c18045b4016185e4ededfce35b80/ЛПХ+По_2006_2016.pdf (дата обращения: 23.06.2020).

8. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: https://www.gks.ru/enterprise_economy (дата обращения: 24.06.2020).

9. Винничек Л., Батова В. Оценка деятельности сельскохозяйственных организаций Пензенской области // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 1. С. 62-71.

10. В 2020 году господдержка АПК Пензенской области будет увеличена. URL: http://pnzreg.ru/news/selskoe-khozyaystvo/199442/ (дата обращения: 26.06.2020).

11. В 2020 году пензенские аграрии получат 825 млн. рублей из федерального бюджета на развитие АПК. URL: http://mcx.ru/press-service/regions/v-2020-godu-penzenskie-agrarii-poluchat-825-mln-rubley-iz-federalnogo-byudzheta-na-razvitie-apk/ (дата обращения: 30.06.2020).

12. Об утверждении государственной программы Пензенской области «Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области на 2014-2022 годы» (с изменениями на 4 февраля 2020 г.). URL: http://docs.cntd.ru/document/424055925 (дата обращения: 30.06.2020).

13. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. URL: http://docs.cntd.ru/document/564654448 (дата обращения: 29.06.2020).

14. 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.

Об авторе:

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

MONITORING OF THE AGRICULTURAL SECTOR OF PENZA REGION

O.I. Ulanova

Penza state agrarian university, Penza, Russia

The agro-industrial complex has a key place among economically interconnected industries specializing in the production of agricultural products in Penza region. It produces about one-fifth of the gross regional product, which characterizes the economic activity of the region, its effectiveness. The central link in the agro-industrial complex is agriculture, which is a priority sector in the economy of Penza region. The article presents the results of a study of the state of the agricultural sector of Penza region. The main trends in the development of crop production and animal husbandry are shown, the role of all categories of farms in the production of agricultural products was determined. In the process of the study, the share of agricultural production by various categories of forms of management was estimated, as a result, it was revealed that agricultural organizations occupy a dominant position in the production of agricultural products (in 2019, the share of organizations was 71.3%, which is 27.7 p.p. more than in 2001). Also, the share of the volume of production of peasant (farm) enterprises and individual entrepreneurs in 2019 increased to 11.3% compared to 2.1% in 2001. In households, on the contrary, the annual decline in 2001 was from 54.3% to 17.4% in 2019, which indicates the economic efficiency of production in agricultural organizations, peasant (farmer) households, and individual entrepreneurs. The article focuses on the productivity of agricultural products in crop production, as the main factor in ensuring the production efficiency of Penza region. The analysis showed that in general there is a positive trend in the region. Based on the study, the author concludes that the agricultural sector of Penza region is developing successfully, improving agricultural indicators (crop production, gross harvest, production of main types of livestock products, their processing). It is noted that the sustainable development of agricultural sectors is stimulated by state support.

Keywords: *agricultural sector of the economy, resource potential, Penza region, agriculture, crop production, livestock, gross harvest, agro-industrial complex, state support, productivity, economic efficiency.*

References

1. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Penzenskoi oblasti v 2019 godu [A report on the state and use of land in Penza region in 2019]. Available at: https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/monitoring-zemel/doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-penzenskoy-oblasti-za-2019-god (accessed: 16.06.2020).

2. Ofitsial'nyi sait Territorial'nogo organa Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Penzenskoi oblasti [The official website of the Territorial Authority of the Federal State Statistics Service for the Penza Region]. Available at: https://pnz.gks.ru (accessed: 16.06.2020).

3. Vinnichek, L., Pavlov, A., Batova, V. (2018). Strategiya ustoichivogo razvitiya APK Penzenskoi oblasti [Sustainable Development Strategy of the AIC of the Penza Region]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 11, pp. 19-24.

4. Aktsionernoe obshchestvo «Korporatsiya razvitiya Penzenskoi oblasti». [Joint Stock Company "Penza Region Development Corporation"]. Available at: http://investinpenza.com/About/Economy (accessed: 16.06.2020).

5. V Penzenskoi oblasti sobstvenniki neispol'zuemoi zemli oshtrafovany na 8,4 milliona rublei [In Penza region, owners of unused land were fined 8.4 million rubles]. Available at: https://penza.bezformata.com/listnews/oblasti-sobstvenniki-neispolzuemoj-zemli/76280570 (accessed: 17.06.2020).

6. Stolyarova, O.A., Yunyaeva, R.R. (ed.) (2015). *Problemy i osnovnye napravleniya povysheniya ehffektivnosti funktsionirovaniya APK regiona v usloviyakh globalizatsii i importozameshcheniya: monografiya* [Problems and main directions of improving the efficiency of the agro-industrial complex of the region in the context of globalization and import substitution: monograph]. Penza, RIO PGSHA, pp. 47-60.

7. Lichnye podsobnye khozyaistva Penzenskoi oblasti [Personal subsidiary plots of Penza region]. Available at: http://pnz.old.gks.ru/wps/wcm/connect/ros-stat_ts/pnz/resources/fa09c18045b4016185e4ededfce35b80/ЛПХ+По_2006_2016.pdf (accessed: 23.06.2020).

8. Ofitsial'nyi sait Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki [The official website of the Federal State Statistics Service]. Available at: https://www.gks.ru/enterprise_economy (accessed: 24.06.2020).

9. Vinnichek, L., Batova, V. (2018). Otsenka deyatel'nosti sel'skokhozyaistvennykh organizatsii Penzenskoi oblasti [Evaluation of the activities of agricultural organizations of Penza region]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 1. pp. 62-71.

10. V 2020 godu gospodderzhka APK Penzenskoi oblasti budet uvelichena [In 2020, state support for the agro-industrial complex of Penza region will be increased]. Available at: http://pnzreg.ru/news/selskoe-khozyaystvo/199442 (accessed: 26.06.2020).

11. V 2020 godu penzenskie agrarii poluchat 825 mln. rublei iz federal'nogo byudzheta na razvitie APK [In 2020, Penza farmers will receive 825 million rubles from the federal budget for the development of the agricultural sector]. Available at: http://mcx.ru/press-service/regions/v-2020-godu-penzenskie-agrarii-poluchat-825-mln-rubley-iz-federalnogo-byudzheta-na-razvitie-apk (accessed: 30.06.2020).

12. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Penzenskoi oblasti «Razvitie agropromyshlennogo kompleksa Penzenskoi oblasti na 2014-2022 godY» (s izmeneniyami na 4 fevralya 2020 g.) [On approval of the state program of Penza region "Development of the agro-industrial sector of Penza region for 2014-2022" (as amended on February 4, 2020)]. Available at: http://docs.cntd.ru/document/424055925 (accessed: 30.06.2020).

13. Ob utverzhdenii Strategii razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaistvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda [On approval of the Development Strategy of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period until 2030]. Available at: http://docs.cntd.ru/document/564654448 (accessed: 29.06.2020).

14. 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.

About the author:

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

ulanova.o.i@pgau.ru

УДК 631.1+ 378.6+63-057.2 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15096

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ВЫСШЕГО АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ (XIX — НАЧАЛО XX ВВ.)

Е.В. Рыжкова, О.М. Фадеева, И.И. Широкорад

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

В статье рассмотрены процессы становления и развития первых российских образовательных организаций аграрного профиля, в которых в соответствии с потребностями экономики и в соответствии с государственной политикой осуществлялась подготовка специалистов для сельского хозяйства, а также педагогов и ученых — аграриев. Зарождение агроэкономической науки и образования неразрывно связано с серьезной научной, методической и учебной деятельностью, уходящей корнями к истокам возникновения и становления Петровской земледельческой и лесной академии, основанной 3 декабря 1865 г. по Высочайшему повелению Государя — императора Александра II. Главной целью при создании академии была подготовка агрономов и управляющих для крупных помещичьих имений. Поэтому наряду с агрономическими дисциплинами будущим специалистам необходимо было дать знания и в области экономических наук. Развитие высшего аграрного образования привело к становлению крупных научных школ, пользующихся заслуженным авторитетом в стране и за рубежом. В материалах приводятся данные об особенностях работы наиболее значимых сельскохозяйственных высших учебных заведений, многие из которых продолжают успешно готовить кадры и сегодня. В задачу статьи входил поиск исторической обусловленности уровня и состояния современного высшего аграрного образования в нашей стране.

Ключевые слова: *история аграрного образования, история аграрных вузов, модернизация сельского хозяйства в XIX веке, реформы образования, высшее образование, агроэкономическая наука.*

К началу XIX века Россия, занимавшая площадь в 16 млн. кв. км, имела сословное деление общества, где 90% населения составляло податное сословие крестьянство [1]. Сельское хозяйство, основная отрасль экономики, носило экстенсивный характер и развивалось не за счет совершенствования технологий производства, а за счет расширения посевных площадей. При этом с конца XIX века в стране формируются немногочисленные центры торгового земледелия на Юге России, в Заволжье, в Крыму и Закавказье.

После проведения ряда реформ в 60-70 -е годы XIX столетия, прежде всего Крестьянской реформы 1861 года, в аграрном секторе усилились новые тенденции, связанные с попытками интенсификации сельскохозяйственного производства и развитием земельного рынка. Однако создание предпринимательского сельского хозяйства требовало больших капиталовложений, применения улучшенных сельскохозяйственных орудий и машин, удобрения почв, новых систем земледелия, привлечения специалистов в области передового земледелия и животноводства.

В ответ на запросы аграрного сектора государство начинает систематически готовить специалистов для сельского хозяйства в образовательных учреждениях различного типа.

Система специального, впоследствии высшего профессионального образования первоначально развивалась при коллегиях, позже при министерствах. Например, еще в 1733 году при Берг-коллегии было открыто Горное училище, при Поместном приказе примерно с 70-х годов XVII столетия функционировала землемерная школа и т.д. [2]

История профессионального технического образования начинает свой отсчет с эпохи Петра I. Многочисленные указы и регламенты обязывали перенимать зарубежный опыт по развитию «земледельческого промысла». Во второй половине XVIII века, с учреждением в 1765 году Императорского Вольного экономического общества, происходит постепенное накопление и систематизация агрономических знаний.

В 1771 году профессор Московского университета М.И. Афонин подготовил первый в России курс агрономии.

Первой государственной инициативой по подготовке специалистов для управления казенными и частными имениями было учреждение в 1797 году Школы практического земледелия в Петербурге. Учащиеся Школы должны были обучаться теории и практике хлебопашества, садоводства, лесоводства, скотоводства, птицеводства и пчеловодства. После смерти Павла I Школа практического земледелия была закрыта.

Систематическая подготовка специалистов-аграрников началась в первой половине XIX века. В этот период происходило становление старейших аграрных вузов России. Опыт их деятельности позволяет проследить взаимосвязь образования с развитием общества в целом и государственной политикой в области сельского хозяйства.

Одним из первых аграрных вузов стал Санкт-Петербургский лесной и межевой институт, сформированный на базе Практического лесного училища, открытого в 1803 году в Царском Селе по указу Александра I. В 1837 году, после ряда организационных преобразований, училище получило статус института по подготовке чиновников лесного ведомства, который в 1863 году получил статус Лесной академии. Вскоре произошло ее слияние с Петровской лесной и земледельческой академией в Москве, основанной в 1857 году Императорским Московским обществом сельского хозяйства. В состав Петровской академии в это же время вошли старейшие аграрные вузы Российской империи — Ново-Александрийский и Горыгорецкий сельскохозяйственные институты.

Отдельно следует сказать о Горыгорецком институте. Положение об открытии земледельческой школы в казенном имении Горки Могилевской губернии император Николай I утвердил в 1836 году. Согласно Положению, в Школе было два разряда обучающихся. В первом разряде курс обучения составлял три года. Подготовка «земледельческих учеников» производилась с целью *«привести в действие план улучшенного сельского хозяйства и поддерживать оное в надлежащем совершенстве»*. Во втором разряде учились два года, и он предназначался *«для приготовления практических агрономов, могущих управлять значительными имениями»*. В Школу принимались молодые люди *«свободных сословий»* от 16 до 20 лет [3].

Активное развитие образовательного процесса и научных исследований в этом учебном заведении позволили правительству спустя ряда лет создать на базе Школы Земледельческий институт. В соответствующем Положении, утвержденном в 1848 году, было отмечено, что *«Горыгорецкий Земледельческий институт составляет ныне единственное в России специальное высшего разряда училище сельскохозяйственных наук»* [4]. Студенты, закончившие институт с отличием, получали звание агрономов, которое соответствовало званию университетского кандидата (первая из трех ступеней научной квалификации/степени, при присуждении которой можно было претендовать на получение чина XII класса государственной гражданской службы). Лучшим из выпускников предоставлялось право продолжить обучение за границей, которое считалось государственной службой.

В 1859 г. Александром II было утверждено новое Положение о Горыгорецком земледельческом институте, в соответствии с которым после первого курса студенты выбирали специализацию: земледелие, скотоводство, лесоводство или экономика [5]. Выпускники Земледельческого института впоследствии стали выдающимися учеными и преподавателями ряда сельскохозяйственных школ и институтов. К ним следует отнести А.В. Советова, И.А. Стебута и др. Здесь же формировались научные школы, которые

© Рыжкова Е.В., Фадеева О.М., Широкорад И.И., 2020
Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 66-68.

сыграли определяющую роль в формировании отечественной аграрной науки.

Реформы 1860-х годов привели к существенным изменениям в сфере высшего аграрного образования. Важным общественным явлением в этот период стала демократизация приема в вузы и, как следствие, изменение социального состава студенчества. В 1865 году был принят Устав Петровской земледельческой и лесной академии. Спустя почти тридцать лет Петровская академия была преобразована в Московский сельскохозяйственный институт. Срок обучения был четыре года. подготовка кадров велось на двух отделениях — сельскохозяйственном и инженерном [6].

В 1869 году возобновилась деятельность Ново-Александрийского института сельского хозяйства и лесоводства. С 1892 по 1895 гг. директором института был профессор В.В. Докучаев. При институте в этот период были созданы музей сельского хозяйства, лаборатории, предметные кабинеты и даже метеорологическая станция.

В 1914 году в связи с угрозой захвата Ново-Александрийского уезда Люблинской губернии противником институт был переведен в Харьков, положив начало Харьковскому национальному аграрному университету им. В.В. Докучаева.

В Петербурге с 1878 года работал реорганизованный Лесной институт (в зданиях Лесного института с 1865 до 1877 г. находился Земледельческий институт (бывший Горыгорецкий). В 1877 году все агрономические дисциплины из Земледельческого института были также переданы в Петровскую академию). В институте был установлен четырёхлетний срок обучения. С 1902 году после принятия нового Положения об институте он был спрофилирован на вопросах лесоведения, лесовозобновления и защиты лесов. С 1902 по 1914 год Лесной институт выпустил более тысячи ученых лесоводов I и II разряда. В 1903 году в честь 100-летия со дня основания Санкт-Петербургский Лесной институт удостоился звания Императорского.

В 1860-е годы значительно выросла потребность в кадрах межевой службы. Межевое дело в Российской империи всегда было делом государственной важности. С 1779 года в Москве при Межевой канцелярии действовала Землемерная школа, преобразованная сначала в Землемерное училище, а в 1835 году в Константиновский межевой институт. В 1873 году произошло объединение Константиновского межевого института со средним учебным заведением — Школой межевых топографов.

Институт в этот период готовил межевых инженеров и техников не только для казенных потребностей, но и для обслуживания реформирующегося крестьянского хозяйства. В связи с этим особенно актуальным для института был вопрос о разделении геодезической и землеустроительной специальностей и, соответственно, образования двух факультетов. Эта проблема решилась с введением нового Положения об институте в 1916 году. В этом же году Константиновскому межевому институту было присвоено наименование Императорский, а его выпускникам — права лиц, окончивших курс университета.

В первое десятилетие XX века возникла еще одна форма получения аграрного образования — общественные (т.е. без привлечения государственных средств) высшие сельскохозяйственные курсы, которые реализовали возможность получения высшего аграрного образования для женщин. В 1904 г. «Общество содействия женскому сельскохозяйственному образованию» открыло в Петербурге первые высшие 4-х летние сельскохозяйственные курсы. За заслуги по их организации и в честь 50-летия общественной деятельности И.А. Стебута курсы получили наименование Стебутовских. Курсы имели сильный педагогический состав в лице Д.Н. Прянишникова, А.Ф. Фортунатова, В.Р. Вильямса и др.

В 1908 году в Москве при гимназии С.К. Голицыной стали работать Высшие женские сельскохозяйственные курсы.

К 1916 году звание агрономов на столичных курсах было присвоено почти 2000 слушательницам. [7].

С 1906 года в Российской империи началась перестройка аграрного сектора экономики, получившая в истории название столыпинских реформ. Выпускники специализированных вузов должны были уметь адаптироваться к новым условиям.

Для решения масштабных задач подготовки кадров для реформирования сельскохозяйственного производства в 1904 году вышло «Положении о сельскохозяйственном образовании», которое упорядочивало сеть сельскохозяйственных учебных заведения, вводя три уровня образовательных организаций: высшие, средние и низшие. Учитывая необходимость резкого увеличения кадров для нужд столыпинской модернизации, особое внимание в документе уделялось необходимости практической подготовки специалистов для нужд сельского хозяйства. В Положении прямо указывалось: «при составлении Уставов …во всех вообще учебных заведениях практическим сельскохозяйственным занятиям отведено было … подобающее им место» [8].

Позже, по мере наращивания реформаторской деятельности, Главное управление землеустройства и земледелия, сменившее Министерство земледелия и государственных имуществ, учреждало при вузах опытные хозяйства [6].

Переход в ходе столыпинской реформы к новым формам хозяйствования, к рыночным механизмам регулирования сельскохозяйственного производства на основе спроса и предложения потребовал широкого применения новых технологий и методик, основанных на достижениях аграрной науки. Поэтому ведущие ученые аграрии принимали самое активное участие в практической деятельности реформаторов.

Таким образом, мы можем говорить о том, что в начале XX столетия накануне революций 1917 года в России сформировалась и отвечала в своей деятельности на запросы времени аграрная высшая школа. В 1914 году она охватывала 6,6 тыс. студентов [8]. А всего в системе аграрного образования на территории Российской империи (за исключением Сибири, Средней Азии и Дальнего Востока) работало 341 сельскохозяйственное учебное заведение: 9 вузов, 18 средних учебных заведений, 61 низшее училище, 109 низших школ, 60 практических школ, 34 начальные и народные сельскохозяйственные школы и 50 других учебных заведений аграрного профиля [12]. Министр народного просвещения П.Н. Игнатьев констатировал в 1916 г.: «... Высшие технические школы должны быть более равномерно распределены по стране, и каждый крупный промышленный и общественный центр, не исключая и наших дальневосточных окраин, должны иметь свою высшую школу с развитием в ней тех отраслей специального знания, которые особенно важны для данной местности» [6]. Эта задача была реализована уже в новую историческую эпоху.

Литература

1. История России XIX — начала XX в. Учебник для исторических факультетов университетов/Под ред. В.А. Федорова. М.: Издательство ЗЕРЦАЛО, 1998. С. 5.

2. Государственный университет по землеустройству. История и современность. 1779-2009: 230 лет со дня основания / С.Н. Волков, И.И. Широкорад, Е.В. Рыжкова и др. М.: Гралия, 2009. С.18.

3. Полное собрание законов Российской Империи. Собрание Второе. СПб.: Тип. II Отделение Собственной Его Императорского Величества Канцелярии, 1835-1885, Т. 11. № 9097. С. 435-443.

4. Полное собрание законов Российской Империи. Собрание Второе. СПб.: Тип. II Отделение Собственной Его Императорского Величества Канцелярии, 1835-1885, Т. 23. № 22414. С. 455-463.

5. Саскевич П.А. Старейшина высшего аграрного образования — 175 славных лет. // Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии. 2015 № 5. С. 4-11.

6. Иванов А.Е. Высшая школа России в конце XIX — начале XX века. М., 1991. 392 с.

7. Кацалова Н.Ф. Высшее сельскохозяйственное образование для женщин России в конце XIX — начале XX века // Дискуссия. 2013. № 1. С. 138-143.

8. Есикова М. Сельскохозяйственное образование в России (вторая половина XIX в. — 1917 г.) // Власть, 2010. № 7. С. 150-154.

9. Волков А.В. Становление и развитие профессионального сельскохозяйственного образования в России: XIX начале XX вв. / Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2008. № 4(23). С. 152-153.

10. Миклашевский И.Н. Очерки из истории сельскохозяйственного образования в России. СПб: тип. И.Н. Скороходова, 1883. 66с.

11. Землеустроительное образование и наука: из XVIII в XXI век. Материалы Международное научно-практического форума, посвященного 240-летию со дня основания Государственного университета по землеустройству в 2-х тт. / Под общей редакцией С.Н. Волкова, Д.А. Шаповалова. Т.2. ГУЗ. М., 2019. 508 с.

12. Большая советская энциклопедия. https://www.booksite.ru/

Об авторах:

Рыжкова Елена Викторовна, старший преподаватель, anoffeles@yandex.ru

Фадеева Олеся Михайловна, директор Центра стратегического развития аграрного образования, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0220-750X, olesya.fadeeva@mail.ru

Широкорад Ирина Ивановна, доктор исторических наук, профессор, проректор по учебной работе, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3896-7551, shirokorad_irina@mail.ru

FORMATION AND DEVELOPMENT OF HIGHER AGRICULTURAL EDUCATION IN RUSSIA (XIX-EARLY XX CENTURIES.)

E.V. Ryzhkova, O.M. Fadeeva, I.I. Shirokorad

State university of land use planning, Moscow, Russia

The article deals with the processes of formation and development of the first Russian educational organizations of agricultural profile, in which, in accordance with the needs of the economy and in accordance with state policy, specialists for agriculture, as well as teachers and agricultural scientists were trained. The origin of agro-economic science and education is inextricably linked with serious scientific, methodological and educational activities that go back to the origins and formation of the Peter's agricultural and forestry Academy, founded on December 3, 1865 by the Highest order of the Sovereign — Emperor Alexander II. The main goal of the Academy was to train agronomists and managers for large landowners ' estates. Therefore, along with agronomic disciplines, future specialists needed to be given knowledge in the field of economic Sciences. The development of higher agricultural education has led to the formation of large scientific schools that enjoy a well-deserved reputation in the country and abroad. The materials provide data on the features of the most important agricultural higher education institutions, many of which continue to successfully train personnel today. The purpose of the article was to search for historical conditionality of the level and state of modern higher agricultural education in our country.

Keywords: *history of agricultural education, history of agricultural universities, modernization of agriculture in the XIX century, educational reforms, higher education, agro-economic science.*

References

1. Fedorova V.A. (1998). *Istoriya Rossii XIX — nachala XX v. Uchebnik dlya istoricheskikh fakul'tetov universitetov* [History of Russia of the XIX — early XX century. Textbook for University history departments]. Moscow: *Izdatel'stvo ZERTSALO*, Pp. 5.

2. Volkov S.N., Shirokorad I.I., Ryzhkova E.V. (2009). *Gosudarstvennyi universitet po zemleustroistvu. Istoriya i sovremennost'. 1779-2009:230 let so dnya osnovaniya* [State University of land management. History and modernity. 1779-2009: 230 years since the Foundation]. Moscow: *Graliya*, Pp.18.

3. *Polnoe sobranie zakonov Rossiiskoi Imperii. Sobranie Vtoroe. St. Petersburg: Tip. II Otdelenie Sobstvennoi Ego Imperatorskogo Velichestva Kantselyarii,* 1835-1885, vol. 11. No. 9097. Pp. 435 — 443.

4. *Polnoe sobranie zakonov Rossiiskoi Imperii. Sobranie Vtoroe. St. Petersburg: Tip. II Otdelenie Sobstvennoi Ego Imperatorskogo Velichestva Kantselyarii,* 1835-1885, vol. 23. No. 22414. Pp. 455 — 463.

5. Saskevich P.A. (2015). *Stareishina vysshego agrarnogo obrazovaniya — 175 slavnykh let.* [Elder of higher agricultural education — 175 glorious years]. *Vestnik Belorusskoi Gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, No. 5, Pp. 4-11.

6. Ivanov A.E. (1991). *Vysshaya shkola Rossii v kontse XIX — nachale XX veka.* [Higher school of Russia in the late XIX — early XX century]. Moscow, 392p.

7. Katsalova N.F. (2013). *Vysshee sel'skokhozyaistvennoe obrazovanie dlya zhenshchin Rossii v kontse XIX — nachale XX veka* [Higher agricultural education for women in Russia at the end of the XIX — beginning of the XX century]. *Diskussiya*, No. 1, Pp. 138-143.

8. *Esikova M. (2010). Sel'skokhozyaistvennoe obrazovanie v Rossii (vtoraya polovina XIX veka — 1917)* [Agricultural education in Russia (the second half of the XIX century — 1917)]. *Vlast'*, No. 7, Pp. 150-154.

9. Volkov A.V. (2008). *Stanovlenie i razvitie professional'nogo sel'skokhozyaistvennogo obrazovaniya v XIX nachale XX vv.* [Formation and development of professional agricultural education in the XIX — early XX centuries]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ehkonomicheskogo universiteta*, 4(23), Pp.152-153.

10. Miklashevskii I.N. (1883). *Ocherki iz istorii sel'skokhozyaistvennogo obrazovaniya v Rossii.* [Essays from the history of agricultural education in Russia]. St. Petersburg: *tip. I.N. Skorokhodova*, 66p.

11. Volkov S.N., Shapovalov D.A. (2019). *Zemleustroitel'noe obrazovanie i nauka: iz XVIII v XXI vek. Materialy Mezhdunarodnoe nauchno-prakticheskogo foruma, posvyashchennogo 240-letiyu so dnya osnovaniya Gosudarstvennogo universiteta po zemleustroistvu v 2 tomah.* [Land management education and science: from the XVIII to the XXI century. Materials of the International scientific and practical forum dedicated to the 240th anniversary of the Foundation of the State University for land management in 2 volumes] Moscow, 508 p.

12. *Bol'shaya sovetskaya ehntsiklopediya.* [The great Soviet encyclopedia] https://www.booksite.ru/

About the authors:

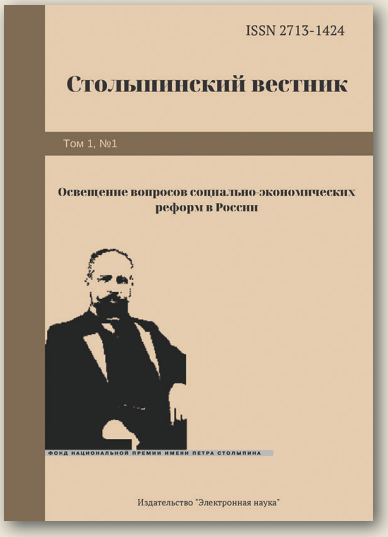
Elena V. Ryzhkova, senior lecturer, anoffeles@yandex.ru

Olesya M. Fadeeva, director of the center for strategic development of agricultural education, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0220-750X, olesya.fadeeva@mail.ru

Irina I. Shirokorad, doctor of historical sciences, professor, vice rector for academic affairs, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3896-7551, shirokorad_irina@mail.ru

olesya.fadeeva@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник»

- Издается при поддержке **Государственного университета по землеустройству** и **Фонда национальной премии имени П.А.Столыпина**.
- Журнал освещает опыт и актуальные вопросы социально-экономических реформ в России.
- Цитируется в РИНЦ И КиберЛенинка.

Контакты: ***https://stolypin-vestnik.ru/vestnik/, stolypin_vestnik@mail.ru***

УДК 332:631

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15097

ПРОЦЕСС ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА БАЗЕ КОНЦЕПТУАЛЬНО НОВОЙ СИСТЕМЫ УМНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

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

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

В статье рассматривается новая инновационная комплексная система умного землепользования в структуре программы «Цифровое сельское хозяйство», как эффективный механизм управления земельными ресурсами страны для повышения эффективности аграрной отрасли. Внедрение цифровых технологий в сельскохозяйственное производство является ключевой стратегической задачей, реализуемой Правительством Российской Федерации, что подтверждается принятием и реализацией программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Рассмотрены проблемы внедрения системы «умное землепользование» в отрасли сельского хозяйства на базе современных конкурентоспособных отечественных технологий и методов. Проанализирована необходимость скорейшего принятия системы «умное землепользование» на основе полной цифровизации агропромышленного сектора экономики в качестве основополагающего принципа создания цифрового землеустройства, затрагивающего всю систему управления земельными ресурсами страны.

Ключевые слова: *информация, информационное обеспечение, цифровое землеустройство, технологии, умное землепользование, агропромышленный сектор, автоматизация, геоинформационные системы (ГИС).*

В центре крупных политических обсуждений, начиная с 2017 г. включительно, затрагиваются вопросы цифрового развития всех отраслей сельского хозяйства. Оценивая текущее состояние агропромышленного сектора экономики страны, можно сделать вывод, что сельское хозяйство в целом представляет собой малоэффективную базу осуществления аграрной политики государства. Основная причина падения отрасли на конкурентоспособном рынке заключается в нерациональном и опрометчивом отношении к незаменимому главному природному ресурсу — к земле [3].

Указы, федеральные законы, целевые программы, направленные на сохранение плодородия земель, вовлечение малопродуктивных угодий в сельскохозяйственный оборот, внедрение процесса мелиорации земель, развитие сельского хозяйства и многое другое не дают заметного конечного результата. Новый разработанный Министерством экономического развития России проект Федерального закона «О землеустройстве» также не делает акцент на имеющиеся проблемы АПК и лишь идет вразрез с нормативно-правовыми актами в области землеустройства. Действенные перемены могут возникнуть только с помощью научно обоснованной, логически завершенной, кардинально разработанной и несущей наибольший экономический и социальный эффект стратегии развития единого информационного пространства, обеспечивающего полную взаимосвязь всех структурных и функциональных элементов.

Цифровые новейшие технологии, как амбициозная цель развития страны на международной арене, преследуется Правительством Российской Федерации, что подтверждается принятием и реализацией программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р [1]. Сельское хозяйство не вошло в ряд наиважнейших отраслей, предусмотренных Федеральной программой, но Департамент развития и управления государственных и информационных ресурсов Министерства сельского хозяйства Российской Федерации разработал программу «Цифровое сельское хозяйство», направленную на модернизацию и повышение эффективности аграрной отрасли [5].

Содержание системы землепользования следует рассматривать как экономически эффективное, долгосрочное государственное капиталовложение в инфраструктуру страны, базирующееся на собственности, владении и пользовании земельными участками, развитии земельного оборота, рационального использования природных ресурсов — все эти вопросы рассматриваются как ключевые составляющие устойчивости системы землепользования [2]. Но мы говорим о современном развитии такой системы, следовательно, о цифровых технологиях «умного сельского хозяйства», интегрируемых на основе цифрового землеустройства, через связку «умное землепользование» — «умное поле».

Умное землепользование представляет собой систему создания и внедрения интеллектуальной базы планирования и оптимизации агроландшафтов и использования земель в сельскохозяйственном производстве на разных уровнях обобщения (поле, хозяйство, муниципалитет, субъекты Российской Федерации, страна), функционирующей на основе цифровых, дистанционных, геоинформационных технологий и компьютерного моделирования [4]. Исходя из сказанного, понимаем, что доверительная среда субъектов системы «умное землепользование» заключается во внедрении в действующие «устаревшие» механизмы осуществления сельхозпроизводства новейшего технологического оборудования, устройств и программного обеспечения. Портфель цифровых решений для нужд АПК, исходя из предоставленной информации Аналитического центра Минсельхоза России, составляет всего лишь 500 решений по отраслям агропромышленного комплекса в области цифровизации, автоматизации, роботизации, механизации и электрификации сельского хозяйства. По объемам отраслей дополнительной продукции страны, по валовой добавленной стоимости, созданной в сельском и лесном хозяйстве, данный количественный показатель преуменьшает сельское хозяйство Российской Федерации как главную отрасль страны.

В связи со сложностью процессов государственного управления сельским хозяйством, препятствующих цифровизации этой отрасли, умное землепользование, как составляющая часть данного инновационного решения агропромышленного сектора, постепенно входит в многоуровневое интегрированное информационное пространство, основанное на современных цифровых технологиях.

Создание технологической геоинформационной платформы цифрового землепользования начинается с разработки структуры умного землеустройства, которое включает вопросы мониторинга земельных ресурсов, вопросы точного земледелия, а также вопросы рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения, учитывая всеобъемлющие факторы, влияющие на проектные решения.

© Варламов А.А., Гальченко С.А., Гвоздева О.В., Чуксин И.В., 2020
Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 69-72.

Механизмом реализации контроля процесса охраны сельхозземель как раз и выступает умное землепользование, предлагая создание сквозной платформы различными методами и способами автоматизированного планирования оптимального использования земель. К ним относится, в первую очередь, консолидация земельных участков, устранение неудобств в использовании земель, ликвидация вклиниваний и вкрапливаний, удаление чересполосицы и дальноземелья. Вопросы определения границ земельных участков, используемых сельхозпроизводителями, перераспределения земель сельскохозяйственного назначения, реорганизации или ликвидации сельскохозяйственных организаций также являются составляющими платформы развития цифрового землепользования.

Вышеперечисленные процессы преобразований и изменений в области землеустройства могут успешно быть осуществлены и реализованы с использованием методик разработки землеустроительных проектов; а говоря о вопросах цифровизации сельского хозяйства — с учетом программного оборудования ГИС-платформы или иных программных продуктов на платформах MS Visual Studio 2010, Embarcadero RAD Studio XE3 (Borland Builder C++) и баз данных MS Access, MS SQL Server, Firebird и других для достоверности оборота таких данных в сельском хозяйстве.

Таким образом, умное землепользование можно идентифицировать как основополагающий принцип создания цифрового землеустройства, которое затрагивает всю систему управления земельными ресурсами страны, следовательно, такое землепользование интегрируется на базе цифровых технологий и служит системной образующей в виде «землеустройства».

Формирование системы рационального использования земель, их планирования и прогнозирования на федеральном, региональном и муниципальном уровнях на основе значительных геопространственных информационных потоков BigData (Big Geo Data) выступает следующим шагом к внедрению умного землепользования [4]. Образующаяся система представляет собой блочную сеть последовательных действий, зависящих и являющихся логическим продолжением друг друга. По результатам исследования нами создана модель блочного типа информационной системы использования земель, предполагающая выделение шести модулей, базирующихся на цифровой картографии, ГИС и БПЛА (рис. 1).

Данные виды информации о земельных ресурсах и их использовании можно разработать различными методами, позволяющими синтезировать информацию на основе базовых технологий всевозможных научных дисциплин — прикладная математика, информационные технологии, экономика и организация сельскохозяйственного производства, землеустроительные науки и др. Именно из областей таких знаний используют методики добывания и разработки информации с использованием БПЛА, ГИС, цифровой картографии и иных программных продуктов.

Следующим шагом к внедрению системы «умное землепользование» в отрасли сельского хозяйства является формирование цифровых сельскохозяйственных регламентов и разработка электронного землеустроительного оборота. К сожалению, на сегодняшний день такие вопросы в полной мере не рассматриваются, разработка интеллектуальных технологий формирования землеустроительной документации в системе управления земельными ресурсами не производится. Единственным информационным цифровым ресурсом сегодня является Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН). Данная система поддерживается и разрабатывается Министерством сельского хозяйства Российской Федерации и снабжает подведомственные ему учреждения и организации актуальной и достоверной информацией о землях сельскохозяйственного назначения. В рамках этой системы осуществляется разработка и хранение информации о землях сельхозназначения, содержится ряд сведений о землепользователях, предоставляются результаты почвенного плодородия в ходе мелиоративных и других изысканий, описаны негативные процессы на почвах и дана информация о составе и площадях угодий и культур.

Рис. 1. Модель блочного типа информационной системы использования земель

Но такая система обеспечивает только поверхностный поток информации, ни о каком электронном документообороте не может идти и речи. Система не оперативна, она не содержит блока принятия решений, что важно при работе с землеустроительной документацией. Регионы неохотно предоставляют сведения в ЕФИС ЗСН, наполненность базы специалисты оценивают менее 50% [6].

По нашему мнению, необходимо в кратчайшие сроки сформировать пилотные проекты адаптивно-ландшафтного земледелия и землеустройства для валидации системы автоматизированного землеустроительного проектирования. Это послужит толчком к созданию специального программного обеспечения и уникальной техники для разработки цифрового электронного документооборота и сельскохозяйственных цифровых регламентов по охране земель от процессов деградации и по воспроизводству плодородия почв, повышению эффективности использования земли.

Для реализации любой системы, в том числе и системы «умное землепользование», необходимо единое кадровое обеспечение с включением образовательных программ по подготовке специалистов в области цифрового землепользования.

В России успешно развивается электронная образовательная платформа «Открытое аграрное образование», разработанная компанией ООО «Диджитал Агро». Данный образовательный продукт включает 250 образовательных программ, к платформе подключено 54 высших учебных заведений. Для развития системы «умное землепользование» такая образовательная среда является преобладающей в области развития подготовки кадров для повышения квалификации и обучения специалистов для агропромышленного комплекса.

Для подготовки и отбора персонала специалистов, готовых реализовывать проекты, направленные на развитие сельского хозяйства России, в том числе «Цифровое сельское хозяйство», мы рекомендуем определять ключевые условия для подготовки кадров цифровой экономики для АПК, изучать и анализировать основные требования, предъявляемые к системе образования в области сельского хозяйства. Кроме этого, необходимо анализировать потребности рынка труда агропромышленной сферы с учетом требований цифровой экономики России и по необходимости разрабатывать методические рекомендации по освоению необходимых компетенций в развитии цифрового сельского хозяйства на основе применения ГИС-технологий, баз данных и иных средств цифрового землеустройства.

Специалисты, компетентные к выполнению массовых работ по землеустройству и в области земельно-имущественного комплекса, должны быть ориентированы на профессиональные компетенции новой системы высшего

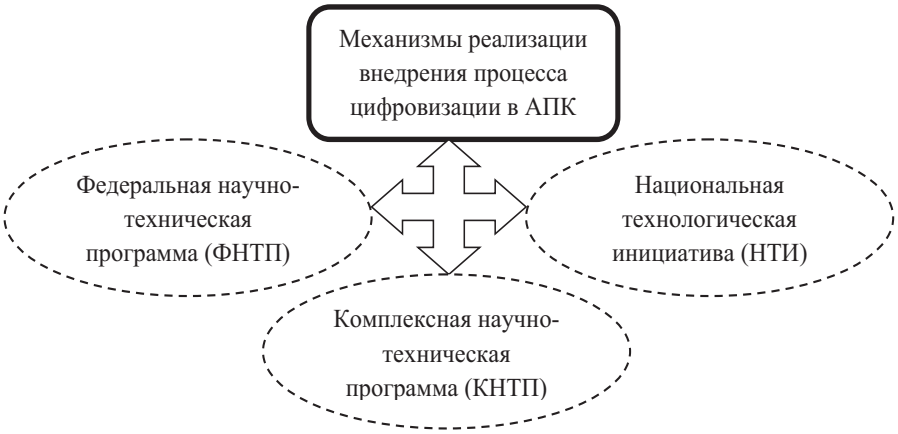


Рис. 2. Взаимодействие государственных программ для реализации мероприятий в агропромышленном секторе

землеустроительного образования. В первую очередь необходимо обеспечить такой уровень подготовки студентов, который будет отвечать современным целям обоснования землеустроительных решений на основе цифрового землеустройства, используя его методы и программное обеспечение при решении землеустроительных и других смежных задач. Такая возможность станет реальностью только в том случае, если будут созданы новые профили бакалавров и магистров по направлению «землеустройство и кадастры» для подготовки кадров, способных к созданию и дальнейшему проведению цифрового сельского хозяйства на базе умного землепользования.

Завершающим шагом к внедрению системы «умное землепользование» является создание мобильных и стационарных робототехнических комплексов, которые будут выполнять технологические операции сельскохозяйственного производства. Рассмотрение различных производственных технологий АПК дает возможность определить степень механизированных и автоматизированных процессов, а также определенные участки, где прежде всего необходимо использовать робототехнические средства. В настоящее время в агропромышленном секторе в полном объеме автоматизированных технологических процессов, можно сказать, единицы. Препятствующая причина массового внедрения автоматизированных систем — неподготовленность производства и технологий, основанных на использовании ручного труда.

Динамизации производства к выпуску робототехнических средств в АПК будет способствовать тесная взаимосвязь с Государственными программами Российской Федерации, такими как Федеральная научно-техническая программа (ФНТП), Комплексная научно-техническая программа (КНТП), Национальная технологическая инициатива (НТИ) и др. (рис. 2). Немаловажным является сотрудничество Российской академии наук и Минсельхоза России в выполнении проектных расчетов на базе данных научных организаций, с целью разработки необходимой документации по выполнению программ обеспечения наращивания производительности труда, увеличения производства продовольствия. Это будет являться ключевым показателем успешной работы всей системы «умное землепользование» от микроуровня (уровень среднего частного землепользователя) до макроуровня (территория России).

Аналитический центр Министерства сельского хозяйства России, анализируя международной опыт развития цифрового сельского хозяйства таких стран, как Финляндия, Швейцария, Швеция, Израиль, Сингапур, Нидерланды, Соединенные Штаты Америки, Норвегия, Люксембург и Германия, приводит конкретные итоги проявления цифровых инструментов умного землепользования в целях повышения производительности.

В результате активизации концепции развития цифрового сельского хозяйства, как основы информационно-экономического механизма осуществления аграрной политики государства и рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения, необходимо комплексное выполнение мероприятий, направленных на:

- разработку структуры цифровой платформы умного 3D-кадастра как базовой информационной основы для реализации умного землепользования;
- создание базы данных об объектах недвижимости на основе Big Data как главной информационной базы эффективного управления земельными ресурсами;
- формирование системы автоматизированного определения наиболее эффективного использования земельного участка сельскохозяйственного назначения;
- формирование технологии форсайта рационального и эффективного использования земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения для технологически прорывного сельскохозяйственного землепользования, основанного на цифровых технологиях и технологиях больших данных.

Данные мероприятия оправданы уровнем информатизации всех отраслей экономики, включая агропромышленный сектор России. Но такие цели можно достичь только при создании новейшей концепции современного землеустройства на основе полной цифровизации сектора «умное землепользование», к чему и стремится Правительство Российской Федерации совместно с другими научными организациями и органами исполнительной и законодательной власти.

Постепенно субъекты Российской Федерации на базе информационных ресурсов, средств и инструментов для внедрения эффективных производственных технологий разрабатывают концепции информационно-технологических платформ цифровой трансформации АПК для своих регионов. Пилотным субъектом в области апробации информационной и производственной базы цифровизации сельского хозяйства выступает Пермский край. На базе Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова разработан «ЦифроАгроБизнес» — программный продукт, который позволит автоматизировать процессы и задействовать все уровни управления агропромышленного сектора. Модель и структура «ЦифроАгроБизнес» направлена на организацию автоматизированной системы управления отраслями сельского хозяйства. Региональный ресурсно-аналитический центр во главе модулей программного продукта ставит умное землепользование, как наиболее эффективный способ внедрения и использования цифровых технологий. Липецкая и Орловская области взяли на вооружение опыт пилотного региона, но, к сожалению, на сегодняшний день четкой концепции реализации проекта цифровизации сельского хозяйства ими не предусматривается.

Система «умное землепользование», как один из составляющих ключевых моментов перехода к цифровой экономике, рассматривается в качестве основной движущей силы экономического роста, несмотря на ряд трудностей ее применения в АПК Российской Федерации. По оценке Минсельхоза России, использование цифровых технологий в АПК позволяет повысить рентабельность сельхозпроизводства за счет точечной оптимизации затрат и более эффективного распределения средств. Именно поэтому мы считаем, что с последовательным внедрением умного землепользования в сельское хозяйство страны осуществится новый скачок научно-технического прогресса. Потенциал системы направлен, в первую очередь, на выработку конкретных предложений по эффективному и комплексному использованию земель, обоснованию всевозможных путей совершенствования и развития сельскохозяйственного использования территорий, а также к логически обоснованному форсированию «идеальной» модели существующего землепользования сегодняшнего времени.

Литература

1. Постановление Правительства РФ «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество» (Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 313 по состоянию на 31.03.2020) // Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Варламов А.А., Гальченко С.А. Методология оценки эффективного управления устойчивым землепользованием // Аграрная Россия. 2017. № 12. С. 43-48.

3. Волков С.Н., Комов Н.В., Хлыстун В.Н. Как достичь эффективного управления земельными ресурсами в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 3. С. 3-7.

4. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

5. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7) // Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 18.06.2020).

6. https://www.gks.ru/ — Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (дата обращения: 18.06.2020).

Об авторах:

Варламов Анатолий Александрович, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры землепользования и кадастров, ORCID: http://orcid.org/000-0002-8772-2123, s_galch@mail.ru
Гальченко Светлана Альбертовна, доктор экономических наук, профессор,
заведующая кафедрой землепользования и кадастров, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1955-6071, s_galch@mail.ru
Гвоздева Ольга Владимировна, кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры землепользования и кадастров, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6240-4196, gvozdeva_ov@bk.ru
Чуксин Илья Витальевич, студент 3 курса, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9788-2692, chuksin-99@mail.ru

AGRICULTURAL DIGITALIZATION PROCESS ON THE BASIS OF A CONCEPTUALLY NEW SMART LAND USE SYSTEM

A.A. Varlamov, S.A. Galchenko, O.V. Gvozdeva, I.V. Chuksin

State university of land use planning, Moscow, Russia

The article considers a new innovative integrated system of smart land use in the structure of the Digital Agriculture program as an effective mechanism for managing the country's land resources to increase the efficiency of the agricultural sector. The introduction of digital technologies in agricultural production is a key strategic task implemented by the Government of the Russian Federation, which is confirmed by the adoption and implementation of the Digital Economy of the Russian Federation program. The problems of introducing a system of "smart land use" in the agricultural sector based on modern competitive domestic technologies and methods are considered. The need for the speedy implementation of the "smart land use" system based on the full digitalization of the agro-industrial sector of the economy as the fundamental principle of creating a digital land management system affecting the entire land management system of the country is analyzed.

Keywords: *information, information support, digital of land use planning, technologies, smart land use, agro-industrial sector, automation, geographic information systems (GIS).*

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF «Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii «Informatsionnoe obshchestvo» (Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15.04.2014 № 313 po sostoyaniyu na 31.03.2020) [The RF Government resolution "On approval of the state program of the Russian Federation "Information society" (resolution of the Government of the Russian Federation of 15.04.2014 No. 313 as of 31.03.2020)]. Access from reference and legal system "ConsultantPlus".

2. Varlamov, A.A., Gal'chenko, S.A. (2017). Metodologiya otsenki ehffektivnogo upravleniya ustoichivym zemlepol'zovaniem [Methodology for evaluating effective management of sustainable land use]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], no. 12, pp. 43-48.

3. Volkov, S.N., Komov, N.V., Khlystun, V.N. (2015). Kak dostich' ehffektivnogo upravleniya zemel'nymi resursami v Rossii [How to achieve effective land management in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3, pp. 3-7.

4. Rosinformagrotekh (2019). *Vedomstvennyi proekt «Tsifrovoe sel'skoe khozyaistvo»: ofitsial'noe izdanie* [Departmental project "Digital Agriculture": official publication]. Moscow, Rosinformagrotekh, 48 p.

5. Pasport natsional'nogo proekta «Natsional'naya programma «Tsifrovaya ehkonomika Rossiiskoi Federatsii» (utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nym proektam, protokol ot 04.06.2019 № 7) [Passport of the national project "National program "Digital economy of the Russian Federation" (approved by the Presidium of the presidential Council for strategic development and national projects, Protocol No. 7 dated 04.06.2019)]. Access from reference and legal system "ConsultantPlus" (accessed: 18.06.2020).

6. http://mcx.ru/ — Ofitsial'nyi sait Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki [Official website of the Ministry of agriculture of the Russian Federation]. (accessed: 18.06.2020).

About the authors:

Anatoly A. Varlamov, corresponding member of the Russian academy of sciences, doctor of economic sciences, professor,
professor of the department of land use and inventories, ORCID: http://orcid.org/000-0002-8772-2123, s_galch@mail.ru
Svetlana A. Galchenko, doctor of economic sciences, professor, head of the department of land use and inventories,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1955-6071, s_galch@mail.ru
Olga V. Gvozdeva, candidate of economic sciences, associate professor,
associate professor of the department of land use and inventories, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6240-4196, gvozdeva_ov@bk.ru
Ilya V. Chuksin, 3rd year student, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9788-2692, chuksin-99@mail.ru

chuksin-99@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»

eSCIENCE

«***International agricultural journal***» научный, рецензируемый, электронный, включен в научные базы: ВАК, РИНЦ, КиберЛенинка, AGRIS, Google.

- Публикации статей **на английском и русском языках**.
- Двухмесячный научно-производственный журнал о достижениях мировой науки и практики в агропромышленном комплексе.

Контакты: *https://iacj.eu, iacj@iacj.eu*

УДК 339.54.012+338.001.36 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15098

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Е.Ю. Власова[1], А.В. Скуматова[2], Г.А. Юдина[3]

[1]ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Россия
[2]АО «Губернские аптеки», г. Красноярск, Россия
[3]ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

Рассматриваются основные средства (ОС) сельскохозяйственного предприятия (СХП), используемые в растениеводстве и животноводстве. Целью исследования является совершенствование методики анализа ОС СХП. Используемые научные методы исследования: анализ, синтез, группировки, статистическая обработка. Описана методика анализа ОС с использованием корреляционных моделей по подотраслям сельского хозяйства. Предложено включить показатель фондоотдачи в методику анализа ОС. Исследование проводилось по данным СХП Иркутской области. Выводы по показателям модели подотрасли животноводство: константа отрицательна и составила 0,607665, следовательно, не должное поддержание ОС приведет к их нулевой эффективности; показатель при доле рабочего и продуктивного скота в общей структуре ОС составил 0,410314; показатель при доле животных на выращивании и откорме в общей структуре запасов положительно влияет на увеличение фондоотдачи; показатель при коэффициенте износа отрицателен; показатель при коэффициенте обновления является бинарным, так, обновление ОС увеличивает фондоотдачу на 0,0461322. Выводы по показателям модели подотрасли растениеводство: константа составила 0,13845; показатель при качестве почвы является бинарным, если уровень почвы выше 5, это увеличивает фондоотдачу на 0,114826; показатель при доле сельскохозяйственной техники свидетельствует, что увеличение ее доли приведет к увеличению фондоотдачи на 1,52993; показатель при коэффициенте износа отрицателен, и, если не обновлять ОС, то фондоотдача снизится на 0,501313; показатель при коэффициенте обновления положительно влияет на эффективность использования ОС, при увеличении коэффициента обновления эффективность использования ОС возрастает на 1,10763. Итак, анализ ОС СХП с использованием моделей для подотраслей позволяет учесть их специфику, выявлять значимые факторы второго порядка, влияющие на эффективность использования ОС, их взаимосвязь; обосновать выбор факторов, используемых в эконометрических моделях, и их влияние на эффективность использования ОС как в целом, так и по подотраслям.

Ключевые слова: *сельское хозяйство, сельскохозяйственное предприятие, растениеводство, животноводство, анализ основных средств, корреляционная модель.*

Основные средства (ОС) представляют собой активы организации, используемые в качестве средств труда при производстве продукции, выполнении работ или оказании услуг, либо для управленческих нужд. Техническое состояние и эффективное использование объектов ОС являются важнейшими факторами обеспечения процесса финансово-хозяйственной деятельности организации. Кроме того, основные средства оказывают значимое, а иногда существенное влияние на конечные результаты финансово-хозяйственной деятельности.

Так как деятельность сельскохозяйственного предприятия (СХП) направлена на обеспечение как населения продовольствием, так и ряда отраслей промышленности сырьем, то сельское хозяйство (СХ) является стратегически важной отраслью экономики. При этом ОС, используемые в СХ, представляют существенную долю в структуре имущества СХП и имеют ряд особенностей. Вместе с тем особенность ОС СХП должна приниматься во внимание при проведении анализа ОС, используемых как в растениеводстве (Р), так и в животноводстве (Ж).

Существующие методики анализа основных средств не в полной мере позволяют проанализировать состояние объектов ОС СХП и, следовательно, как поиска, так и обоснования резервов использования ОС. В связи с этим тема исследования является актуальной.

Цель исследования — совершенствование методики анализа ОС СХП. Для ее достижения определены следующие задачи:

- раскрыть особенности ОС СХП;
- проанализировать методики, используемые для проведения анализа ОС, а также раскрыть предлагаемую методику, используемую для анализа ОС СХП;
- описать алгоритм методики анализа ОС СХП;
- сформулировать выводы и рекомендации.

Основные средства, используемые СХП, имеют ряд особенностей. Так, базовым видом ОС СХП являются земельные участки (ЗУ), а именно земельные угодья. Кроме того, существенное место в деятельности СХП занимают такие специфичные виды ОС, как продуктивный и рабочий скот (ПРС), а также многолетние насаждения. Земельные участки и продуктивный скот не являются средствами труда в классическом понимании, так как непосредственно используются для производства сельскохозяйственной продукции, а именно продукции растениеводства и животноводства. Кроме того, урожайность зависит от степени плодородия ЗУ, а также их восстановления, как естественным путем (перевод «под пары»), так и искусственно (удобрение). В то же время ЗУ используются в Ж как в качестве пастбищ (при их использовании), так и для размещения стада.

В связи с этим особенностями деятельности СХП являются [4, с. 47]:

- зависимость результатов финансово-хозяйственной деятельности от погодных условий и климата. Так, хорошие погодные условия положительно влияют на повышение урожайности, а аномальные явления, такие как снег, град, засуха — отрицательно;
- сезонность в Р, а именно в технологии выращивания растений и, следовательно, неравномерная загрузка машин и оборудования на протяжении срока полезного использования, также неравномерное поступление выручки от реализации продукции Р;
- выращивание животных, на которых влияют биологические, природно-климатические, физические факторы, наличие приплода;
- использование СХП готовой продукции на собственные нужды.

Большой вклад в развитие методики анализа ОС для СХП внесли: Л.Т. Гиляровская, Г.В. Корнякова, Н.С. Пласкова, Г.Н. Соколова, Т.А. Пожидаева, Д.А. Ендовицкий [2], Г.В. Савицкая [8], Н.П. Любушкин [6], В.И. Завгородский, В.А. Скляр [4]. Методики этих авторов включают анализ не только структуры и динамики ОС, а также движения и состояния ОС, анализ обеспеченности ОС и эффективности их использования.

Так, анализ обеспеченности СХП ОС и уровень ОС проводится с использованием обобщающих и частных показателей. Устанавливаются причины изменения ОС, рассчитывается влияние использования ОС на объем производства продукции и другие показатели, анализируется степень использования производственной мощности СХП и оборудования. При этом выявляются резервы повышения эффективности использования ОС.

В качестве совершенствования методики анализа ОС СХП предлагается дополнить анализ эффективности использования ОС таким показателем, как анализ фондоотдачи (ФО). При этом анализировать факторы, влияющие на ФО, как первого, так и второго порядка. Факторами первого порядка, влияющими на ФО, являются доход от продаж и среднегодовая стоимость основных производственных фондов [2, с. 51; 4, с. 25; 6, с. 37; 8, с. 71].

Однако не только факторы первого порядка влияют на эффективность использования ОС. Так, в СХ ФО зависит от оптимального соотношения ОС и материально-производственных запасов (МПЗ), коэффициента износа и обновления, качества почвы, технического состояния ОС на СХП, количества ПРС. При этом важным является

© Власова Е.Ю., Скуматова А.В., Юдина Г.А., 2020
Международный сельскохозяйственный журнал, 2020, том 63, № 5 (377), с. 73-76.

тот факт, что СХ имеет специфичные подотрасли — растениеводство (Р) и животноводство (Ж). Именно поэтому предлагается построение корреляционной модели по каждой подотрасли.

Кроме того, факторы первого порядка напрямую воздействуют на эффективность использования ОС в отличие от факторов второго порядка.

Нулевая гипотеза заключается в том, что на ФО в модели Ж будут влиять такие показатели, как доля ПРС в общей структуре ОС, доля животных на выращивании и откорме в общей структуре запасов, коэффициент износа и коэффициент обновления, а в модели Р — качество почвы, доля техники, используемой для производства продукции растениеводства в общей структуре ОС, коэффициент износа и коэффициент обновления.

Факторы второго уровня, влияющие на ФО для СХП, определены путем построения корреляционной модели методом наименьших квадратов (МНК). Предлагаемые факторы второго порядка, влияющие на изменение ФО (Y_zh) в модели Ж представлены в таблице 1.

Построение корреляционной модели временных рядов, как для модели Ж, так и для модели Р осуществлялось с использованием МНК в программе GNU Regression, Econometrics and Time-series Library (gretl).

Уравнение для модели Ж при условии, если все факторы будут значимы, имеет вид:

$$Y_zh = const + a_1 \times Cattle_in_OS + a_2 \times Cattle_in_Z + a_3 \times Wear_zh + a_4 \times Renovation_zh$$

где a_1, a_2, a_3, a_4 — коэффициенты перед факторами второго порядка, рассчитанные с помощью МНК; Cattle_in_OS, Cattle_in_Z, Wear_zh, Renovation_zh — факторы второго порядка, влияющие на изменение ФО в модели Ж (табл. 1); Y_zh — ФО отрасли Ж.

Формулы расчета показателей второго порядка для модели Ж представлены в таблице 2.

Таблица 1

Факторы второго порядка, влияющие на изменение ФО в модели Ж

Обозначение фактора	Фактор, влияющий на изменение ФО
Cattle_in_OS	Доля ПРС в общей структуре ОС
Cattle_in_Z	Доля животных на выращивании и откорме в общей структуре МПЗ
Wear_zh	Коэффициент износа ОС для модели Ж
Renovation_zh	Коэффициент обновления ОС для модели Ж

Таблица 2

Формулы для расчета показателей второго порядка для модели Ж

Показатель	Формула	Обозначения
Y_zh	ВП ж/ОС ж	ВП ж — валовая прибыль, полученная от Ж; ОПФ ж — среднегодовая стоимость ОС, используемых для продукции Ж
Cattle_in_OS	Ж/ОС к.п.	Ж — стоимость ПРС на конец периода; ОС к.п. — стоимость всех ОС на конец периода
Cattle_in_Z	Жв/З к.п.	Жв – стоимость животных на выращивании и откорме на конец периода; З к. п. — стоимость всех МПЗ на конец периода
Wear_zh	ОСи ж/ОСпс ж	ОСи ж — амортизация ОС, используемых для Ж; ОСпс ж — первоначальная стоимость ОС, используемых для Ж
Renovation_zh	ОСвв ж/ОСк ж	ОСвв ж — стоимость поступивших ОС, используемых для Ж; ОСк ж — стоимость ОС на конец периода, используемых для Ж

Таблица 3

Факторы второго порядка, влияющие на изменение ФО в модели Р

Обозначение фактора	Фактор, влияющий на изменение ФО
Soil_quality	Качество почвы
Machinery	Доля СХ техники, используемой для производства продукции Р в общей структуре ОС
Wear_r	Коэффициент износа ОС для модели Р
Renovation_r	Коэффициент обновления ОС для модели Р

Таблица 4

Формулы для расчета показателей второго порядка для модели Р

Показатель	Формула	Обозначения
Y_r	ВП р/ОС р	ВП р — валовая прибыль, полученная от Р; ОС р — среднегодовая стоимость ОС, используемая для продукции Р
Soil_quality	В/П	В — количество взошедших растений; П — количество посаженных растений
Machinery	Тр/ОС к.п.	Тр — стоимость СХ техники, используемой для производства продукции Р на конец периода; ОС к.п. — стоимость всех ОС на конец периода
Wear_r	ОСи р/ОСпс р	ОСи р — стоимость амортизации ОС, используемых для Р; ОСпс р — первоначальная стоимость ОС, используемых для Р
Renovation_r	ОСвв р/ОСк р	ОСвв р — стоимость поступивших ОС, используемых для Р; ОСк р — стоимость ОС на конец периода, используемых для Р

Предлагаемые факторы второго порядка, влияющие на изменение ФО (Y_r) в модели Р представлены в таблице 3.

Уравнение для модели Р при условии, если все факторы будут значимы, имеет вид:

$$Yr = const + a_5 \times Soil_quality + a_6 \times Machinery + a_7 \times Wear_r + a_8 \times Renovation_r$$

где a_5, a_6, a_7, a_8 — коэффициенты перед факторами второго порядка, рассчитанные с помощью МНК; Soil_quality, Machinery, Wear_r, Renovation_r — факторы второго порядка, влияющие на изменение ФО в модели Р (табл. 3); Yr — ФО отрасли Р.

Формулы для расчета показателей второго порядка для модели Р представлены в таблице 4.

Уровень качества почвы в предлагаемой методике определяется в зависимости от среднего процента произрастания СХ растений. Так, если на СХП средний процент произрастания СХ растений равен или больше 55%, то при построении модели ставится 1, а если меньше — то 0, так как этот показатель второго порядка является бинарным.

Показатели в корреляционных моделях демонстрируют специфику подотраслей СХ. Так, в модели Ж это такие показатели, как доля ПРС в общей структуре ОС на конец периода и доля животных на выращивании и откорме в общей структуре МПЗ на конец периода, а в модели Р — качество почвы и доля СХ техники, используемой для производства продукции Р в общей структуре ОС. Показатели коэффициент износа и коэффициент обновления были взяты в двух моделях для того, чтобы подтвердить нулевую гипотезу о том, что эти коэффициенты значимы и влияют на эффективность использования ОС как в модели Ж, так и в модели Р.

Предлагаемая методика включает следующие этапы: подготовительный, анализ ОС СХП по предлагаемой методике (по подотраслям Ж и Р), обобщающий этап.

Подготовительный этап включает сбор информации для проведения анализа ОС, а также исследование полноты и надежности такой информации. В качестве информационного обеспечения для анализа ОС СХП используется бухгалтерская (финансовая) отчетность (бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах) и формы отчетности о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, а также пояснения к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах. А, при необходимости, учетные регистры и первичные учетные документы.

Детализация этапа анализа ОС СХП по предлагаемой методике представлена на рисунке. Предлагаемая методика применима при построении корреляционных моделей Ж и Р.

Для построения корреляционных моделей осуществляется загрузка данных в программу gretl как временной ряд отдельно для Ж и для Р, проводится тест на нормальность распределения и построение описательной статистики зависимого фактора. Затем осуществляется построение корреляционной модели МНК. При этом следует проанализировать показатели второго порядка на предмет значимости факторов, исходя из t-статистик и p-значений, и исключить незначимые факторы. На обобщающем этапе формулируются выводы как по каждому фактору второго порядка, так и в целом.

Предлагаемый алгоритм анализа ОС СХП отображает последовательность действий при

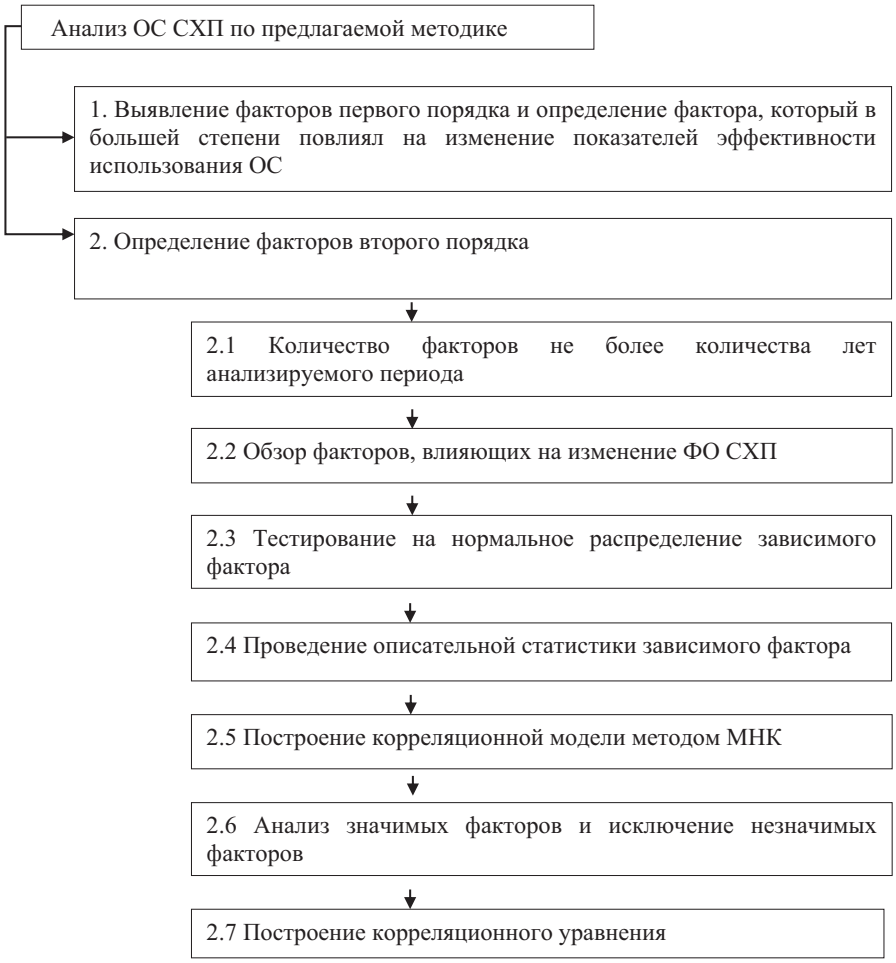


Рис. Детализация этапа анализ ОС СХП по предлагаемой методике

проведении анализа ОС. Это позволяет СХП выявлять резервы для эффективного и рационального распределения и использования ОС между отраслями СХ, а также выявить неэффективно используемые объекты ОС.

Проиллюстрируем методику анализа ОС СХП на условном примере, а именно, на ООО «Село», осуществляющем свою деятельность на территории Иркутской области. При построении эконометрической модели в качестве показателя эффективности ОС взят показатель ФО, так как он является базовым в рассматриваемой группе показателей.

Представим эконометрическую модель для ООО «Село», построенную для подотрасли Ж:

$$Y_zh = -0{,}607665 + 0{,}410314 \times Cattle_in_OS + 3{,}46222 \times Cattle_in_Z - 0{,}650866 \times Wear_zh + 0{,}0461322 \times Renovation_zh$$

где Cattle_in_OS — доля ПРС в общей структуре ОС; Cattle_in_Z — для животных на выращивании и откорме в общей структуре МПЗ; Wear_zh — коэффициент износа ОС для модели Ж; Renovation_zh — коэффициент обновления ОС для модели Ж.

Эконометрическая модель для ООО «Село», построенная для подотрасли Р, имеет следующий вид:

$$Y_r = 0{,}13845 + 0{,}114826 \times Soil_guality + 1{,}52993 \times Machinery - 0{,}501313 \times Wear_r + 1{,}10763 \times Renovation_r$$

где Soil_guality — качество почвы; Machinery — доля СХ техники, используемой для производства продукции Р в общей структуре ОС; Wear_r — коэффициент износа ОС для модели Р; Renovation_r — коэффициент обновления ОС для модели Р.

Полученные результаты по предлагаемой методике анализа ОС СХП позволяют сделать выводы как по каждому показателю, так и по моделям в целом.

Выводы по каждому показателю для модели Ж и интерпретация полученных оценок для модели Ж включают следующее:

1. Константа отрицательна и составила 0,607665, то есть если не поддерживать ОС СХП, то их эффективность будет сводиться к нулю, и не будет приносить прибыли СХП.

2. Показатель при доле ПРС в общей структуре ОС (Cattle_in_OS) составил 0,410314, что свидетельствует о том, что при увеличении доли ПРС в общей структуре ОС на единицу ФО увеличится на 0,410314. Значимость этого показателя обусловлена спецификой СХП.

3. Показатель при доле животных на выращивании и откорме в общей структуре МПЗ (Cattle_in_Z) значим и положительно влияет на увеличение ФО. Выбор этого показателя также обусловлен спецификой деятельности отрасли. Так, чем больше доля животных на выращивании и откорме в общей структуре МПЗ, тем больше вероятность перехода животного в основное стадо, и, следовательно, в состав ОС. А это значит, что есть большая вероятность увеличения производственных мощностей.

4. Показатель при коэффициенте износа (Wear_zh) отрицательный, следовательно, если ОС не обновлять, то эффективность СХП будет снижаться. При этом увеличение коэффициента износа на единицу приведет к снижению уровня ФО на 0,650866.

5. Показатель при коэффициенте обновления (Renovation_zh) является бинарным, то есть если в рассматриваемом году были обновления ОС для отрасли Ж, то это увеличивает ФО, а значит и эффективность ОС на 0,0461322.

Из рассмотренных показателей наибольшее влияние на ФО для модели Ж оказывают животные на выращивании и откорме в общей структуре МПЗ (Cattle_in_Z), поэтому СХП ООО «Село», прежде всего, необходимо финансировать в животных на выращивании и откорме для подотрасли Ж.

Выводы по каждому показателю для модели Р и интерпретация полученных оценок для модели Р включают следующее:

1. Константа составила 0,13845, то есть если ООО «Село» не будет финансировать рассмотренные показатели, то ФО составит 0,13845.

2. Показатель при качестве почвы (Soil_guality) является бинарным. Уровень качества почвы от 6 и выше является хорошим показателем, поэтому, где уровень почвы от 6 и выше, балл равен единице, а где нет — нулю. В результате построения модели получили, что если уровень почвы 6 и выше, то это увеличивает ФО на 0,114826.

3. Показатель при доле СХ техники, используемой для производства продукции Р, в общей структуре ОС (Machinery) значим и положительно влияет на увеличение ФО. Этот показатель специфичен. Так, увеличение доли СХ техники, используемой для производства продукции Р, в общей структуре ОС на единицу приведет к увеличению ФО на 1,52993.

4. Показатель при коэффициенте износа (Wear_r) отрицательный, а это значит, что если ОС не обновлять, то ФО будет снижаться. А увеличение коэффициента износа на единицу приведет к снижению уровня ФО на 0,501313.

5. Показатель при коэффициенте обновления (Renovation_r) положительно влияет на эффективность использования ОС. При увеличении коэффициента обновления на единицу эффективность использования ОС возрастает на 1,10763.

Из рассмотренных показателей наибольшее влияние на ФО для модели Р оказывает показатель при качестве почвы (Soil_guality), поэтому такому СХП, как ООО «Село», прежде всего, необходимо финансировать в улучшение качества почвы и урожайность.

Построенные корреляционные модели характеризуют не только отличия подотраслей сельского хозяйства, а также демонстрируют общую тенденцию к обновлению ОС на СХП. В целом, в результате построения моделей выявлено, что коэффициент износа отрицательно влияет на увеличение ФО как для Ж, так и для Р, остальные факторы влияют на ФО положительно.

Проведенный анализ ОС показал, что на СХП ООО «Село» за анализируемый период не наблюдается общей тенденции к увеличению или снижению рассмотренных показателей, что подтверждает предположение о необходимости построения корреляционных моделей для подотраслей Ж и Р. Это позволяет выявить, на какие факторы в большей степени нужно обращать внимание СХП для улучшения эффективности использования ОС, а значит и для оптимизации выручки и, следовательно, прибыли.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы и рекомендации:

– анализ ОС СХП с использованием моделей для подотраслей СХ, а именно Ж и Р, позволяет учесть специфику этих подотраслей и выявлять значимые факторы второго порядка, влияющие на эффективность использования ОС, а также выявлять взаимосвязь таких факторов;
– обосновать выбор факторов, учитывающих специфику СХП, используемых в эконометрических моделях, а также влияние факторов на эффективность использования ОС как в целом, так и по подотраслям Ж и Р.

Предложенная методика анализа ОС СХП дополняет универсальную методику показателями второго порядка и определяет качественные характеристики, влияющие на изменение ФО СХП путем построения корреляционных моделей МНК. Построение корреляционных моделей для анализа ОС позволяет учесть не только специфику сельскохозяйственной отрасли в целом, но и подотраслей Ж и Р. Это позволяет сделать вывод об использовании ОС как по результатам анализа ОС по подотраслям СХ, так и в целом по СХП.

Литература

1. Воитлева З.А. Анализ современного состояния и роли сельского хозяйства в экономике страны и региона // Новые технологии. 2015. № 1. С. 46-50.
2. Гиляровская Л.Т., Корнякова Г.В., Пласкова Н.С., Соколова Г.Н., Пожидаева Т.А., Ендовицкий Д.А. Экономический анализ. М.: ЮНИТИ, 2014. 610 с.
3. Журкина Т.А., Баклашова Ю.В. Основные средства: обеспеченность и эффективность использования // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2017. С. 241-245.
4. Завгородский В.И., Скляр В.А. Экономический анализ хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий. М.: Колос, 1983. 287 с.
5. Лукашев Н.И. Повышать эффективность использования основных производственных фондов // АПК: экономика, управление. 2018. № 12. С. 49-52.
6. Любушкин Н.П. Экономический анализ. М.: ЮНИТИ, 2016. 820 с.
7. Михайлов Д.С. Влияние основных средств на производительность труда в скотоводстве Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2011. № 2(14). С. 89-94.
8. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий. М.: Инфра-М, 2013. 654 с.
9. Осипова А.И., Левченко Д.К. Животные на выращивании и откорме: оценка и учет // Инновационные технологии и технические средства для АПК. 2015. С. 76-82.
10. Ховрина Д.Р. О вопросах методики анализа основных средств предприятия // Молодой ученый. 2016. № 10. С. 924-927.
11. IAS 16 «Fixed assets». URL: https://www.ifac.org/
12. IAS 41 «Agriculture». URL: https://www.ifac.org/

Об авторах:

Власова Елена Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и статистики, vlasoff61@mail.ru
Скуматова Алена Владимировна, специалист-аналитик, skumatova.alena@yandex.ru
Юдина Галина Александровна, доцент кафедры бухгалтерского учета и статистики, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6287-9864, yudina117@yandex.ru

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF ANALYSIS OF FIXED ASSETS AT AGRICULTURAL ENTERPRISE

E.Yu. Vlasova[1], A.V. Skumatova[2], G.A. Yudina[3]

[1]Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia
[2]JSC "Provincial pharmacies", Krasnoyarsk, Russia
[3]Siberian federal university, Krasnoyarsk, Russia

We consider the fixed assets (FA) of an agricultural enterprise (AE) used in crop production and animal husbandry. The aim of the study is an improvement of the methodology of analysis of FA of an AE. Scientific research methods used are: analysis, synthesis, grouping, statistical processing. The technique of FA analysis using correlation models for agricultural sub-sectors is described. It is proposed to include the capital productivity ratio in the FA analysis methodology. The study was conducted according to the agricultural data of the Irkutsk region. Conclusions on the ratios of the livestock breeding sub-sector model: the constant is negative and amounted to 0.607665, therefore, the poor maintenance of the FA will lead to their zero efficiency; the ratio with the share of working and productive cattle in the total FA structure was 0.410314; the ratio with the share of animals in rearing and fattening in the general structure of stocks positively affects the increase in capital productivity; the ratio with a wear coefficient is negative; the ratio with the coefficient of renewal is binary, so updating FA increases the return on assets by 0.0461322. Conclusions on the ratios of the model of the sub-branch of crop farming: constant was 0.13845; the ratio for soil quality is binary, so if the soil level is above 5, this increases the return on assets by 0.114826; the ratio with the share of agricultural machinery indicates that an increase of its share will lead to an increase in capital productivity by 1.52993; the ratio with a wear coefficient is negative, and not updating FA will lead to capital productivity decreasing by 0.501313; the ratio with the coefficient of renewal positively affects the efficiency of using FA, and with an increase in the coefficient of renewal, the efficiency of using FA increases by 1.10763. The analysis of FA of an AE using models for sub-sectors allows you to take into account their specificity, identify significant second-order factors affecting the efficiency of the FA use, their interrelation; substantiate the choice of factors used in econometric models, and their impact on the efficiency of using FA, both in general and by sub-sectors.

Keywords: *agriculture, agricultural enterprise, crop production, animal husbandry, analysis of fixed assets, correlation model.*

References

1. Voitleva, Z.A. (2015). Analiz sovremennogo sostoyaniya i roli sel'skogo khozyaistva v ehkonomike strany i regiona [Analysis of the current state and the role of agriculture in the economy of the country and region]. *Novye tekhnologii* [New Technologies], no. 1, pp. 46-50.
2. Gilyarovskaya, L.T., Kornyakova, G.V., Plaskova, N.S., Sokolova, G.N., Pozhidaeva, T.A., Endovitskii, D.A. (2014). *Ehkonomicheskii analiz* [Economic analysis]. Moscow, YUNITI Publ., 610 p.
3. Zhurkina, T.A., Baklashova, Yu.V. (2017). Osnovnye sredstva: obespechennost' i ehffektivnost' ispol'zovaniya [Fixed assets: sufficiency and efficiency of use]. *Sovremennye tendentsii razvitiya tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv v sel'skom khozyaistve: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Current trends in the development of technologies and technical assets in agriculture. Proceedings of the International scientific and practical conference]. Voronezh, pp. 241-245.
4. Zavgorodskii, V.I., Sklyar, V.A. (1983). *Ehkonomicheskii analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii* [Economic analysis of economic activities of agricultural enterprises]. Moscow, Kolos Publ., 287 p.
5. Lukashev, N.I. (2018). Povyshat' ehffektivnost' ispol'zovaniya osnovnykh proizvodstvennykh fondov [To increase the efficiency of using fixed assets]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 12, pp. 49-52.
6. Lyubushkin, N.P. (2016). *Ehkonomicheskii analiz* [Economic analysis]. Moscow, YUNITI Publ., 820 p.
7. Mikhailov, D.S. (2011). Vliyanie osnovnykh sredstv na proizvoditel'nost' truda v skotovodstve Yaroslavskoi oblasti [The influence of fixed assets on labor productivity in cattle breeding in the Yaroslavl region]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Bulletin of the AIC of the Upper Volga region], no. 2(14), pp. 89-94.
8. Savitskaya, G.V. (2013). *Analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti predpriyatii* [Analysis of economic activities of AIC enterprises]. Moscow, Infra-M Publ., 654 p.
9. Osipova, A.I., Levchenko, D.K. (2015). Zhivotnye na vyrashchivanii i otkorme: otsenka i uchet [Animals on growing and fattening: assessment and accounting]. *Innovatsionnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya APK* [Innovative technologies and technical means for agriculture], pp. 76-82.
10. Khovrina, D.R. (2016). O voprosakh metodiki analiza osnovnykh sredstv predpriyatiya [On the issues of methods of analysis of fixed assets of the enterprise]. *Molodoi uchenyi* [Young scientist], no. 10, pp. 924-927.
11. IAS 16 «Fixed assets». URL: https://www.ifac.org/
12. IAS 41 «Agriculture». URL: https://www.ifac.org/

About the authors:

Elena Yu. Vlasova, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of accounting and statistics, vlasoff61@mail.ru
Alena V. Skumatova, specialist-analyst, skumatova.alena@yandex.ru
Galina A. Yudina, associate professor of the department of accounting and statistics, yudina117@yandex.ru

vlasoff61@mail.ru

УДК 631.171:658.011.56

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15099

ОТ КОНЦЕПЦИИ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В.И. Меденников

Вычислительный центр имени А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия

В статье дается теоретическое осмысление предшествующего опыта информатизации АПК России, связанного с достигнутыми мировыми результатами цифровизации сельского хозяйства, в целях поиска новых эффективных подходов к начавшейся цифровизации отрасли в России. Показано, что в России концептуальные вопросы проектирования единой цифровой платформы АПК были проработаны в результате расчетов на основе математической модели формирования оптимальной цифровой платформы в АПК еще в рамках задания «Электронизация сельского хозяйства» Комплексной программы НТП стран-членов СЭВ. Модель позволила выделить ряд облачных цифровых подплатформ, общих для большинства сельскохозяйственных организаций: сервис сбора и хранения пооперационной первичной учетной информации в единой базе данных; сервис единой базы данных технологического учета; сервис приложений, представляющий из себя программную реализацию функциональных управленческих задач с единым описанием алгоритмов. Теоретическим обоснованием такого концептуального подхода явились идеи Общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством в СССР, предложенной выдающимися российскими учеными А.И. Китовым и В.М. Глушковым. В статье показано, что мировые тенденции цифровизации сельского хозяйства смещаются в сторону данных идей. В работе дан анализ проблем эффективности внедрения цифровых технологий в АПК России, к основным из которых можно отнести: отсутствие ясной стратегии в этой сфере со стороны Минсельхоза России; доминирование «позадачного» метода разработки и внедрения систем цифровизации. Для демонстрации возможности формирования облачных сервисов на основе модели формирования цифровой платформы АПК представлены схемы: перспективной цифровой подплатформы точного земледелия и единого интернет-пространства цифрового взаимодействия логистической деятельности сельскохозяйственного производства, переработки и сбыта продукции.

Ключевые слова: *цифровая платформа, сельское хозяйство, математическое моделирование, логистика, точное земледелие.*

Введение

В настоящее время в связи с курсом на цифровизацию отрасли перед агропромышленным комплексом возникли такие же вызовы, которые возникли в 80-е годы прошлого века, связанные с появлением персональных компьютеров (ПК) и началом их массового внедрения во многих отраслях страны. Существенное отличие заключается в том, что, благодаря прозорливости двух великих ученых академиков Н.Н. Моисеева и А.А. Никонова, накануне принятия Комплексной программы НТП стран-членов СЭВ «Электронизация народного хозяйства» был создан Всероссийский научно-исследовательский институт кибернетики АПК (ВНИИК), в котором была собрана большая команда выпускников МФТИ (около 50 человек).

ВНИИК основной стратегией электронизации АПК выбрал идеи Общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством в СССР (ОГАС), предложенной выдающимися российскими учеными А.И. Китовым и В.М. Глушковым [1]. Эти идеи предполагают формирование единой системы сбора и анализа учетной и статистической отчетности, внедрение типовых производственных и научно-образовательных информационно-управляющих систем (ИУС).

Симбиоз идей ОГАС и системного научного подхода Н.Н. Моисеева к управлению сложными системами позволил ВНИИК выбрать к информатизации АПК наиболее рациональный подход — разработка комплексных, типовых ИУС на эталонных объектах с последующим тиражированием отработанных, испытанных подсистем на остальные предприятия [2]. Одним из таких объектов был агрокомбинат «Кубань», в котором было 19 типов (всего 65) предприятий. За короткое время в течение двух лет отдельные программные подсистемы, отработанные на эталонных объектах, были переданы для внедрения примерно в тысячу предприятий страны. Такая технология позволила повысить экономическую эффективность разработки и внедрения информационных систем (ИС) на целые порядки.

В настоящее время необходим комплексный анализ теоретического наследия предшествующего этапа информатизации АПК России в сочетании его с мировыми путями и тенденциями цифровой трансформации сельского хозяйства в целях поиска новых эффективных подходов к начавшейся цифровизации отрасли в России в условиях отсутствия научной организации, обеспечивающей научно-методическое сопровождение данного процесса.

Анализ опыта информатизации АПК России и тенденций развития цифровизации сельского хозяйства в мире

При разработке и внедрении комплексных ИУС в рамках задания «Электронизация сельского хозяйства» возникли проблемы с конфигурированием их (сбором ИУС из кирпичиков типовых модулей) на большое количество территориально-организационных структур сельскохозяйственных предприятий. Попытки анализа таких структур с целью кластеризации и выделения конечного числа их, следствием чего явилось бы и конечное множество типовых комплексных ИУС, не привели к положительному результату. Таких вариантов оказалось слишком много, связанных, в частности, с началом реформирования отрасли. Для решения указанной проблемы в свете предстоящего массового внедрения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в сельском хозяйстве была разработана технология синтеза оптимальных ИС предприятий, опирающаяся на математическую модель [3].

В результате расчетов на основе данной модели были получены и разработаны онтологические (концептуальные) и логические модели технологических баз данных (БД) в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д., единые для всех сельскохозяйственных предприятий России. Аналогичным образом была проведена интеграция на основе онтологического моделирования технологических БД 19 типов предприятий.

На рисунке 1 приведена укрупненная концептуальная онтологическая модель растениеводства, которую разработал совместно с ВНИИК творческий коллектив, включающий ведущих специалистов растениеводческих НИИ на единой концептуальной базе. При этом на основе онтологического моделирования были сформированы 240 функциональных управленческих задач с единым описанием алгоритмов для большинства сельскохозяйственных организаций. В скобках на рисунке 1 приведено количество показателей в соответствующих информационных группах. Полученные таким образом модели на сегодняшний день могут служить прообразом цифровых стандартов на оси: технологические информационные ресурсы (ИР), ось приложений (задачи управления).

Также был разработан прообраз еще одного стандарта, так называемого базового программного комплекса (БИПК), представляющего набор инструментальных программных средств для реализации различных режимов обработки информации. Данный БИПК был протестирован и утвержден комиссией Госагропрома и рекомендован в качестве основного инструмента (стандарта) в АПК.

© Меденников В.И., 2020

Рис. 1. Укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства

Кроме того, технология синтеза оптимальных ИС позволила разработать еще один стандарт на ИР. Это стандарт на первичную учетную информацию, представляющий из себя универсальный вид сбора и хранения ее: вид операции, объект операции, место проведения, кто проводил, дата, интервал времени, задействованные средства производства, объем операции, вид и объем потребленного ресурса.

В последующем модель синтеза оптимальных ИС была обобщена до математической модели формирования цифровых платформ (ЦП) отраслей и страны в целом [4]. Сформированная на ее основе ЦП представляет собой интеграцию в единой облачной базе данных (ОБД) всех данных первичного, технологического и статистического учета отраслей на базе смоделированной унифицированной системы сбора, хранения и использования ее, единых классификаторов, справочников, нормативов, прочих реестров всех материальных, интеллектуальных и человеческих ресурсов.

Заметим, большинство указанных подплатформ в концепции национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство» являлись бы просто некоторыми сервисными ИС в среде единой указанной выше ЦП.

На Западе в результате приобретенного опыта применения отдельных цифровых технологий в сельском хозяйстве постепенно приходят к такой же концепции интеграции данных и систем, как в агрокомбинате «Кубань». Так, компания J'son & Partners Consulting [5] считает, что в настоящее время в сельском хозяйстве формируются две ЦП на базе облачных технологий: платформы-агрегаторы экономической информации (платформы для первичного сбора и накопления данных) и прикладные платформы. При этом считается, что только при облачном подходе будет достигнута наибольшая эффективность цифровизации производства, поскольку в этом случае информация становится доступна для предприятий всех размеров, а не только для отдельных наиболее крупных из них, что особенно актуально для России с ее большим количеством малых хозяйств.

Данная концепция скажется на взаимоотношениях между производителями и партнерами цепочки добавленной стоимости (логистические, оптовые фирмы, розничные сети) за счет реализации облачных технологий модели прямых продаж, когда производитель «видит» всех участников цепочки, вплоть до конечного потребителя, а также, исходя из этого, сроки, объем и номенклатуру спроса. После чего на основе различных математических моделей планирует производство ровно в том объеме и в те сроки, какие требуется потребителю, а в дальнейшем поставки продукции будут происходить на базе облачных технологий в автоматическом режиме обмена данными между участниками логистической цепочки поставок с минимизацией количества посредников. В этом случае, по мнению французских экспертов, широкое внедрение цифровых технологий в любое производство позволяет перейти к новому типу производственных предприятий: от фазы контроля качества после фазы производства к принципу текущего контроля всех производственных операций [6].

Проблемы научно обоснованного подхода к цифровой трансформации в АПК

Однако, невзирая на положительный опыт и теоретические проработки комплексного, интеграционного подхода в недалеком прошлом в России, а также ясных тенденций в передовых странах, в АПК продолжается эпоха позадачного проектирования ИС под вывеской цифровой трансформации в силу сиюминутной выгоды такого подхода. Например, Минсельхозом России в конце 2019 г. разработана концепция национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство», в которой приводится перечень подплатформ, состав которых и определяет саму платформу: подплатформа сбора статистических данных агропромышленного комплекса, подплатформа обеспечения информационной поддержки и предоставления услуг, подплатформа цифрового землепользования и землеустройства, подплатформа хранения и распространения информационных материалов, подплатформа прослеживаемости продукции АПК, подплатформа агрометеопрогнозирования, сервис многофакторного оперативного мониторинга, диагностики и упреждающего моделирования развития болезней сельскохозяйственных культур. Однако в концепции ни слова не говорится о трансформации технологий процессов управления сельским хозяйством. Не затрагиваются и проблемы формирования единой облачной образовательной среды АПК, которая должна выполнять триединую роль: поддержка научных исследований, повышение уровня образования (порой переподготовкой) для всех слоев населения, эффективная система трансфера научно-образовательных знаний в экономику за счет неограниченного доступа к данным знаниям не только традиционным пользователям в лице научных работников, студентов и преподавателей, но и будущим абитуриентам и работодателям, госорганам, товаропроизводителям, бизнесу, менеджменту, другим категориям населения. Кроме того, подход к ЦП сельского хозяйства как к сумме указанных подплатформ, исключает интеграцию их на действительно интегрированной единой ЦП АПК.

Вслед за Минсельхозом в [7] предлагается также позадачный подход к научно-технологическому развитию цифрового сельского хозяйства — «умное сельское хозяйство». Так, рассматриваются отдельные направления, такие как «Умное землепользование», «Умное поле», «Умный сад», «Умная теплица», «Умная ферма», без разработки единой архитектуры, онтологического моделирования на принципах интеграции информационных ресурсов, без учета мировых тенденций в области цифровизации сельского хозяйства в виде создания системы управления информацией, то есть сбора, обработки, хранения и распространения необходимых данных на основе повсеместной интеграции разрозненных данных в единую систему.

Более того, утверждается, что «экспертная команда программы цифровой экономики по-

лагает, что в рамках цифровой трансформации должно создаваться множество информационных платформ». Чувствуется, что разрабатывали документ люди, довольно далекие от информатизации. Что было бы, если бы новый трактор разрабатывался подобным образом без его проекта — колеса отданы на откуп одной организации, кабина — другой, двигатель — третьей. Что самое удивительное — в документе ни слова нет, как и в концепции Минсельхоза, о формировании единой облачной интегрированной научно-образовательной среды АПК.

В связи с актуальностью проблемы цифровизации многократно увеличилось количество публикаций на эту тему, многие из которых носят поверхностный, несистемный взгляд на эффективность цифровой трансформации отрасли. Так в [8] утверждается, что «основной показатель цифровизации в сельском хозяйстве — уровень развития Интернета и связи». Хотя по самому определению цифровой экономики (ЦЭ) развитие Интернета является необходимым, но отнюдь не достаточным условием цифровизации экономики. Такой примитивный подход уводит экспертное сообщество от решения действительно насущных проблем цифровой экономики [9].

Как видно, ЦЭ неминуемо заставляет данный процесс смещаться в сторону интеграции, как ИС, так и ИР, что возможно только на основании соответствующих стандартов, онтологического моделирования представления ИР, функций управления, а также на основе комплексного подхода на всех этапах проектирования, разработки и внедрения систем цифровизации [9]. К такому выводу приходят и в развитых странах в результате конкурентной борьбы большого числа фирм-разработчиков ИС.

Системный подход требует также утверждения единого генерального конструктора (архитектора) цифровизации АПК с соответствующим научным и технологическим сопровождением, подобно С.П. Королеву в космической отрасли. Иначе не за горами очередное разочарование в информатизации экономики страны. Как, например, произошло в АПК в эпоху «позадачного» проектирования и разработки ИС. Так, в [10] утверждается, что «попытки решения управленческих задач за счет ЭВМ приводили к огромным затратам труда и средств, и все это кануло в «лету», информатизация сельского хозяйства принесла только вред и никакого эффекта в ВВП страны не принесла». Применение позадачного, оригинального проектирования и в эпоху ЦЭ породило убеждение в ненужности НИИ, комплексно занимающихся исследованиями в области ЦЭ.

В результате, с молчаливого согласия Минсельхоза, ФАНО и РАН был ликвидирован ВНИИК, а в Институте аграрных проблем и информатики была закрыта тематика исследований по ЦЭ АПК, Тимирязевская академия не превратилась в центр компетенций по ЦЭ, более того, полигоном, на котором бы отрабатывались самые передовые, перспективные цифровые технологии. Необходимость иметь специализированный НИИ по цифровизации отрасли продиктована еще одним весомым аргументом. Как правило, каждые 2-3 года в Минсельхозе обновляется команда, отвечающая за информатизацию отрасли. На счету автора в настоящее время в Минсельхоз пришла уже десятая команда. Каждая новая стояла перед выбором: либо начинать разработки в соответствии с научным, комплексным подходом к проведению проектных работ, что требует квалификации и достаточно длительного времени, которых у них нет, а положиться на соответствующий НИИ нет возможности в силу ликвидации таковых; либо делать быстро некие поделки, облекая их в красивые названия, собирая с миру по нитке для демонстрации хоть каких-то успехов. Тут уж никакая наука точно не нужна. Автор принимал участие в разработке указанной концепции Минсельхоза. Были даны предложения о научном подходе на 500 страницах. Однако реализация их требует кропотливого, долгого труда, поэтому предложения были представлены в разделе, посвященному опыту разработки ИС.

Рассмотрим причины такого отношения к данному направлению. В [11] показано, что для успешной реализации научно-технологической инновации необходимы три условия: должен созреть «социальный заказ», должен быть сформирован необходимый технический уровень для ее реализации и должен быть развит социально-образовательный уровень будущих исполнителей и потребителей для адекватного (компетентного) восприятия и использования инновации.

Хотя, на первый взгляд, в стране большой потенциал для развития цифровых технологий в силу низких как продуктивности культур, так производительности труда (в США в 20 раз выше), однако, эти же данные указывают на недостигнутый еще потолок традиционных факторов увеличения эффективности производства сельскохозяйственной продукции, к которым можно отнести: выведение более продуктивных сортов культур, производство более энергоэффективной техники, создание сбалансированной оптимальной агротехнологической системы осуществления сельскохозяйственной деятельности, разработка эффективных средств питания и защиты растений. На Западе же цифровизация осталась, практически, единственным фактором повышения эффективности и качества продукции АПК на фоне исчерпания указанных факторов. По этой причине во время совещания у В.В. Путина 25.05.2020 г. по проблемам сельского хозяйства не прозвучало даже упоминания о цифровизации отрасли. Таким образом, «социальный заказ» в стране не совсем сформирован.

Рассмотрим экономическую составляющую различных вариантов цифровой трансформации экономики страны. Из мирового опыта давно известно [11], что затраты на разработку типового программного продукта в 3 раза больше разработки некоторой программы при оригинальном проектировании. Модуль программного комплекса стоит также втрое дороже, чем оригинальная программа с теми же функциями. Тогда системный программный продукт стоит, соответственно, на порядок дороже. Следовательно, вложив средства в разработку комплексных ИС, при внедрении их, начиная со второго десятка предприятий будет достигнут уровень самоокупаемости разработки, что очень актуально для АПК со значительным числом таковых.

Сегодня же в стране все еще доминирует «позадачный» метод разработки и внедрения ИС, когда у различных производителей приобретаются отдельные, так называемые «готовые» программные комплексы, не связанные ни функционально, ни информационно.

Приведем другой пример. По аналогии с развитыми странами с рыночной экономикой в России растет число компаний, предлагающих различные отдельные решения в области точного земледелия (ТЧЗ) на базе геоинформационных систем (ГИС). Поскольку данные технологии внедряются фрагментарно в силу изложенных выше причин, то и ГИС носят несвязанный характер, выхватывающие отдельные стороны внедряемых технологий. При этом логические структуры БД являются гетерогенными неполными подмножествами идеальной единой концептуальной информационной схемы растениеводства (рис. 1), что представляет угрозу будущей интеграции сельскохозяйственных ГИС в перспективную ЦП применения в АПК.

В этой ситуации, следуя позадачному подходу, дадим оценку потенциального количества ИС в растениеводстве, которые могут появиться при отсутствии инициативы к их интеграции либо со стороны рынка при значительной конкуренции разработчиков, либо со стороны Минсельхоза. Считаем, что в растениеводстве для 20 культур подлежат решению около 150 актуальных задач, с каждой культурой совершается примерно около 20 различных технологических операций, количество регионов — 80. Тогда потенциально получим 4800000 ИС. Это еще без учета различных технологий, механизмов, применяемых при этом.

Из анализа результатов расчетов на основе математической модели сценариев возможных вариантов информатизации сельскохозяйственной отрасли становится ясно, что при подобном подходе без ухода с позадачных технологий проектирования цифровых систем на типовое и автоматизированное проектирование с государственной поддержкой максимально возможный уровень цифровой трансформации отрасли не превысит 17% [11]. Лишь в последние 2 года руководители ИТ подразделений агропромышленных предприятий начали проявлять тревогу по поводу слабой унификации и регламентации учетной политики, лоскутной автоматизации бизнеса, внедрения гетерогенных программных средств, БД, общесистемного программного обеспечения (ПО), отсутствия единой нормативно-справочной информации [12].

Среди проблем выполнения второго условия можно назвать несколько причин, препятствующих успешности внедрения цифровых технологий. Это и высокая цена оборудования и услуг этих технологий, в основном приходящих с Запада, при отсутствии индустриального изготовления российской сельскохозяйственной техники, приспособленной к монтажу нужного оборудования и программного обеспечения. Порой стоимость только одного датчика превышает стоимость российской техники. В силу бедности большинства хозяйств России преимуществами ЦЭ может воспользоваться незначительное их количество.

Что касается социально-образовательного уровня потребителей, то в данный момент имеется некоторая готовность рядовых пользователей, благодаря как снижению стоимости, так и росту объемов интернет-услуг, при недостаточном понимании со стороны руководства, которое начинает заниматься цифровой трансформацией с цифровизации сложившихся экономических отношений [13], следуя словам У. Черчилля: «Генералы всегда начинают войну старыми методами». Фактически, комплексная цифровизация приводит к скачку технической сложности новых технологий, что требует другого уровня компетенций и исполнительской дисциплины, нежели имеющийся в настоящее

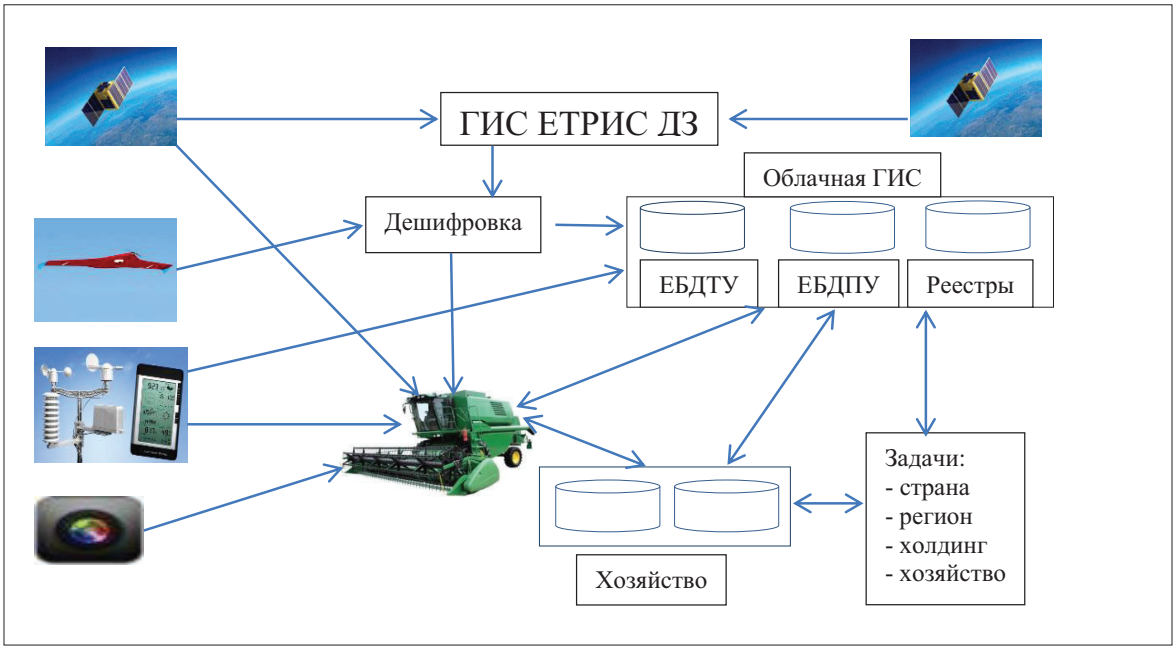


Рис. 2. Схема перспективной цифровой подплатформы ТЧЗ

время. Стремительный многосторонний технический прогресс приводит к отсутствию устоявшихся практик на фоне традиционного консерватизма в сельском хозяйстве, когда технологии проверялись годами, десятилетиями. В этой ситуации при почти ежедневных сообщениях о появлении все более совершенных технологий становится наиболее рациональной стратегия — подождать, тем более что нет достоверных данных об экономической эффективности всех новшеств.

Практическая реализация единой цифровой платформы в АПК

Представленная ЦП приобретает особенную актуальность в настоящее время, когда технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), ГИС начинают активно внедряться в такой относительно молодой сфере аграрного производства, как точное земледелие, требующее сочетания большого количества данных и технологий. На рисунке 2 представлена схема перспективной цифровой подплатформы ТЧЗ. Рассмотрим отдельные элементы данной схемы. В настоящее время все данные ДЗЗ сосредоточены в гетерогенных структурах БД различных наземных ведомственных систем и центров. Информация в большинстве случаев передается потребителям в виде снимков, которые тем приходится как-то дешифровывать, затрачивая значительные средства. Эффективным способом решения данной проблемы было бы создание единой ГИС ДЗЗ с единым центром дешифровки, откуда пользователи смогут получать готовые оцифрованные снимки. На данный момент в этом плане появились подвижки. Сформировано предложение в Концепции развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года о создании Единой территориально-распределенной информационной системы ДЗЗ (ЕТРИС ДЗ) с интеграцией всех ИР ДЗЗ в единое геоинформационное пространство. Данная система существенно облегчит и удешевит доступ различных потребителей ДЗЗ.

Конечно, с целью удешевления и повышения эффективности использования дронов, стационарных мачт необходимо разработать стандартные программно-технические средства дешифровки снимков и с этих аппаратов. Информация после дешифровки должна попадать в облачную ГИС (ОГИС), объединяющую единую БД технологического учета, единую БД первичного учета и единую БД реестров всех материальных, интеллектуальных и человеческих ресурсов АПК. В качестве примера возможности формирования подобной ГИС можно привести существующую в ЕС Единую административно-управляющую систему (IACS), включающую данные о земельных участках и их землепользователях. Далее, информация со всех источников –– космических, дронов, мачт, гаджетов, датчиков наземных и установленных на сельскохозяйственной технике попадает в ОГИС и часть непосредственно на принимающую аппаратуру полевых агрегатов. Таким образом, в ОГИС будет сосредоточена вся информация обо всех операциях, совершенных на каждом участке, с каждой головой (группой) животных, с каждым техническим средством всеми работниками на протяжении всего года. Будут отслеживаться все перемещения продукции и материалов, любой техники.

Как отмечалось выше, совершенствование ТЧЗ на основе ГИС и ДЗЗ позволит сформировать облачный сервис для всех участников цепочки создания добавленной стоимости, кардинально повышающий эффективность их деятельности. На основе результатов расчетов по математической модели формирования ЦП АПК в виде единой БД первичного учета и единой БД технологического учета можно получить, интегрируя их, единое информационное интернет-пространство (ЕИИП) цифрового взаимодействия логистической деятельности. Реализация данной схемы также опирается на математическую модель оптимизации логистической деятельности всех участников цепочки поставок.

Поскольку технологии ДЗЗ, ГИС начали активно применяться во многих отраслях экономики, таких как картография, экология, лесное и сельское хозяйство, обустройство земель, геология, логистика, строительство, нефтегазотранспортные системы, погода и климат, океанология и т.д., то они должны постепенно приобрести статус инфраструктурных технологий. В этом случае данные технологии в ближайшем будущем должны будут играть в мировой экономике ту же ключевую роль, которую в свое время сыграли железные дороги, телеграфная и телефонная связи, а также электрические сети.

Выводы

Полученная ЦП, основанная на цифровых стандартах, на облачном хранении информации на их основе, предоставляет принципиально новые возможности управления экономикой отрасли. Она позволит:

- осуществить разработку унифицированных типовых ИС в экономике, науке и образовании;
- стать основой информационного обеспечения ситуационных центров, системы оперативного управления, планирования, инструментом для экономического анализа производства на основе математического моделирования, искусственного интеллекта, Big Data, нейросетей в различных срезах от конкретных земельного участка, головы скота, средства производства, работника на каждом уровне вплоть до федерального уровня;
- отслеживать все перемещения животных, техники, материальных ресурсов, людей и т.д. на протяжении всего жизненного цикла их использования, деятельности;
- существенно упростить бухгалтерский учет, при введении стандартов на функции управления расчеты будут вести программы-роботы;
- при обязательности отражения в общем «облаке» статистической информации существенно упростить Росстат;
- сводить напрямую продавцов и покупателей с расчетом транспортного плеча и оптимизацией издержек.

Литература

1. Peters, B. (2016). *How Not to Network a Nation: The Uneasy History of the Soviet Internet*. USA, MIT Press, 360 p.
2. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Огнивцев С.Б. Системный анализ в АПК и Н.Н. Моисеев // Труды института системного анализа Российской академии наук. 2018. Т. 68. Вып. 2. С. 22-25.
3. Меденников В.И. Теоретические аспекты синтеза структур компьютерного управления агропромышленным производством // Аграрная наука. 1993. № 2. С. 16-18.
4. Меденников В.И. Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны // Цифровая экономика. 2019. № 1. С. 25-35.
5. Цифровизации сельского хозяйства в России не хватает данных. URL: http://www.iksmedia.ru/news/5533967-Czifrovizacii-selskogo-xozyajstva.html#ixzz6KBD7IYEP (дата обращения: 22.04.2020).
6. Меденников В.И., Райков А.Н. Анализ опыта цифровой трансформации в мире для сельского хозяйства России. Тенденции развития Интернет и цифровой экономики // Труды III Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Симферополь: ИП Зуева Т.В., 2020, С. 57-62.
7. Концепция «Научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства «Цифровое сельское хозяйство». URL: http://www.viapi.ru/news/detail.php?ID=161383&sphrase_id=6282533 (дата обращения: 03.03.2020).
8. http://www.viapi.ru/news/detail.php?ID=228044 (дата обращения: 03.07.2020).
9. Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И. Сквозные технологии в АПК на основе цифровых стандартов // Мягкие измерения и вычисления. 2019. № 10 (23). С. 29-36.
10. Ушачев И.Г. Система управления — основа реализации модели инновационного развития агропромышленного комплекса России: материалы Всероссийской научно-практической конференции. М.: ГНУ ВНИИЭСХ, 2013.
11. Меденников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г., Горбачев М.И. Экономико-математическое моделирование сценариев информатизации сельского хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 4. С. 23-27.
12. ИТАПК-2019: теория и практика цифровизации аграриев // Connect WIT. 2019. № 5-6.
13. Агеев А.И. Насколько Россия подготовлена к вызовам XXI века // Независимая газета. НГ-Энергия. 2019. № 15.01. С. 12-13.

Об авторе:

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

FROM CONCEPT TO PRACTICAL IMPLEMENTATION OF A SINGLE DIGITAL PLATFORM OF AGRICULTURAL INDUSTRY

V.I. Medennikov

Computer center of A.A. Dorodnitsyn of the Federal research center
"Computer science and control" of RAS, Moscow, Russia

The article gives a theoretical understanding of the previous experience in informatization of the agro-industrial complex of Russia related to the world-wide results of digitalization of rural economy in order to find new effective approaches to the digitalization of the industry in Russia. It is shown that in Russia the conceptual issues of designing a unified digital platform for the agricultural sector were worked out as a result of calculations based on a mathematical model for the formation of the optimal digital platform in the agricultural sector as part of the assignment «Electronization of Agriculture» of the Comprehensive Program of Scientific and Technological Studies of the CMEA member countries. The model made it possible to single out a number of cloud-based digital sub-platforms common to most agricultural organizations: a service for collecting and storing operational primary accounting information in a single database; service of a unified database of technological accounting; application service, which is a software implementation of functional management tasks with a single description of the algorithms. The theoretical justification for this conceptual approach was the idea of a nationwide automated system for collecting and processing information for accounting, planning and managing the national economy in the USSR, proposed by prominent Russian scientists A.I. Kitov and V.M. Glushkov. The article shows that the global trends in the digitalization of agriculture are shifting toward these ideas. The paper analyzes the problems of the effectiveness of the introduction of digital technologies in the Russian agro-industrial complex, the main of which are: the lack of a clear strategy in this area by the Russian Ministry of Agriculture; the dominance of the "task-based" method for the development and implementation of digitalization systems. To demonstrate the possibility of forming cloud services based on the model of forming a digital agricultural platform, the following schemes are presented: a promising digital sub-platform of precision farming and a single Internet space for digital interaction of logistics activities in agricultural production, processing and marketing of products.

Keywords: *digital platform, agriculture, mathematical modeling, logistics, precision farming.*

References

1. Peters, B. (2016). *How Not to Network a Nation: The Uneasy History of the Soviet Internet*. USA, MIT Press, 360 p.
2. Ereshko, F.I., Medennikov, V.I., Ognivtsev, S.B. (2018). Sistemnyi analiz v APK i N.N. Moiseev [System analysis in the agricultural sector and N.N. Moiseev]. *Trudy instituta sistemnogo analiza Rossiiskoi akademii nauk* [Proceedings of the Institute for system analysis of the Russian academy of sciences], vol. 68, issue 2, pp. 22-25.
3. Medennikov, V.I. (1993). Teoreticheskie aspekty sinteza struktur komp'yuternogo upravleniya agropromyshlennym proizvodstvom [Theoretical aspects of the synthesis of computer control structures for agricultural production]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 2, pp. 16-18.
4. Medennikov, V.I. (2019). Matematicheskaya model' formirovaniya tsifrovykh platform upravleniya ehkonomikoi strany [A mathematical model for the formation of digital platforms for managing the country's economy]. *Tsifrovaya ehkonomika* [Digital economy], no. 1, pp. 25-35.
5. Tsifrovizatsii sel'skogo khozyaistva v Rossii ne khvataet dannykh [Digitalization of agriculture in Russia is not enough data]. Available at: http://www.iksmedia.ru/news/5533967-Czifrovizacii-selskogo-xozyajstva.html#ixzz6KBD7IYEP (accessed: 22.04.2020).
6. Medennikov, V.I., Raikov, A.N. (2020). Analiz opyta tsifrovoi transformatsii v mire dlya sel'skogo khozyaistva Rossii. Tendentsii razvitiya Internet i tsifrovoi ehkonomiki [Analysis of the experience of digital transformation in the world for Russian agriculture. Trends in the development of the Internet and the digital economy]. *Trudy III Vserossiiskoi c mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proceedings of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Simferopol, IP Zueva T.V., pp. 57-62.
7. Kontseptsiya «Nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya tsifrovogo sel'skogo khozyaistva «Tsifrovoe sel'skoe khozyaistvo» [The concept of "Scientific and technological development of digital agriculture "Digital Agriculture"]. Available at: http://www.viapi.ru/news/detail.php?ID=161383&sphrase_id=6282533 (accessed: 03.03.2020).
8. http://www.viapi.ru/news/detail.php?ID=228044 (accessed: 03.07.2020).
9. Ereshko, F.I., Kul'ba, V.V., Medennikov, V.I. (2019). Skvoznye tekhnologii v APK na osnove tsifrovykh standartov [End-to-end technologies in agribusiness based on digital standards]. *Myagkie izmereniya i vychisleniya* [Soft measurements and calculations], no. 10 (23), pp. 29-36.
10. Ushachev, I.G. (2013). *Sistema upravleniya — osnova realizatsii modeli innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [The management system is the basis for the implementation of the model of innovative development of the agricultural sector of Russia. Materials of the All-Russian scientific and practical conference]. Moscow, GNU VNIIESKh.
11. Medennikov, V.I., Muratova, L.G., Sal'nikov, S.G., Gorbachev, M.I. (2017). Ehkonomiko-matematicheskoe modelirovanie stsenariev informatizatsii sel'skogo khozyaistva [Economic and mathematical modeling of agricultural informatization scenarios]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4, pp. 23-27.
12. Connect WIT (2019). ITAPK-2019: teoriya i praktika tsifrovizatsii agrariev [ITAPK-2019: theory and practice of digitalization of farmers]. *Connect WIT*, no. 5-6.
13. Ageev, A.I. (2019). Naskol'ko Rossiya podgotovlena k vyzovam KHKhI veka [How prepared is Russia for the challenges of the 21st century]. *Nezavisimaya gazeta. NG-Ehnergiya* [NG-Energy], no. 15.01., pp. 12-13.

About the author:

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

dommed@mail.ru

УДК 339.54:637.5(571.14)

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15100

КОНКУРЕНТНЫЕ СТРАТЕГИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ НА РЫНКЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.М. Слобожанин, Т.А. Афанасьева, А.А. Волосский

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
г. Новосибирск, Россия

Рассмотрены конкурентные стратегии производителей мясной продукции, действующих на рынке Новосибирской области, при этом выделены крупнейшие и крупные участники рынка. Сделан вывод, что крупнейшие производители придерживаются только стратегии вертикальной интеграции, хотя бизнес одних производителей данной категории начинался с производства сырья, другие же первоначально ориентировались на его переработку, но в любом случае сегодня контролируют всю технологическую цепочку. Показано, что, несмотря на реализацию стратегии вертикальной интеграции, крупнейшие производители мясной продукции по-прежнему стремятся управлять эффективностью за счет развития уровня производства, с которого начиналось выстраивание вертикально интегрированного бизнеса. Предпочтительным источником конкурентных преимуществ для крупнейших производителей выступают внешние преимущества, поскольку спрос на рынке мясной продукции Новосибирской области дифференцирован, но эти участники рынка эффективно контролируют затраты. Выделены и другие конкурентные стратегии, которых придерживаются как крупные, так и небольшие по размерам производители мясной продукции, но среди этих стратегий эффективны только производственная стратегия и стратегия производственной интеграции. Другие стратегии не позволяют предприятиям эффективно приспосабливаться к условиям рынка и воздействиям внешней среды в целом, поскольку при отсутствии развитой производственной базы многие факторы, в том числе эффект замещения импорта, использованы быть не могут. Сделан вывод, что далеко не все производители мясной продукции в Новосибирской области придерживаются определенной конкурентной стратегии. Показано, что использование инструментов стратегического управления конкурентоспособностью мясной отрасли могло бы быть более эффективным при условии разработки этих инструментов в соответствии с предпочтительными для регионально рынка мясной продукции конкурентными стратегиями.

Ключевые слова: *конкурентные стратегии, мясная отрасль, производители мясной продукции, внешние конкурентные преимущества, дифференциация спроса, стратегические инструменты управления конкурентоспособностью мясной отрасли региона, вертикальная интеграция, доля рынка.*

Введение

Рынок мясной продукции является специфическим по сравнению с другими рынками продовольственных товаров, поскольку высока зависимость конкурентоспособности по многим позициям от ритмичности поставок, организации логистики, продаж продукции. Связано это со сроками хранения продукции, а также с необходимостью создания специфических условий, обеспечивающих ее сохранность, в первую очередь, с наличием холодильного оборудования. Поэтому производители мясной продукции ориентируются прежде всего на рынки, обладающие высокой потребительской емкостью в целом и имеющие развитую инфраструктуру, обеспечивающую доведение товара до потребителя в разумные сроки.

Новосибирская область в этом плане весьма привлекательна для производителей, поскольку уровень развития торговли в регионе весьма высок, дополняется наличием всех необходимых логистических мощностей и, что более важно, высок уровень потребительского спроса на продукцию мясной отрасли. Все это в совокупности определило как развитие регионального производства мясной продукции, несмотря на сравнительно неблагоприятные условия для животноводства и переработки сырья, так и активную конкуренцию за долю на новосибирском рынке производителей из других регионов [12].

Поскольку рынок является емким, привлекательным для производителей благодаря высокой дифференциации спроса (потребители предпочитают разнообразную мясную продукцию, ассортимент является важным конкурентным преимуществом), конкуренция между производителями мясной продукции также весьма велика. Причем, если на первом этапе рыночных реформ все производители придерживались в целом схожих стратегий, то сегодня можно говорить о разнообразии подходов к конкуренции представителей отрасли, выработке близких конкурентных стратегий, свойственных отдельным группам компаний, специализирующихся на производстве мяса и его переработке.

Методы исследования

При проведении исследования были использованы индексный метод, метод относительных показателей, метод построения Карты стратегических групп.

Экспериментальная база

Экспериментальную базу составили данные официальной статистики, характеризующие рынок мясной продукции Новосибирской области, а также показатели финансовой отчетности крупнейших производителей мясной продукции в регионе и сведения об их конкурентных стратегиях.

Ход исследования

За рубежом государство также стремится к созданию конкурентных преимуществ мясной отрасли, используемые инструменты ориентированы на факторы ее конкурентоспособности [6-8].

Обращаясь к специфике рынка мясной продукции Новосибирской области и конкурентным стратегиям производителей, следует, прежде всего, описать стратегии крупнейших участников. Данные о рыночных долях этих производителей представлены на рисунке 1.

Крупнейшим производителем мясной продукции в Новосибирской области по объему продаж является ООО «Кудряшовский мясокомбинат», входящий в состав холдинга Сибагро. Этот производитель начинал деятельность как крупный свиноводческий комплекс, построенный в 2009 г. Первоначальной специализацией выступало только производство сырья, с 2011 г. начата реализация стратегии вертикальной интеграции. Предприятие стало активно осваивать технологии производства готовой продукции, в первую очередь колбас, с 2015 г. диверсификация производства охватила также выпуск полуфабрикатов, в ООО «Кудряшовский мясокомбинат» был построен цех по производству пельменей.

На сегодняшний день этот производитель предлагает более 100 наименований мясной продукции в категории готовых товаров и полуфабрикатов. Оценивая конкурентную стратегию, ее можно определить как последовательный переход от стратегии внутренних конкурентных преимуществ к стратегии внешних конкурентных преимуществ, обеспечиваемых диверсификацией продуктового ряда.

Преимуществом ООО «Кудряшовский мясокомбинат» выступает и технологическая составляющая, связанная, главным образом, с используемыми технологиями свиноводства. Причем, как показано в исследовании А. Тул-Крыжчук и П. Янковского, в Польше технологические инновации также составили основу реализации стратегии роста на уровне всей страны для ряда производителей свинины, позволив повысить рентабельность и в дальнейшем увеличить объемы продаж [9].

Связь инноваций и создания конкурентных преимуществ в мясной отрасли рассматривается и в других исследованиях [5].

Первоначальным источником конкурентоспособности ООО «Кудряшовский мясокомби-

© Слобожанин Д.М., Афанасьева Т.А., Волосский А.А., 2020

нат» выступали низкие производственные затраты, обеспеченные рациональным проектным решением, реализованным уже с учетом рыночных условий, затем позиции начали усиливаться благодаря пониманию особенностей регионального рынка, в первую очередь, запросов потребителей.

Мясокомбинат создал не только продуктовый ряд, обеспечивающий потребительский выбор в пользу выпускаемой им продукции, но и осуществил значительные инвестиции в бренд. Оценивая существующие перспективы усиления конкурентных преимуществ, можно предположить, что компания будет стремиться к развитию фирменной торговой сети для усиления преимуществ бренда, поскольку на сегодняшний день в Новосибирске действуют только два фирменных магазина производителя.

Оценить эффективность подобной стратегии можно на основе данных о динамике продаж, представленных по ООО «Кудряшовский мясокомбинат» и его ближайшему конкуренту ООО «СПК» (рис. 2). Основное влияние на динамику продаж обоих производителей оказало замещение импорта, но учитывая, что продажи ООО «Кудряшовский мясокомбинат» за 2014-2015 гг. возросли на 32,77%, можно предположить, что начало производства полуфабрикатов было эффективным решением с точки зрения усиления конкурентных позиций данного производителя. Следует отметить, что в дополнение к диверсификации продуктового ряда и созданию фирменной торговой сети, обеспечивающей доведение товара до потребителя, ООО «Кудряшовский мясокомбинат» контролирует также значительную часть кормовой базы и, как следствие, может более эффективно управлять затратами.

Вторым по объемам продаж производителем мясной продукции в Новосибирской области является ООО «СПК». Продажи самой компании, без учета других активов РМП-Холдинг, в который входит ООО «СПК», меньше, чем у ООО «Сибирский гурман», но, если принять во внимание продажи ООО «Российские мясопродукты» в целом, показатель выше.

В отличие от ООО «Кудряшовский мясокомбинат», бизнес ООО «СПК» начинался с переработки сырья, как следствие, предприятие первоначально относилось к производителям готовой продукции, не располагавшим сырьевой базой, но активная диверсификация продуктового ряда дополнялась также вертикальной интеграцией. Результатом стало создание современной структуры ООО «СПК», в которую входят предприятия, представленные на рисунке 3. Хотя ООО «СПК» ориентируется в основном на переработку сырья и продажи, а не на развитие сырьевой базы, данным производителем также реализуется стратегия вертикальной интеграции.

На сегодняшний день непосредственно в составе ООО «СПК» представлены четыре мясокомбината (Усть-Коксинский мясокомбинат занимается преимущественно заготовкой сырья), переработка сырья ведется в Новосибирске, Красноярске и Калининградской области. Управление продажами осуществляется через фирменную торговую сеть ООО «СПК».

Конкурентные позиции ООО «СПК» основаны на внешних преимуществах, основу вертикальной интеграции составляет не только создание всей технологической цепочки, обеспечивающей доведение готового продукта до потребителя, но и сближение центров производства сырья и переработки в готовую мясную продукцию. В пользу этого стратегического приоритета компании свидетельствует строительство ООО «СПК» перерабатывающего завода мощностью 9,4 тыс. т, которое должно завершиться в 2022 г. Это предприятие должно обеспечивать в первую очередь переработку сырья Черепановского мясокомбината [13].

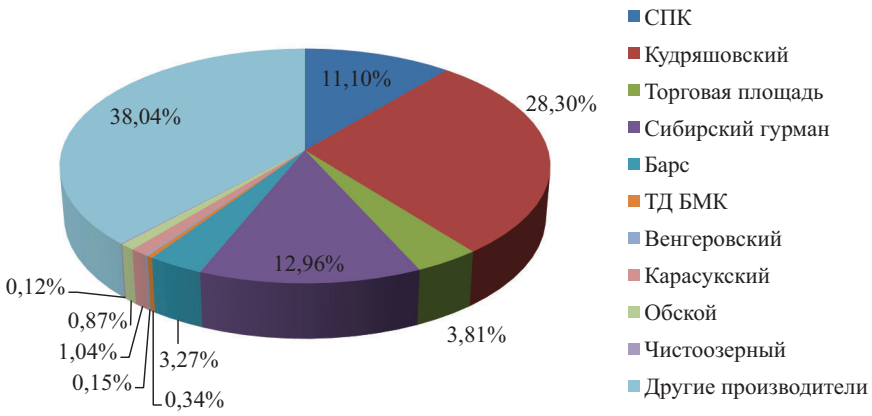


Рис. 1. Доли рынка крупнейших производителей мясной продукции Новосибирской области в 2019 г.

Составлено авторами по [11] и данным финансовой отчетности компаний

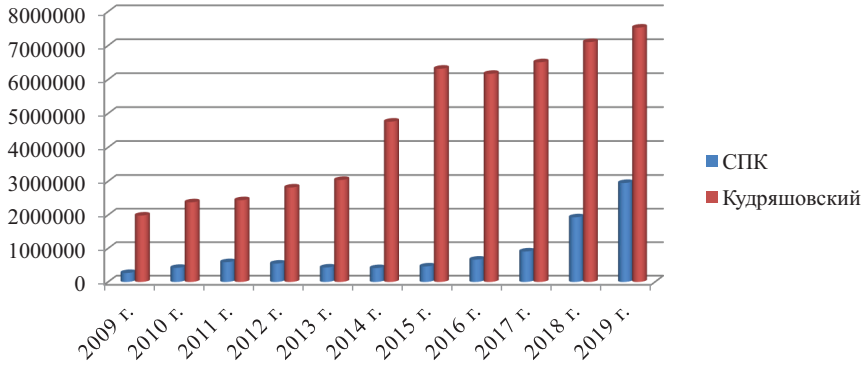


Рис. 2. Динамика продаж ООО «Кудряшовский мясокомбинат» и ООО «СПК» за 2009-2019 гг., тыс. руб.

Составлено авторами по данным финансовой отчетности компаний

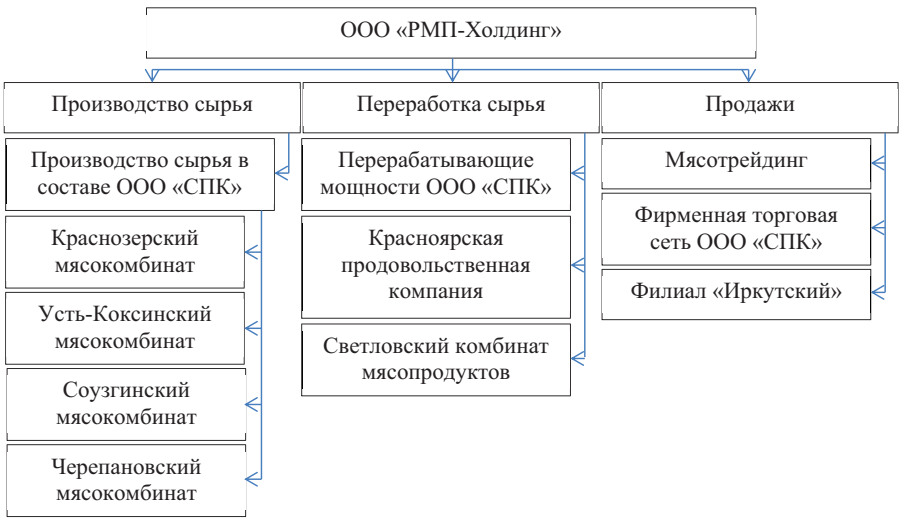


Рис. 3. Структура ООО «РМП-Холдинг»

Составлено авторами по данным компании

Выстраивание конкурентных преимуществ производителей мясной продукции на уровне контроля всей цепочки создания потребительской ценности демонстрирует эффективность и в практике управления бизнесом производителей мясной продукции за рубежом, поскольку позволяет компаниям повышать рентабельность [2].

Особенностью конкурентной стратегии ООО «СПК» выступает стремление к эффективному контролю затрат, как и ООО «Кудряшовский мясокомбинат», но, в отличие от этого производителя, ООО «СПК» стремится, прежде всего, использовать технологическую составляющую. Компанией используется производственное решение, позволяющее контролировать все материальные затраты в производстве в соответствии с рецептурами. Основное преимущество этого решения связано с возможностью сочетания гибкой организации производства при обновлении продуктового ряда с контролем материальных затрат. Поэтому, хотя ООО «СПК» ориентируется на внешние конкурентные преимущества, производитель способен предложить ассортимент по вполне приемлемой цене. Именно поэтому компания может конкурировать с крупнейшими производителями мясной продукции федерального уровня, более эффективно приспосабливаясь к дифференцированному спросу, являющемуся фактором конкурентоспособности мясной отрасли Новосибирской области.

Хотя М. Портер указывает на неэффективность стратегии, сочетающей в себе внешние и внутренние преимущества [1], для крупнейших производителей мясной продукции внешние преимущества следует считать основой конкурентоспособности, а эффективный контроль затрат только обеспечивает использование этих преимуществ для эффективного противодействия крупнейшим производителям федерального уровня.

Одной из современных тенденций развития бизнеса ООО «СПК» является усиление контроля в отношении всех производственных подразделений, поскольку сегодня Красноярская продовольственная компания и другие подразделения, занимающиеся производством сырья и его переработкой, имеют статус филиалов предприятия. Это позволяет, помимо прочего, с большей эффективностью использовать технологические преимущества производителя.

Очевидно, что именно необходимость эффективного контроля всех подразделений при реализации стратегии вертикальной интеграции была учтена ООО «Сибирский гурман». Компания начала деятельность в 1995 г. в Омске, а с 2009 г. производство размещено в Новосибирской области, что обеспечивает близость к потребителям.

Как показывает исследование О. Бенюса, конкурентоспособность мясной отрасли Чехии в условиях вступления в ЕС возросла, но крупнейшие производители стали ориентироваться на близость к потребителям [3], и стратегия размещения производства, исходя из емкости рынка, оказалась эффективной.

ООО «Сибирский гурман» не входит в состав холдингов, хотя обеспечивает значительную часть производства мясной продукции в Новосибирской области. Динамика его доли рынка в сравнении с другими крупнейшими производителями представлена на рисунке 4.

В отличие от ООО «Кудряшовский мясокомбинат» и ООО «СПК», активно увеличивающих рыночную долю, ООО «Сибирский гурман» обладает устойчивыми позициями. Доля рынка данного производителя на рынке мясной продукции региона возросла с 12,08% в 2009 г. до 12,96% в 2019 г., несколько ниже она была в период экономического кризиса.

В составе ООО «Сибирский гурман» имеется производственное подразделение, обеспечивающее производство сырья и его переработку, а также отвечающее за закупки, и ООО «Сибирский гурман Новосибирск», специализирующееся на сбыте. Основу рыночной специализации компании составляют полуфабрикаты из мяса, как следствие, реализуется стратегия внешних конкурентных преимуществ, основанная на продуктовой концентрации, но представлены все основные виды мясной продукции, включая колбасы.

Оценивая конкурентную стратегию каждого из трех крупнейших производителей мясной продукции Новосибирской области можно отметить, что начало вертикальной интеграции было положено созданием конкурентных преимуществ только на одном из уровней технологической цепочки, последующее развитие бизнеса было направлено на управление потребительской ценностью в целом. Тем не менее и сегодня каждый из крупнейших производителей стремится к созданию ключевых конкретных преимуществ в сфере, с которой начиналось создание бизнеса. ООО «Кудряшовский мясокомбинат» повышает эффективность за счет производства кормов, ведутся исследования и разработки в данной сфере. ООО «СПК» в первую очередь контролирует все материальные затраты при переработке сырья, подобной же стратегии придерживается ООО «Сибирский гурман». Эти компании создают конкурентные преимущества, но контроль всех составляющих потребительской ценности и концентрация на одном из уровней технологической цепочки обеспечивает им конкурентоспособность по цене.

Конкурентоспособность компаний формируется и за счет знания потребительских запросов. Наравне с информацией о преимуществах конкурентов, осведомленность о запросах покупателей может выступать важным преимуществом производителей мясной продукции [10].

Несколько иной конкурентной стратегии придерживается ООО «Торговая площадь». Она может быть определена как «развитие сбыта». Основу конкурентных преимуществ компании составляют известный бренд и фирменная торговая сеть, сильной стороной выступает производство, компания обновляет продуктовый ряд, но стратегии вертикальной интеграции не реализует. Производитель концентрируется только на переработке сырья и продажах. Основные показатели рыночных позиций этой компании представлены на рисунке 5.

В 2012-2014 гг. ООО «Торговая площадь» можно было отнести к крупнейшим производителям мясной продукции, поскольку в 2014 г. доля рынка компании достигала 12,90% и была

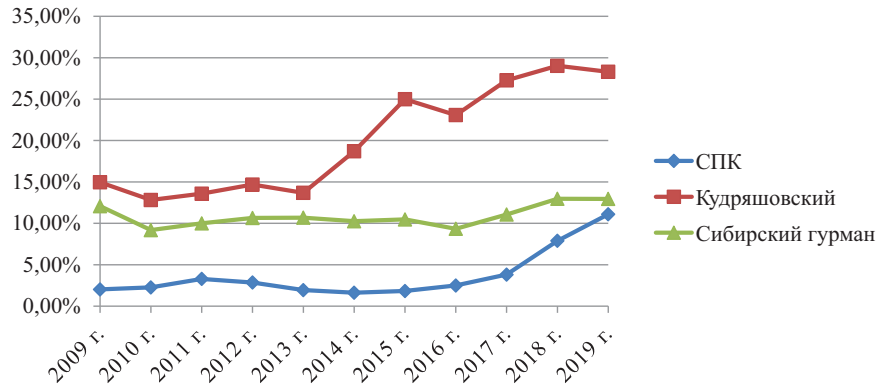


Рис. 4. Динамика доли рынка крупнейших производителей мясной продукции Новосибирской области за 2009-2019 гг.

Составлено авторами по [11] и данным финансовой отчетности компаний

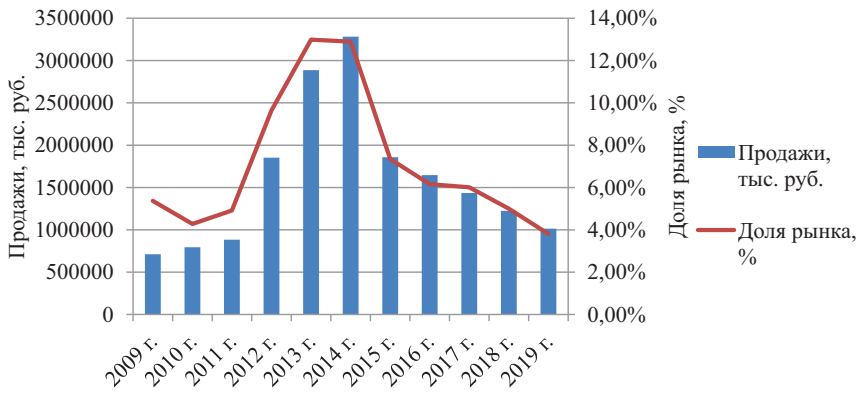


Рис. 5. Рыночные позиции ООО «Торговая площадь» за 2009-2019 гг.

Составлено авторами по [11] и данным финансовой отчетности компании

выше, чем у ООО «СПК» и ООО «Сибирский гурман», но за 2014-2019 гг. объемы продаж сократились на 69,12%, и в 2019 г. доля ее рынка составила только 3,81%.

Это означает, что конкурентная стратегия, ориентированная на развитие сбыта, не во всех случаях может быть эффективна для производителей мясной продукции, поскольку она позволяет развивать бизнес в период активного увеличения потребительского спроса, но не приспосабливаться к отрицательному воздействию факторов внешней среды. Можно предположить, что основной причиной ослабления рыночных позиций ООО «Торговая площадь» в сравнении с крупнейшими производителями стало увеличение стоимости импорта. До начала экономического кризиса значительная часть сырья закупалась за рубежом, что было выгоднее использования отечественного сырья. После «ослабления» рубля эффективно замещать импорт смогли вертикально интегрированные производители. Именно в 2014-2019 гг. крупнейшие производители мясной продукции региона существенно увеличили выручку, возросла их рыночная доля, особенно ООО «СПК».

Иначе говоря, вертикальная интеграция и развитие базы для производства сырья позволяют компаниям более эффективно приспосабливаться к внешней среде, примером чему служит ситуация с замещением импорта.

Данные о динамике продаж крупных производителей мясной продукции представлены на рисунке 6.

Среди крупных производителей мясной продукции можно выделить предприятия, созданные после начала рыночных реформ и первоначально специализировавшиеся на переработке сырья (ООО «Барс» и ООО «ТД БМК»), и производителей, действующих длительный период на новосибирском рынке (АО «Чистоозерный мясокомбинат» и АО «Карасукский мясокомбинат»).

К отдельной группе производителей относится ООО «Обской мясокомбинат». Это предприятие было создано как частный бизнес, изначально специализируется только на производстве, закупая сырье, но наращивает объемы, совершенствует технологии и рецептуры, имеет известный бренд. Этот производитель придерживается производственной стратегии. В ее основе лежит концентрация на одном из уровней технологической цепочки, использование внешних конкурентных преимуществ.

Отличием конкурентных преимуществ предприятий, придерживающихся этой стратегии, от крупнейших производителей выступает ориентация главным образом на качество продукции, а не на обновление продуктового ряда. Обновление рецептур и вывод продукции на рынок требует значительных затрат, которые при меньшем, чем у крупнейших производителей, объеме продаж, окупаются в более продолжительные сроки. Поэтому не столь широк ассортимент, но он обновляется и соответствует потребностям рынка.

Этой стратегии также придерживается АО «Венгеровский мясокомбинат», основной вклад в создание конкурентных преимуществ которого обеспечила модернизация перерабатывающих мощностей. За 2013-2019 гг. выручка этого производителя возросла на 38,90%. Хотя предприятие расположено в сельской местности, оно специализируется только на переработке сырья, закупка осуществляется у местных производителей.

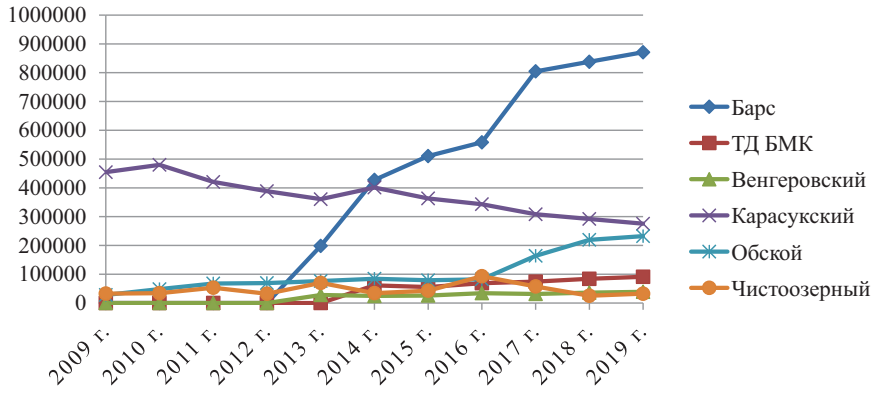


Рис. 6. Динамика продаж крупных производителей мясной продукции Новосибирской области за 2009-2019 гг., тыс. руб.

Составлено авторами по данным финансовой отчетности компаний

Хотя ООО «ТД БМК» располагает перерабатывающими мощностями, основным источником конкурентных преимуществ выступает сбыт продукции. Компания контролирует переработку сырья и оптовые продажи, конкурентная стратегия может быть определена как развитие сбыта.

ООО «Барс» изначально ориентировалось только на переработку сырья, а в последующем стало наращивать производственные мощности, в 2015 г. был запущен производственный цех с современным оборудованием. Компания управляет оптовыми продажами до поставки в торговые сети. Конкурентную стратегию данного производителя можно определить как производственную интеграцию. Первоначально ее придерживались все крупнейшие производители мясной продукции Новосибирской области. В последующем стратегия производственной интеграции предполагает создание сырьевой базы, в этом случае можно говорить о реализации стратегии вертикальной интеграции производства.

Среди крупных производителей мясной продукции региона можно также выделить АО «Чистоозерный мясокомбинат» и АО «Карасукский мясокомбинат». Продажи АО «Чистоозерный мясокомбинат» за 2009-2019 гг. уменьшились на 4,76%, сокращение продаж АО «Карасукский мясокомбинат» составило 42,57%. Оба предприятия уже длительное время действуют на рынке, но не ориентируются на какие-либо определенные конкурентные преимущества. Оценивая позиции крупнейших производителей мясной продукции на рынке Новосибирской области, также можно выделить неопределенную конкурентную стратегию.

Анализ конкурентных позиций и стратегий участия в конкурентной борьбе крупных производителей мясной продукции в Новосибирской области позволяет сформировать карту стратегических групп (рис. 7). В нее также включены более мелкие производители мясной продукции. Вертикальной интеграции придерживаются все крупнейшие производители мясной продукции, а не только компании из Новосибирской области. На вертикальную интеграцию ориентируются также ОАО «Черкизовский МПЗ», ОАО «Великолукский мясокомбинат», ОАО «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат» и другие крупнейшие производители, но способ вертикальной интеграции крупнейших производителей Новосибирской области несколько отличается.

Эти предприятия ориентируются в первую очередь на внешние конкурентные преимущества, наиболее активно развивают уровень технологической цепочки, с которого началось создание бизнеса, стремятся эффективно контролировать все затраты. Приемлемая стоимость продукции, а также ее соответствие запросам новосибирских потребителей, позволяют им эффективно противодействовать крупнейшим компаниям федерального уровня. Более того, ООО «СПК» и ООО «Кудряшовский мясокомбинат» входят в число крупнейших российских производителей.

Свойства мясной продукции зависят от технологий производства, поэтому, используя технологическое решение, ориентированное на запросы потребителей, местный производитель может снижать влияние прямой конкуренции крупных компаний [4].

Как и крупные производители, средние по размерам участники рынка мясной продукции придерживаются различных конкурентных стратегий. Например, ООО «Брюкке» ориентируется на производственную интеграцию. Первоначально деятельность была связана только с производством продукции, в последующем предприятие начало развивать фирменную торговую сеть, в перспективе этот производитель имеет возможность создания производственной базы.

На производственную стратегию ориентируются ООО «Тайга», АО «Татарское» и ряд других производителей мясной продукции. Они не стремятся к увеличению доли рынка, но обладают достаточной известностью среди потребителей, знакомы с запросами покупателей. Компании, придерживающиеся этой стратегии, обладают достаточной устойчивостью позиций на рынке, хотя бизнес и не может быть расширен до крупнейших вертикально интегрированных участников.

Большинство небольших производителей мясной продукции, действующих на рынке Новосибирской области, не обладает четко выраженной конкурентной стратегией, они стремятся предлагать продукцию по приемлемой цене, хотя контроль затрат и не организован на столь же высоком уровне, как у крупнейших производителей. Предлагаемая мясная продукция также не обладает значимыми отличиями с точки зрения потребителя. Именно на поддержку этих производителей должны быть ориентированы в первую очередь меры, реализуемые региональными властями.

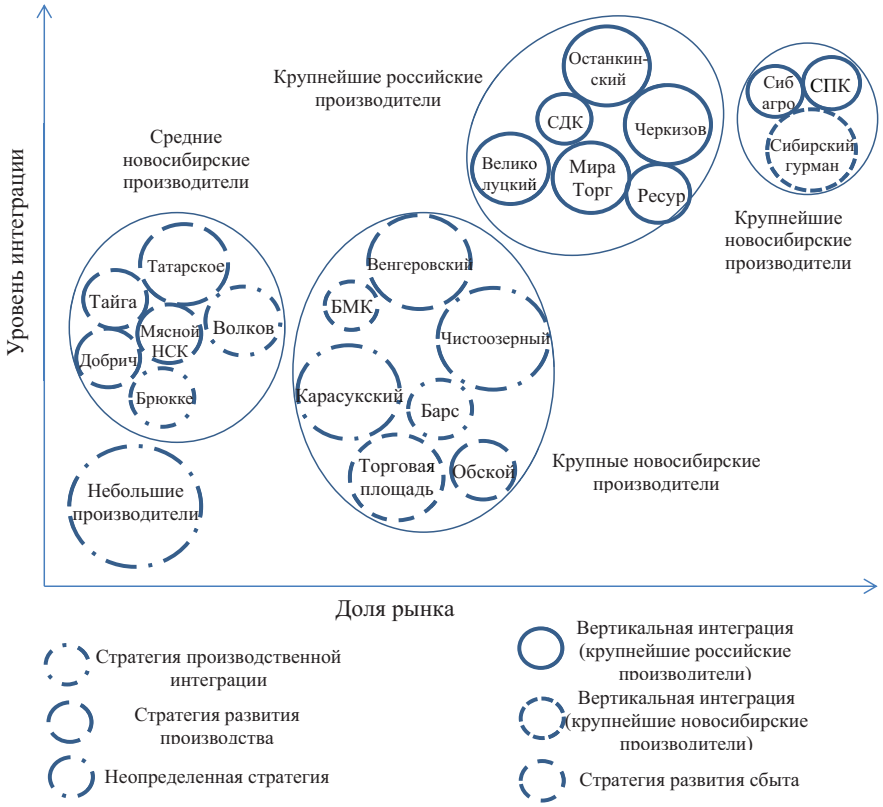


Рис. 7. Карта стратегических групп конкуренции на рынке мясной продукции Новосибирской области

Несмотря на значительную концентрацию рынка мясной продукции в Новосибирской области (крупные производители занимают значительную долю рынка), только при условии создания конкурентных преимуществ небольшими производителями и выработки ими четкой конкурентной стратегии создается возможность повышения конкурентоспособности отрасли в целом. Использование региональным правительством инструментов стратегического управления конкурентоспособностью мясной отрасли региона должно быть ориентировано на поддержку наиболее эффективных конкурентных стратегий. К ним относятся стратегия вертикальной интеграции, производственная стратегия и стратегия развития производства.

Результаты и обсуждение

Учитывая опыт крупных производителей, инструменты стратегического управления конкурентными преимуществами производителей мясной продукции могут включать в себя поддержку сбыта, в том числе объединение производителей мясной продукции для создания фирменных торговых сетей, обеспечивающих непосредственное доведение продукции до конечного потребителя. В рамках поддержки производственной интеграции региональные власти могут развивать логистическую составляющую, например, обеспечить строительство мощностей для хранения готовой продукции. Эффективной мерой может стать организация доставки продукции из удаленной местности. Необходима также информационная поддержка, поскольку производители должны быть осведомлены об особенностях дифференцированного спроса, характерного для регионального рынка. Производственная стратегия может поддерживаться не только за счет льготных условий предоставления кредитов для модернизации перерабатывающих мощностей, но и за счет развития технологической поддержки мясной отрасли. Небольшие производители должны иметь представление об эффективных конкурентных стратегиях. Передача опыта конкуренции и поддержка обоснования перспектив развития производства также может предоставляться региональными властями. При использовании этих инструментов управления стратегической конкурентоспособностью мясной отрасли учитываются особенности конкуренции, а также наиболее эффективные стратегии производителей.

Область применения результатов

Подводя итог, можно сделать вывод, что производителям мясной продукции Новосибирской области доступно сравнительно небольшое количество эффективных конкурентных стратегий. Это стратегия вертикальной интеграции, которую могут реализовать только крупнейшие участники рынка, а также производственная стратегия и стратегия интеграции производства, доступные практически всем производителям мясной продукции. Не все производители мясной продукции в регионе придерживаются определенной конкурентной стратегии. Поэтому одной из возможностей повышения конкурентоспособности мясной отрасли региона в целом может выступать использование региональными властями инструментов стратегического управления конкурентоспособностью мясной отрасли региона, ориентированных на поддержку наиболее эффективных стратегий небольших производителей, а также участие в выработке стратегии управления конкурентными преимуществами.

Выводы

В случае разработки инструментов стратегического управления конкурентоспособностью мясной отрасли региона, соответствующих предпочтительным конкурентным стратегиям, эти инструменты в большей мере отвечают практике конкуренции на рынке мясной продукции Новосибирской области и как следствие, повышается эффективность их использования.

Литература

1. Портер М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей и конкурентов. М.: Альпина Паблишер, 2020. 608 с.

2. Adanguidi, J. (2020). Analysis of the Profitability and Competitiveness of Rabbit Value Chains in Benin. *Journal of Agricultural Science*, vol. 12, pp. 151-167.

3. Beňuš, O. (2019). Competitiveness of the Czech Meat Industry on the Single Market. *European Countryside*, vol. 11, pp. 12-31.

4. Bolila, S., Kyrychenko, N., Osadchuk, I. (2020). Customer-oriented technologies for forming the competitive advantages of a meat processing enterprise in the local market. *Agrosvit*, no. 5, pp. 77-79.

5. Fernandes, A.M., Teixeira, O., Rios, H.V. et al. (ed.) (2019). Insights of innovation and competitiveness in meat supply chains. *International Food and Agribusiness Management Association*, no. 22(3), pp. 1-16.

6. Fischer, J. (2020). Managing Meat and Non-Meat Markets in Contemporary India. *The Routledge Companion to Anthropology and Business*, pp. 172-191.

7. Omarkhanova, Z., Amangeldijeva, Z., Abylkassimova, Z. et al. (2018). Sustainable development of competitiveness of meat cattle breeding. *Journal of Environmental Management and Tourism*, no. 9(1), pp. 151-159.

8. Oralbayeva, A.K. (2020). Problems of development of meat and meat products export in Kazakhstan. *Izvestiâ Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan*, no. 5, pp. 54-63.

9. Tul-Krzyszczuk, A., Jankowski, P. (2019). The Impact of Innovation on the Global Competitiveness of Polish Meat and Dairy Enterprises. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie — Problemy Rolnictwa Światowego*, vol. 19(34), pp. 120-132.

10. Usaquén, M.A. O., García, V.H.M., Otálora, J.E. (2019). Design of a Competitive Intelligence System for the Meat Sector in Colombia Using Business Intelligence. *Knowledge Management in Organizations*, pp. 489-499.

11. Росстат. Режим доступа: www.gks.ru (дата обращения: 17.06.2020).

12. Афанасьев Е.В., Тю Л.В., Утенкова Т.И., Рудой Е.В., Слобожанин Д.М. Современное состояние и перспективы развития пищевой и перерабатывающей промышленности в Сибирском федеральном округе // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 12. С. 20-24

13. СПК построит в Новосибирской области завод мощностью 9,4 тысяч тонн. Режим доступа: https: //novosibirsk.meatinfo.ru/news/spk-postroit-v-novosibirskoy-oblasti-zavod-402317 (дата обращения: 17.06.2020).

Об авторах:

Слобожанин Дмитрий Михайлович, аспирант, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5672-2406, slobozhanindm@gmail.com
Афанасьева Татьяна Алексеевна, аспирант, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4955-3410, t-afanasieva@mail.ru
Волосский Альберт Анатольевич, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательской части, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6056-9480, volossky@mail.ru

COMPETITIVE STRATEGIES OF MEAT PRODUCERS ON THE MARKET OF THE NOVOSIBIRSK REGION

D.M. Slobozhanin, T.A. Afanasieva, A.A. Volosskij

Novosibirsk state agrarian university, Novosibirsk, Russia

The competitive strategies of meat producers operating on the market of the Novosibirsk region are considered, while the largest and largest market participants are identified. It is concluded that the largest manufacturers adhere only to the vertical integration strategy, although some manufacturers in this category started their business with the production of raw materials, others initially focused on its processing, but in any case, today they control the entire technological chain. It is shown that, despite the implementation of the vertical integration strategy, the largest meat producers still strive to manage efficiency by developing the level of production from which the building of a vertically integrated business began. External advantages are the preferred source of competitive advantages for the largest producers, since the demand in the market for meat products in the Novosibirsk region is differentiated, but these market participants effectively control costs. Other competitive strategies that both large and small-sized producers of meat products adhere to are highlighted, but among these strategies, only the production strategy and the production integration strategy are effective. Other strategies do not allow enterprises to effectively adapt to market conditions and the impact of the external environment as a whole, since in the absence of a developed production base, many factors, including the effect of import substitution, cannot be used. It is concluded that not all meat producers in the Novosibirsk region adhere to a certain competitive strategy. It is shown that the use of tools for strategic management of the competitiveness of the meat industry could be more effective provided that these tools are developed in accordance with competitive strategies that are preferred for the regional meat market. Specific opportunities for improving the strategic management tools for competitiveness of the region's meat industry are highlighted.

Keywords: *competitive strategies, meat industry, meat producers, external competitive advantages, demand differentiation, strategic instruments for managing the competitiveness of the region's meat industry, vertical integration, market share.*

References

1. Porter, M. (2020). *Konkurentnaya strategiya. Metodika analiza otraslei i konkurentov* [Competitive strategy. Methods of analysis of industries and competitors]. Moscow, Alpina Publisher, 608 p.

2. Adanguidi, J. (2020). Analysis of the Profitability and Competitiveness of Rabbit Value Chains in Benin. *Journal of Agricultural Science*, vol. 12, pp. 151-167.

3. Beňuš, O. (2019). Competitiveness of the Czech Meat Industry on the Single Market. *European Countryside*, vol. 11, pp. 12-31.

4. Bolila, S., Kyrychenko, N., Osadchuk, I. (2020). Customer-oriented technologies for forming the competitive advantages of a meat processing enterprise in the local market. *Agrosvit*, no. 5, pp. 77-79.

5. Fernandes, A.M., Teixeira, O., Rios, H.V. et al. (ed.) (2019). Insights of innovation and competitiveness in meat supply chains. *International Food and Agribusiness Management Association*, no. 22(3), pp. 1-16.

6. Fischer, J. (2020). Managing Meat and Non-Meat Markets in Contemporary India. *The Routledge Companion to Anthropology and Business*, pp. 172-191.

7. Omarkhanova, Z., Amangeldijeva, Z., Abylkassimova, Z. et al. (2018). Sustainable development of competitiveness of meat cattle breeding. *Journal of Environmental Management and Tourism*, no. 9(1), pp. 151-159.

8. Oralbayeva, A.K. (2020). Problems of development of meat and meat products export in Kazakhstan. *Izvestiâ Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan*, no. 5, pp. 54-63.

9. Tul-Krzyszczuk, A., Jankowski, P. (2019). The Impact of Innovation on the Global Competitiveness of Polish Meat and Dairy Enterprises. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie — Problemy Rolnictwa Światowego*, vol. 19(34), pp. 120-132.

10. Usaquén, M.A.O., García, V.H.M., Otálora, J.E. (2019). Design of a Competitive Intelligence System for the Meat Sector in Colombia Using Business Intelligence. *Knowledge Management in Organizations*, pp. 489-499.

11. Rosstat [Rosstat]. Available at: www.gks.ru (accessed: 17.06.2020).

12. Afanas'ev, E.V., Tyu, L.V., Utenkova, T.I., Rudoi, E.V., Slobozhanin, D.M. (2018). Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti v Sibirskom federal'nom okruge [The current state and development prospects of the food and processing industry in the Siberian Federal District]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 12. pp. 20-24.

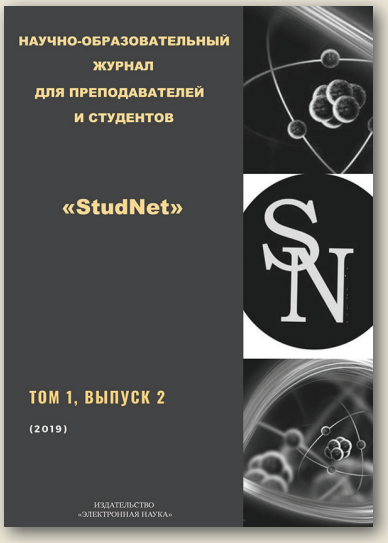
13. SPK postroit v Novosibirskoi oblasti zavod moshchnost'yu 9,4 tysyach tonn [SPK will build a plant in the Novosibirsk Region with a capacity of 9.4 thousand tons]. Available at: https://novosibirsk.meatinfo.ru/news/spk-postroit-v-novosibirskoy-oblasti-zavod-402317 (accessed: 17.06.2020).

About the authors:

Dmitry M. Slobozhanin, postgraduate student, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5672-2406, slobozhanindm@gmail.com
Tatyana A. Afanasieva, postgraduate student, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4955-3410, t-afanasieva@mail.ru
Albert A. Volosskij, candidate of economic sciences, associate professor, leading researcher of the Research department, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6056-9480, volossky@mail.ru

slobozhanindm@gmail.com

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*

УДК 339.56.055+338.439.5 DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15101

ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЭКСПОРТА РОССИИ

Н.А. Яковенко, И.С. Иваненко, А.С. Воронов

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

Диверсификация экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия тесно связана с проблемами повышения международной конкурентоспособности российского агропродовольственного комплекса в условиях усиления внешних вызовов и ограничений. Диверсификация как многоуровневый процесс предполагает трансформацию внешнеторговой специализации страны на мировом рынке на основе формирования устойчивых конкурентных преимуществ. Перспективным направлением стратегии диверсификации экспорта может стать диверсификация внутри продуктовых групп с точки зрения расширения ассортимента экспортируемой продукции. Целью исследования является оценка связанной диверсификации экспорта по основным конкурентоспособным товарным группам агропродовольственного комплекса России, выявление тенденций развития российского экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия, обоснование перспективных направлений диверсификации агропродовольственного экспорта. Анализ процессов диверсификации экспорта в группах конкурентоспособных товаров агропродовольственного комплекса России позволил выявить общие и частные тенденции и интенсивность диверсификации по различным продуктовым группам. С 2001 по 2019 гг. отмечается усиление специализации экспорта в группе зерновых культур. За исследуемый период доля пшеницы и меслина выросла с 53,01 до 80,78%. Выявлены медленные темпы диверсификации в группе рыбной продукции и ракообразных. Экспорт мяса и мясопродуктов и масличных культур характеризуется более активными процессами расширения ассортимента экспортируемой продукции. Выявлено затухание процессов диверсификации в экспорте продукции мукомольно-крупяной промышленности. Значение различий структур по критерию Рябцева в период с 2010 по 2014 гг. составило 0,333 (существенные структурные сдвиги); в период с 2015 по 2019 гг. — 0,086 (низкий уровень различий структур). Реализация стратегии диверсификации экспорта внутри продуктовых групп предполагает расширение ассортимента экспорта на основе устойчивых конкурентных позиций, что позволит снизить расходы товаропроизводителей для выхода на новые сегменты мирового продовольственного рынка в условиях инвестиционных и инновационных ограничений.

Ключевые слова: *агропродовольственный комплекс, продуктовая структура, связанная диверсификация, конкурентоспособность, экспорт, структурные сдвиги.*

Введение

Увеличение российского экспорта сельскохозяйственных товаров и продовольствия является одним из важнейших направлений внешнеэкономической деятельности страны и источником обеспечения устойчивого экономического роста агропродовольственного комплекса. В последние годы в экономике усилилось внимание к исследованиям, свидетельствующим о связи между уровнем экспортной экономической концентрации и диверсификации, взаимодействии динамики и структуры экспорта и экономического развития страны, влиянии диверсификации производства и экспорта на уровень ее подушевого ВВП [1, 2, 3,]. Анализируется влияние на концентрацию и диверсификацию экспорта и производства таких факторов, как доходы на душу населения, размер страны, удаленность и доступность рынков [4, 5, 6]. Проблемам развития экспорта, диверсификации его структуры по товарам и географии, государственного регулирования и поддержки внешнеэкономической деятельности посвящены работы российских ученых [7].

Изменения условий и факторов функционирования мировых и национальных рынков под влиянием процессов глобализации стимулируют поиск новых моделей взаимодействия товаропроизводителей, разработку эффективных стратегий роста конкурентоспособности. Диверсификация как фактор повышения конкурентоспособности российского агропродовольственного комплекса имеет большую теоретическую и практическую значимость для насыщения внутреннего рынка доступными для всех групп населения высококачественными продуктами питания, расширения внешнеэкономических связей.

В настоящее время в России разработан и реализуется федеральный проект «Экспорт продукции АПК», который направлен на развитие и совершенствование эффективных механизмов стимулирования и поддержки экспорта агропродовольственного комплекса России [8]. Одной из основных задач этого проекта является диверсификация агропродовольственного экспорта, освоение новых товарных рынков, производство новой товарной массы, в том числе продукции с высокой добавленной стоимостью. Диверсификация экспорта позволяет смягчить риски, связанные с нестабильной конъюнктурной продовольственных рынков, резким колебанием цен на отдельные товары, технологическими изменениями, стимулирующими производство новых видов продуктов и снижающими спрос на традиционные сельскохозяйственные товары и продовольствие. Диверсификация как одна из экономических конкурентных стратегий предприятия (страны) связана с проникновением в новые отрасли хозяйствования и новые рынки, расширением номенклатуры выпускаемой продукции, что позволяет снизить риски, повысить конкурентоспособность и эффективность использования ресурсов, стабилизировать денежные потоки [9]. Для российского агропродовольственного комплекса стратегия диверсификации позволяет использовать уникальное разнообразие факторов конкурентоспособности и их возможных комбинаций, что дает возможность эффективно балансировать множественные риски в мировой экономике и обеспечивать оптимальное встраивание в разноплановые и в целом трудно прогнозируемые тенденции глобального спроса [10].

Интеграция агропродовольственного комплекса России в мировой продовольственный рынок усиливает влияние макроэкономических и геополитических факторов на его функционирование. Это увеличивает зависимость российского экспорта сельскохозяйственных товаров и продовольствия от глобальных трендов. С 2009 по 2019 гг. российский экспорт вырос в 2,7 раза, доля продовольственного экспорта РФ в мировом продовольственном экспорте увеличилась в 2,5 раза. Однако за последние 10 лет товарная структура агропродовольственного экспорта слабо трансформировалась. Российский товарный экспорт сельскохозяйственных продуктов и продо-

© Яковенко Н.А., Иваненко И.С., Воронов А.С., 2020

вольствия, как показывают исследования, характеризуется низким уровнем диверсификации [11]. Усиление конкуренции и влияния стохастических факторов на глобальных и национальных продовольственных рынках требует существенных инвестиций для осуществления процессов диверсификации экспорта и производства.

В сложившихся условиях наиболее эффективной может являться связанная (родственная) стратегия диверсификации, основанная на продвижения на внешних рынках близких групп товаров и технологий в успешных отраслях. Использование потенциалов роста, связанных с избыточными ресурсами — природно-климатическими, трудовыми, производственными, управленческими, инновационными и другими ресурсами, позволит закрепить существующие конкурентные позиции на ставших для России традиционными сегментах продовольственного рынка, расширить товарный ассортимент экспортируемой продукции, повысить сложность и улучшить потребительские свойства сельскохозяйственной продукции и продовольствия, аккумулировать дополнительные инвестиции на инновационных направлениях развития агропродовольственного производства и экспорта. Переход к стратегии связанной диверсификации предполагает разработку новых подходов к экспортной политике с учетом возможного эффекта внешних поставок на экономический рост, группировки близких по институциональной среде, капиталу, технологиям, производственным цепочкам товаров, используя конкурентные преимущества одних для продвижения других, совершенствование механизмов и инструментов государственной поддержки.

Цель исследования

Целью исследования является оценка связной диверсификации экспорта по основным конкурентоспособным товарным группам агропродовольственного комплекса России, выявление тенденций развития российского экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия, обоснование перспективных направлений диверсификации агропродовольственного экспорта, основанных на реализации существующих конкурентных преимуществ и укреплении конкурентных позиций на традиционных для России сегментах мирового продовольственного рынка.

Методика исследования

Информационной базой для оценки динамики и структуры экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия России являлись данные Trade Map — International Trade Centre (ITC) по гармонизированной системе (HS). Доступная база представлена данными по объему экспорта в тыс. долл. США [12]. Расчеты проводились в текущих ценах, поэтому на результатах расчетов сказывается влияние межрегиональной дифференциации цен.

Опираясь на опыт международной и российской статистики, для определения выбора направлений структурных преобразований в экономике, оценки структурных сдвигов в экспортной составляющей агропродовольственного комплекса России использовались следующие показатели: линейный коэффициент абсолютных структурных сдвигов (K_1), квадратический коэффициент абсолютных структурных сдвигов (K_2), интегральный коэффициент структурных сдвигов (К. Гатева) (K_3), интегральный коэффициент структурных различий (А. Салаи) (K_4), индекс В. Рябцева.

Результаты исследования

Формирование системы мер государственного регулирования и поддержки отраслей агропродовольственного комплекса позволило повысить конкурентоспособность национальных товаропроизводителей на продовольственном рынке и значительно увеличить объемы экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Существенно укрепились конкурентные позиции России на рынке зерновых и масличных культур, растительного масла и животных жиров. Выросла конкурентоспособность продукции мукомольной промышленности, кормов для животных, отдельных видов продукции животного происхождения [13]. Однако дальнейшее наращивание объемов экспорта не дает положительных эффектов национальному агропродовольственному комплексу. Усиливаются риски случайных колебаний цен на рынках специализации российских экспортеров, резкого падения спроса. Специализация страны на узком ограниченном круге товаров, особенно сырьевой продукции, значительно замедляет развитие перерабатывающих и высокотехнологичных отраслей из-за отсутствия стимулов для такого развития. Диверсификация товарной структуры внешней торговли России является стратегическим направлением развития агропродовольственного комплекса страны.

Как отмечают многие специалисты, в современных условиях перспективным направлением реализации стратегии диверсификации экспорта может стать связанная диверсификация, которая позволяет использовать стране свои конкурентные преимущества в мировой торговле путем их консолидации.

Для оценки связанной диверсификации агропродовольственного экспорта были отобраны группы товаров, на которых традиционно специализировалась Россия, а также группы товаров, конкурентоспособность которых существенно выросла в последние годы. В такие группы товаров вошли зерновые и масличные культуры, продукция мукомольно-крупяной промышленности, мясо и мясопродукты, рыба и ракообразные. Выявлено, что по всем анализируемым группам сельскохозяйственных продуктов и продовольствия наблюдался существенный рост экспорта (рис. 1).

Максимальное увеличение объемов экспорта наблюдается по группе мясо и мясопродукты. Вывоз мяса и мясопродуктов из России с 2001 по 2019 гг. вырос в 156 раз в стоимостном выражении. Экспорт зерновых культур также характеризуется высокой, но нестабильной динамикой. Минимальное увеличение экспорта среди исследуемых групп товаров наблюдается по группе продукции мукомольно-крупяной промышленности. За анализируемый период экспорт мукомольно-крупяной продукции вырос в 7,9 раза.

Анализ структуры исследуемых групп товаров показал, что расширяется ассортимент поставляемой на экспорт продукции. С 2001 по 2019 гг. наблюдается положительная динамика по всем анализируемым зерновым культурам. Произошли изменения и в структуре зернового экспорта (рис. 2). В 2001 г. основными экспортируемыми зерновыми культурам были ячмень, пшеница и меслин. Их доля составляла 97,9% от общего экспорта зерновых культур. Кукуруза, рис, гречиха, просо составляли 2,1% зернового экспорта. В 2019 г. ассортимент вывозимых из страны зерновых культур расширился. Существенно выросла доля экспорта кукурузы (с 1,1 до 7,8%). Российские товаропроизводители начали экспортировать овес, рожь, зерновое сорго. Однако за исследуемый период специализация России на зерновом рынке усилилась. Доля пшеницы и меслина выросла с 53,01% в 2001 г. до 80,78% в 2019 г. На долю оставшихся видов зерновых культур в 2019 г. приходилось всего 19,22% экспорта российских производителей.

В экспорте масличных культур ведущее место занимают семена подсолнечника, но в последние годы их доля постоянно снижается. В 2001 г. доля подсолнечника в экспорте масличных культур составляла 69,0%, а в 2019 г. она снизилось до 24,9%. За исследуемый период в экспорте масличных культур значительно увеличились доли сои, льна и рапса. Например,

Рис. 1. Динамика экспорта по основным группам экспортируемой сельскохозяйственной продукции и продовольствия (тыс. долл. США), % к 2001 г.

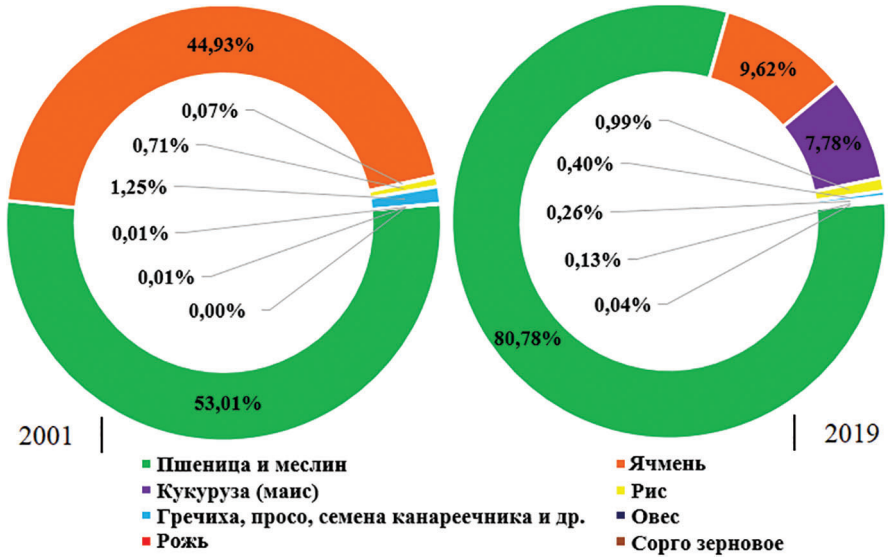


Рис. 2. Изменение структуры экспорта России зерновых культур (тыс. долл. США), %

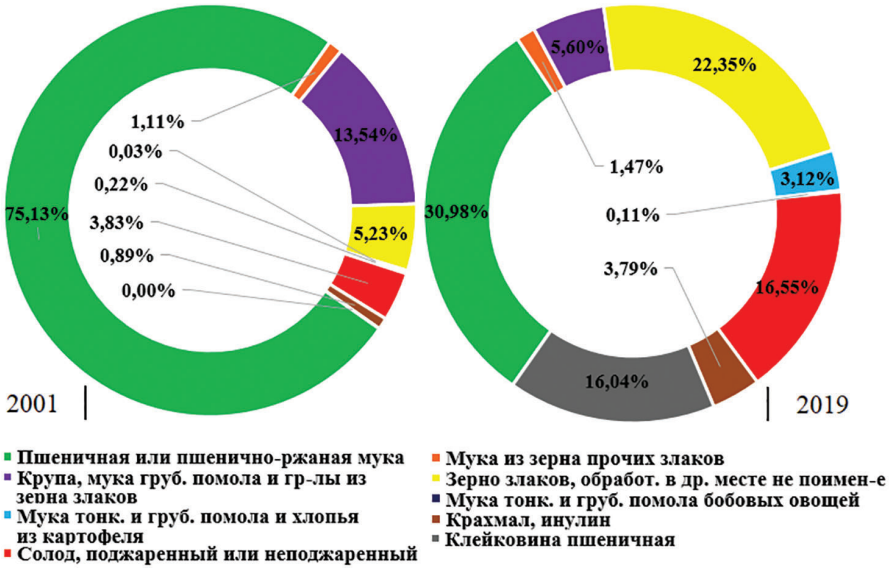


Рис. 3. Изменение структуры экспорта России продукции мукомольно-крупяной промышленности (тыс. долл. США), %

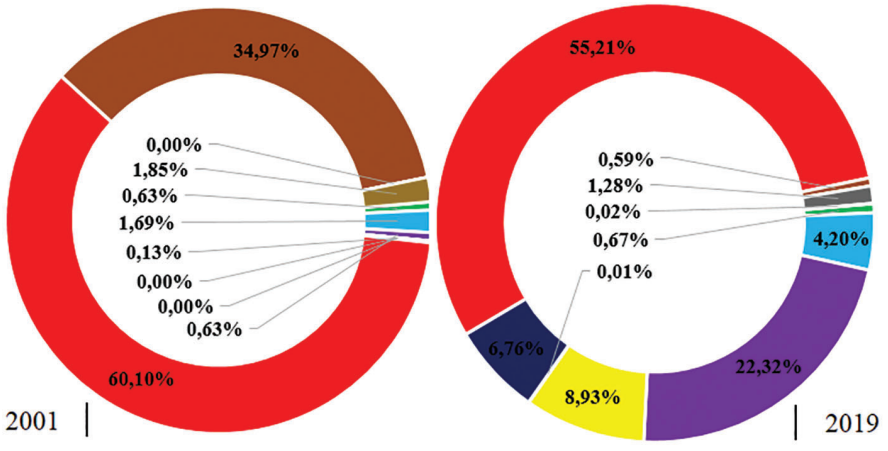


Рис. 4. Изменение структуры экспорта России мяса и мясопродуктов (тыс. долл. США), %

удельный вес сои в экспорте масличных культур вырос с 4,02% в 2001 г. до 27,53% в 2019 г., семян льна — с 0,17 до 21,69 %, семян рапса — с 6,62 до 17,4% соответственно.

Значительные изменения за исследуемый период выявлены в группе продуктов мукомольно-крупяной промышленности (рис. 3). Российские товаропроизводители активно осваивали новые рынки сбыта. В 2001 г. основным экспортируемым товаром этой группы являлась мука пшеничная или пшенично-ржаная (75,13%). На остальные виды продукции приходилось менее 25,0%. К 2019 г. удельный вес муки пшеничной и пшенично-ржаной снизился до 30,98%. Более чем в 4 раза в структуре экспорта данной группы выросли доля зерна злаков обработанных, а также солода. С 2006 г. Россия начинает экспортировать пшеничную клейковину. В 2019 г. ее экспорт составил 52,6 млн долл. США или 16,04% в структуре экспорта продукции мукомольно-крупяной промышленности.

В группе продуктов рыба и ракообразные лидирующие позиции в экспорте занимает замороженная рыба, несмотря на то, что ее доля за исследуемый период снизилась с 76,56% в 2001 г. до 53,55% в 2019 г. Экспорт ракообразных за тот же период вырос с 5,86 до 33,93 %. Высокой нестабильностью характеризуется экспорт рыбного филе и другого рыбного мяса. Его доля в структуре экспорта за анализируемый период колебалась с 6,73% в 2012 г. до 19,99% в 2007 г. На экспорт других видов рыбной продукции и ракообразных приходится менее 5%.

Производство мяса и мясопродуктов является одним из наиболее активно развивающихся секторов агропродовольственного комплекса страны. Реализация стратегии импортозамещения, увеличение государственной поддержки позволили существенно нарастить внутреннее производство мяса и мясопродуктов, повысить уровень самообеспеченности страны. Российские производители мяса и мясопродуктов становятся активными участниками мирового продовольственного рынка [14]. Произошли структурные изменения в ассортименте вывозимой мясной продукции (рис. 4).

В 2001 г. Россия экспортировала в основном мясо домашней птицы (60,1%) и пищевые субпродукты и прочее мясо (34,97%). На остальные виды мяса и мясопродуктов приходилось менее 5,0%. За исследуемый период наиболее высокими темпами росли экспорт мяса домашней птицы и мяса свинины. С 2012 г. растет экспорт баранины и козлятины. В настоящее время он составляет 8,93% от общего экспорта мясопродуктов. Доля вывоза крупного рогатого скота увеличилась в 2,5 раза.

Оценка структурных изменений экспорта, произошедших в основных товарных группах агропродовольственного экспорта России, проводились на основе набора универсальных показателей (табл.).

В группе зерновых культур усиливается специализация экспорта. В исследуемом периоде экспорт зерновых культур характеризуется малыми структурными сдвигами. На основании индекса Рябцева выявлен низкий уровень различий структур для всех анализируемых периодов.

В группе рыбной продукции и ракообразных диверсификация товарной структуры идет медленными темпами, хотя и наблюдаются

Таблица

Система показателей, характеризующих диверсификацию агропродовольственного экспорта России по продуктам

Показатели диверсификации	2005-2009 гг.	2010-2014 гг.	2015-2019 гг.
Зерновые культуры			
K_1	1,611	2,902	2,635
K_2	6,953	13,174	12,550
K_3	0,633	0,579	0,365
K_4	0,042	0,080	0,081
Индекс Рябцева	0,059	0,113	0,114
Масличные культуры			
K_1	7,379	3,724	4,628
K_2	53,060	21,295	27,265
K_3	0,610	0,265	0,397
K_4	0,601	0,517	0,487
Индекс Рябцева	0,478	0,191	0,293
Мукомольно-крупяная продукция			
K_1	3,525	4,598	1,534
K_2	17,650	17,650	5,657
K_3	0,546	0,351	0,247
K_4	0,122	0,242	0,061
Индекс Рябцева	0,171	0,333	0,086
Мясо и мясопродукты			
K_1	5,395	7,494	4,929
K_2	29,118	42,619	22,225
K_3	0,595	0,758	0,554
K_4	0,210	0,346	0,175
Индекс Рябцева	0,291	0,463	0,244
Рыба и ракообразные			
K_1	3,930	3,183	3,927
K_2	16,135	15,101	19,914
K_3	0,531	0,550	0,376
K_4	0,111	0,102	0,149
Индекс Рябцева	0,156	0,144	0,209

существенные структурные сдвиги в ассортименте экспортируемой продукции, особенно в последние годы. Для периода 2015-2019 гг. выявлен существенных уровень различий структуры рыбной продукции и ракообразных.

Процессы диверсификации товарной структуры экспорта наиболее высокими темпами идут в группе масличных культур и группе мяса и мясопродуктов. Однако и в этих группах выявлены особенности диверсификации. В 2010-2014 гг. наблюдается стабилизация товарной структуры экспорта масличных культур, а в группе мясопродуктов происходят значительные структурные сдвиги. В последние годы выявлены противоположные тенденции. Структура экспорта мяса и мясопродуктов стабилизируется, в то время как в структуре масличных культур усиливаются изменения.

Более сложные процессы наблюдаются в экспорте продукции мукомольно-крупяной промышленности. В 2001 г. наблюдается узкая специализация России на рынке мукомольно-крупяной продукции. До 2010 г. основным экспортным товаром в этой группе является мука пшеничная и ржано-пшеничная. С 2010 по 2014 гг. формируется новая структура экспорта. Рассчитанные коэффициенты показывают существенные структурные сдвиги, а индекс Рябцева характеризует значительный уровень различий структур. С 2015 г. наблюдается затухание структурных изменений и стабилизация структуры российского экспорта мукомольно-крупяной продукции. Диверсификация экспорта продукции мукомольно-крупяной промышленности является одним из приоритетных направлений развития агропродовольственного комплекса, стимулирующих рост вывоза продукции с высокой добавленной стоимостью.

Выводы

Диверсификация внешней торговли России сельскохозяйственной продукцией и продовольствием является сложной и многоаспектной проблемой. Учитывая внутренние возможности российского агропродовольственного комплекса и обострение противоречий глобализации, стратегия диверсификации агропродовольственного экспорта может реализовываться параллельно по двум направлениям: инновационная модель и связанная диверсификация внутри товарных групп.

Процессы диверсификации в разных продуктовых группах идут неравномерно, на их развитие влияют разные факторы. В условиях благоприятной конъюнктуры мирового продовольственного рынка товаропроизводители зерна усилили специализацию на производстве пшеницы. При стагнации внутреннего рынка, росте ценовой волатильности на внешних рынках это может привести к замедлению экономической динамики, снижению финансовых доходов, усилению зависимости производства от внешних факторов. В тот же период предприятия мукомольно-крупяной промышленности расширили ассортимент экспортируемой продукции, освоив новые рынки клейковины пшеничной, солода, крахмала, инулина и другие.

Государственная поддержка внутреннего производства мяса и мясопродуктов активизировала внешнеэкономическую деятельность национальных производителей, что не только позволило увеличить объемы экспорта мяса и мясопродуктов из России, но и стимулировало процессы диверсификации в мясопродуктовом сегменте агропродовольственного комплекса.

Диверсификация экспорта внутри продуктовых групп позволяет товаропроизводителям вовлекать в экспортный оборот товары, которые не меняют сложившуюся специализацию, сохраняют конкурентные позиции и базируются на сложившихся конкурентных преимуществах. Стимулирование процессов диверсификации закладывает основы стабильной экономической динамики и устойчивости бюджетной системы в среднесрочной перспективе, модернизации производственной структуры агропродовольственного комплекса России, предполагает создание предпосылок для более динамичного роста экспорта инновационной продукции и продукции с высокой добавленной стоимостью.

Литература

1. UNCTAD (2018). *Commodities and Development Report 2017: Commodity Markets, Economic Growth and Development*, UN, New York. doi: 10.18356/805f1697-en

2. Imbs, Jean, Wacziarg, Romain. (2003). Stages of Diversification. *American Economic Review*, vol. 93, no. 1, pp. 63-86. doi: 10.1257/000282803321455160

3. De Benedictis, L., Gallegati, M., Tamberi, M. (2009). Overall trade specialization and economic development: countries diversify. *Rev World Econ*, vol. 145, pp. 37-55. doi: 10.1007/s10290-009-0007-4

4. Cadot, O., Carrère, C. and Strauss-Kahn, V. (2011). Export Diversification: What's behind the Hump? *Review of Economics and Statistics*, vol. 93, pp. 590-605. doi: 10.1162/REST_a_00078

5. Tamberi, Massimo and Parteka, Aleksandra. (2013). What Determines Export Diversification in the Development Process? Empirical Assessment. *The World Economy*, vol. 36, issue 6, pp. 807-826. doi: 10.1111/twec.12064

6. Hausmann, R., Hwang, J. and Rodrik, D. (2007). What You Export Matters. *Journal of Economic Growth*, vol. 12, pp. 1-25. doi: 10.1007/s10887-006-9009-4

7. 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

8. Паспорт федерального проекта «Экспорт продукции АПК». URL: https://mcx.gov.ru/docs/pasport-federalnogo-proekta-eksport-produktsii-apk/ (дата обращения: 15.07.2020).

9. Махнушина В.Н., Шинкевич А.Н. Эволюция понятия «диверсификация» в экономической мысли // Вестник ВГУ. Серия: экономика и управление. 2014. № 3. С. 5-9.

10. Спартак А.Н. Возможности российской экспортной экспансии и ее государственная поддержка // Российский внешнеэкономический вестник. 2017. № 5. С. 3-18.

11. Яковенко Н.А., Иваненко И.С., Воронов А.С. Диверсификация агропродовольственного экспорта России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5 (371). С. 69-73. doi: 10.24411/2587-6740-2019-15089

12. Trade Map International Trade Centre UNCTAD/WTO (ITC). URL: https://www.trademap.org (дата обращения: 15.06.2020).

13. Яковенко Н.А., Иваненко И.С., Воронов А.С. Оценка и перспективы развития экспортного потенциала агропродовольственного комплекса России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 61. № 5 (365). С. 73-77. doi: 10.24411/2587-6740-2018-15083

14. Сальникова О.В, Рожкова Л.В. Экспортные возможности российской мясоперерабатывающей промышленности // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2018. № 3 (47). С. 199-208. doi: 10.21685/2072-3016-2018-3-20

15. Балеевских А.С. Реализация государственной подпрограммы развития экспорта продукции агропромышленного комплекса // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 4 (48). С. 290-296. doi: 10.24411/1999-6837-2018-14117

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
Иваненко Ирина Серафимовна, кандидат экономических наук, доцент,
старший научный сотрудник лаборатории макроэкономического анализа и стратегии развития агропромышленного комплекса,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7877-6568, ivanenko.ol@yandex.ru
Воронов Антон Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории макроэкономического анализа и стратегии развития агропромышленного комплекса, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3749-1451, Researcher ID: C-2726-2019, incendere@mail.ru

ASSESSMENT OF STRUCTURAL CHANGES IN RUSSIA'S AGRICULTURAL FOOD EXPORT

N.A. Yakovenko, I.S. Ivanenko, A.S. Voronov

Institute of agrarian problems of the Russian academy of science,
Saratov, Russia

Agricultural products and foodstuffs exports diversification is closely related to the problems of increasing the Russian agri-food complex international competitiveness in the context of increasing external challenges and restrictions. Diversification as a multi-level process involves the transformation of the country's foreign trade specialization in the world market based on the formation of sustainable competitive advantages. A promising direction of the export diversification strategy can be diversification within product groups in terms of expanding the exported products range. The aim of the study is to assess the related diversification of exports for the main competitive commodity groups of Russia's agri-food complex, to identify trends in the development of Russian agricultural products and food exports, to substantiate promising directions for diversifying agri-food exports. Exports diversification processes analysis in the groups of Russia's agro-food complex competitive goods, made it possible to identify general and specific trends in the degree and intensity of diversification in various product groups. From 2001 to 2019, there has been an increase in export specialization in the group of grain crops. During the study period, the share of wheat and meslin increased from 53.01 to 80.78%. Slow rates of diversification were revealed in the group of fish products and crustaceans. Meat, meat products and oilseeds exports are characterized by more active processes of expanding the range of exported products. The diversification processes attenuation in the products export of the flour-and-cereals industry is revealed. The significance of differences in structures according to the Ryabtsev criterion in the period from 2010 to 2014 was 0.333 (significant structural shifts); during the period from 2015 to 2019, the value was 0.086 (low level of structural differences). The implementation of the export diversification strategy within product groups involves expanding the range of exports based on stable competitive positions, which will reduce the costs of commodity producers to enter new segments of the global food market in the face of investment and innovation constraints.

Keywords: *agri-food complex, product structure, related diversification, competitiveness, export, structural shifts.*

References

1. UNCTAD (2018). *Commodities and Development Report 2017: Commodity Markets, Economic Growth and Development*, UN, New York. doi: 10.18356/805f1697-en

2. Imbs, Jean, Wacziarg, Romain. (2003). Stages of Diversification. *American Economic Review*, vol. 93, no. 1, pp. 63-86. doi: 10.1257/000282803321455160

3. De Benedictis, L., Gallegati, M., Tamberi, M. (2009). Overall trade specialization and economic development: countries diversify. *Rev World Econ*, vol. 145, pp. 37-55. doi: 10.1007/s10290-009-0007-4

4. Cadot, O., Carrère, C. and Strauss-Kahn, V. (2011). Export Diversification: What's behind the Hump? *Review of Economics and Statistics*, vol. 93, pp. 590-605. doi: 10.1162/REST_a_00078

5. Tamberi, Massimo and Parteka, Aleksandra. (2013). What Determines Export Diversification in the Development Process? Empirical Assessment. *The World Economy*, vol. 36, issue 6, pp. 807-826. doi: 10.1111/twec.12064

6. Hausmann, R., Hwang, J. and Rodrik, D. (2007). What You Export Matters. *Journal of Economic Growth*, vol. 12, pp. 1-25. doi: 10.1007/s10887-006-9009-4

7. 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

8. Pasport federal'nogo proekta «Ehksport produktsii APK» [Passport of the Federal project "Export of agricultural products"]. Available at: https://mcx.gov.ru/docs/pasport-federalnogo-proekta-eksport-produktsii-apk/ (accessed: 15.07.2020).

9. Makhnushina, V.N., Shinkevich, A.N. (2014). Ehvolyutsiya ponyatiya «diversifikatsiya» v ehkonomicheskoi mysli [Evolution of "diversification" concept in economic thought]. *Vestnik VGU. Seriya: ehkonomika i upravlenie* [Vestnik VSU. Series: economics and management], no. 3, pp. 5-9.

10. Spartak, A.N. (2017). Vozmozhnosti rossiiskoi ehksportnoi ehkspansii i ee gosudarstvennaya podderzhka [Possibilities of Russian export expansion and its state support]. *Rossiiskii vneshneehkonomicheskii vestnik* [Russian foreign economic bulletin], no. 5, pp. 3-18.

11. Yakovenko, N.A., Ivanenko, I.S., Voronov, A.S. (2019). Diversifikatsiya agroprodovol'stvennogo ehksporta Rossii [Diversification of agri-food exports of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (371), pp. 69-73. doi: 10.24411/2587-6740-2019-15089

12. Trade Map International Trade Centre UNCTAD/WTO (ITC). Available at: https://www.trademap.org (accessed: 15.06.2020).

13. Yakovenko, N.A., Ivanenko, I.S., Voronov, A.S. (2018). Otsenka i perspektivy razvitiya ehksportnogo potentsiala agroprodovol'stvennogo kompleksa Rossii [Assessment and development prospects of the Russia's agri-food complex export potential]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 61, no. 5 (365), pp. 73-77. doi: 10.24411/2587-6740-2018-15083

14. Sal'nikova, O.V, Rozhkova, L.V. (2018). Ehksportnye vozmozhnosti rossiiskoi myasopererabatyvayushchei promyshlennosti [Export opportunities of the Russian meat-processing industry]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki* [The higher education institution news. Volga region. Social sciences], no. 3 (47), pp. 199-208. doi: 10.21685/2072-3016-2018-3-20

15. Baleevskikh, A.S. (2018). Realizatsiya gosudarstvennoi podprogrammy razvitiya ehksporta produktsii agropromyshlennogo kompleksa [Implementation of the state subprogram for the development of agro-industrial complex products exports]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Far Eastern agrarian bulletin], no. 4 (48), pp. 290-296. doi: 10.24411/1999-6837-2018-14117

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
Irina S. Ivanenko, candidate of economic sciences, associate professor,
senior researcher of the laboratory of macroeconomic analysis and development strategy of agro-industrial complex,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7877-6568, ivanenko.ol@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, Researcher ID: C-2726-2019, incendere@mail.ru

incendere@mail.ru

УДК 332.33:332.2

DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15102

КОНСОЛИДИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АЗЕРБАЙДЖАНА КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Т.Н. Низамзаде

Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

В Азербайджане неравенство социально-экономических условий проживания между сельскими и городскими жителями страны с каждым годом возрастает. Причин происходящему, конечно, немало, и поэтому деятельность, нацеленная на повышение качества жизни в сельской местности, должна предусматривать улучшение сельскохозяйственного производства, возможностей трудоустройства, инфраструктуры, состояния окружающей среды и жилищных условий. Успех реализации комплексных проектов сельского развития будет в большой степени зависеть от того, как в их рамках будут решаться вопросы организации существующего сейчас огромного числа небольших, разрозненных ферм страны, которые, на наш взгляд, сильно нуждаются в консолидировании. Статья охватывает различные аспекты улучшения доступа к земле и к другим природным ресурсам и укрепления гарантий владения. В статье также рассматривается роль землевладения в процессе развития сельских районов Азербайджана, улучшения доступа к земле через посредство заключения договоров об аренде, системах налогообложения недвижимости в сельских районах и укрупнении земельных участков. Высокая динамика развития технологий и экономической интеграции требует от лиц, определяющих политику, проектировщиков, экспертов в области развития и аграрных производителей пересмотра организационных структур, используемых для регулирования следующих аспектов: кто располагает правами, на какие природные ресурсы, с какой целью, на какие сроки и на каких условиях. Целью настоящей статьи является вынесение рекомендаций относительно того, как в сельской местности следовало бы поступить для инициирования экспериментального проекта консолидации земель.

Ключевые слова: *консолидация земель, площадь ферм, сельские местности, земельные участки, раздробленность земель.*

Введение

Во многих сельских районах Азербайджана жизнь становится все трудней из-за сокращения возможностей людей обеспечивать себе сносное существование как в сельскохозяйственном секторе, так и в несельскохозяйственном. Создавшееся положение объясняется многими причинами, и деятельность, нацеленная на повышение качества жизни в сельских районах, должна включать одновременно улучшение сельскохозяйственного производства, возможностей трудоустройства, инфраструктуры, жилищных условий и охраны природных ресурсов. В рамках такого комплексного развития сельских районов следует учитывать также структуру землевладения, охватывающую огромное число мелких и раздробленных ферм.

После распада Советского Союза, в переходный период условия жизни в сельской местности ухудшились по всем регионам Азербайджана. Между сельскими и городскими районами растет неравенство, при том, что большая часть бедного населения страны сейчас проживает в сельской местности.

Одной из отличительных черт сельских районов страны является убыль населения и возрастание среди остающейся его части доли женщин и людей преклонного возраста. На ситуации в этих районах отражаются общенациональные темпы прироста населения, которые замедляются или даже становятся негативными, и миграция людей в городские центры и в другие страны в поисках работы [1]. Мигрирует в основном мужское население, и женщины составляют сегодня значительную часть бедных слоев населения сельских районов страны. Количество членов семей в сельской местности намного больше, чем городских семей, и чаще всего во главе домохозяйств оказываются пожилые люди и пенсионеры. Высокая безработица стала повседневным явлением в сельских районах.

После приватизации земель в стране сельская инфраструктура во многом была сильно разрушена, и многие дороги в сельской местности, и ирригационные системы находятся в плохом состоянии, неадекватно ведется борьба с эрозией. Дороги и ирригационные и дренажные системы, созданные когда-то для нужд обработки больших земельных массивов, зачастую не перестраиваются и не отвечают потребностям новых небольших семейных ферм. В результате широкомасштабного возделывания земли были разрушены полевые дороги, нарушены водотоки, растительные пояса и другие элементы ландшафта, подходящие для ведения индивидуального хозяйства [2].

Одним из последствий приватизации земли стал переход от механизированного способа производства к немеханизированному, поскольку у новых владельцев нет особого доступа к технике. Во многих регионах страны значительная часть пахотных земель не используется из-за помех, препятствующих обработке, и отсутствия нынешних владельцев.

Методы или методология

Сельскохозяйственная структура Азербайджана включает несколько очень больших ферм и миллионы микроферм при почти полном отсутствии средних конкурентоспособных коммерческих ферм. Большими фермами, площадь которых иногда занимает тысячи гектаров, управляют коммерческие компании. В отличие от этого, фермы, площадью менее 3 га, составляют 90% или более от общего числа ферм в большинстве регионов страны [3]. Площадь многих ферм даже еще меньше: есть фермы, где площадь менее 1 га земли.

Большинство ферм представляют собой производство для собственных нужд, поставляющее мало продукции на рынки, но они зачастую являются важным источником дохода и залогом продовольственной обеспеченности для многих жителей сельской местности. Количество потребляемых ежедневно продуктов в большой степени зависит от их производства в личном подсобном хозяйстве. Для многих фермеров вопрос сейчас заключается в том, как обеспечить выживание, и никакого ясного представления о будущем у них нет.

Крайне большое значение для предотвращения подобных ситуаций имеют программы и проекты сельского развития. Инициативы по комплексному развитию сельских районов, проводимые с целью повышения качества жизни, должны предусматривать улучшение сельскохозяйственного производства, возможностей трудоустройства, инфраструктуры, коммунальных услуг, жилья и охраны природных ресурсов. Для того чтобы такие инициативы по комплексному развитию сельских районов повышали привлекательность жизни в сельской местности, они должны носить комплексный, мультидисциплинарный и межсекторальный характер. Проекты комплексного развития сельских районов должны обеспечивать подходящую среду для фермеров, которые хотят добиться коммерческого

© Низамзаде Т.Н., 2020

успеха; они должны удовлетворять нужды фермеров, ведущих нетоварное хозяйство, у которых сегодня нет иного выбора; и они должны открывать возможности в несельскохозяйственном секторе. Для обеспечения успешной реализации такого комплексного развития сельских районов необходимо принимать в расчет структуру землевладения, включающую огромное число мелких и раздробленных ферм.

При таких условиях, на наш взгляд, консолидация земель может быть одним из эффективных средств развития сельской местности. Она играет жизненно важную роль в развитии сельского хозяйства. Консолидация земель может содействовать созданию конкурентоспособных структур сельскохозяйственного производства, открывая перед фермерами возможности создания ферм с меньшим числом земельных участков, но больших по площади и лучшей формы, и расширения общей площади своих землевладений. Из-за широких масштабов раздробленности ферм и возрастающего значения сельской местности для реализации несельскохозяйственных проектов, консолидация земель становится все более важным элементом стратегий и проектов, нацеленных на повышение качества жизни в сельских районах посредством обеспечения более эффективного управления природными ресурсами и охраны окружающей среды, создания инфраструктуры и предоставления услуг, создания возможностей трудоустройства и улучшения бытовых условий в сельских поселениях [4].

Результаты обсуждения

При решении вопросов земельной раздробленности в Азербайджане консолидация земель может содействовать усовершенствованию структуры землевладения, что будет стимулировать развитие сельских районов [5]. Раздробленность может быть нескольких видов, например:

- раздробленность фермы, то есть ферма включает ряд земельных участков, расположенных на определенном расстоянии друг от друга;
- раздробленность земельных владений, то есть собственность фермера, включающая принадлежащую ему землю, а также арендуемые им земли.

Владельцем арендуемой земли может быть фермер-сосед или это может быть собственник, который пространственно отделен и не соприкасается со своей собственностью, приносящей ему доходы.

Консолидация земель должна проводиться с обязательным соблюдением принципа эквивалентности или суррогатности (Surrogate principle) [6, с. 34; 7, с. 8; 8, с. 25], и она может содействовать объединению раздробленных земельных участков фермеров. Например, фермер, владеющий 1 га земли, разделенной на пять участков, может в результате осуществления программы консолидации земель стать владельцем одного целого участка. Хотя площадь фермы останется неизменной, но больший участок земли лучшей формы позволит фермеру использовать более эффективные агротехнологические мероприятия.

Однако надо понимать, что на таких микрофермах невозможно применение большинства конкурентных методов ведения сельского хозяйства, и консолидация земель может открыть перед фермерами возможности расширения площади своих ферм. Это можно сделать путем приобретения земель из государственных земельных резервов и земельных банков или доступа к земле других владельцев посредством ее приобретения или заключения улучшенных договоров об аренде.

Проекты по консолидации земель должны приводить к слиянию разрозненных земельных участков, но в них должны быть также предусмотрены и другие надлежащие меры по созданию улучшенной структуры землевладения, содействующей развитию сельских районов. Особое внимание в таких проектах следует уделять обеспечению практически значимых и нужных решений проблем, с которыми сталкиваются фермеры и другие жители сельской местности.

Проекты по консолидации земель должны оказывать поддержку деятельности, направленной на повышение конкурентоспособности сельского хозяйства, например, путем содействия развитию коммерчески жизнеспособных семейных ферм [9]. Но достижение цели по созданию средних коммерческих ферм может занять определенное число лет, поэтому проекты по консолидации земель должны предусматривать оказание поддержки другим моделям ведения сельского хозяйства, таким как занятие фермерством, сочетающем ориентированное на рынок производство и структуру несельскохозяйственных источников дохода, а также ведение нетоварного хозяйства теми, у кого нет иных возможностей.

Консолидация земель не должна приводить к лишению людей их земельных прав. Такие программы могут создавать возможности для продажи земли ее владельцами, но на добровольной основе. Консолидация земли не должна вызывать утрату земель среди населения. Ее цель должна заключаться, скорее, в том, чтобы обеспечивать выгоды для всех землевладельцев. Важное значения для осуществления этих целей имеет активное участие в процессе фермеров и других жителей сельских районов.

Ввиду разнообразия потребностей сельских общин комплексный подход к развитию сельских районов, на наш взгляд, должен предусматривать:

- улучшение сельскохозяйственного сектора путем создания условий для повышения эффективности и конкурентоспособности ферм и более полной их интеграции в сельскохозяйственную сеть;
- стимулирование альтернативных способов сельскохозяйственного производства, таких как внедрение агроэкологических мер и качественной сельскохозяйственной практики;
- укрепление экономики сельского хозяйства путем стимулирования ее всеобъемлющего роста, включая оказание поддержки несельскохозяйственной деятельности и предоставление доступа к кредитам, рынкам и инфраструктурной поддержке;
- улучшение социальных условий путем стимулирования возможностей трудоустройства и обеспечения более широкого доступа к социальному обслуживанию, воде и санитарным услугам;
- обеспечение более эффективной охраны природных ресурсов и устойчивого управления ими;
- обеспечение более активного участия в процессе развития тех лиц, которые обычно остаются за его рамками.

Успех и постоянство программ развития сельской местности будут в большой степени зависеть от применяющихся в них способов обращения с многочисленными небольшими и раздробленными участками. В настоящее время в стране растет число землевладельцев, которые из-за возраста или болезни вынуждены прекращать свою сельскохозяйственную деятельность. Многие из их наследников не проявляют интереса к сельскому хозяйству и оторваны от сельской жизни. Другие собственники земли стремятся укрепить и расширить свои владения до таких размеров, когда производимая ими продукция может быть конкурентоспособной с сельхозпродуктами импортных производителей.

Существующая нынешняя система землевладения в Азербайджане возникла большей частью благодаря применению принципов законности и справедливости в ходе земельных реформ, проводимых в конце 1990-х годов. В рамках проектов по оказанию содействия развитию сельского хозяйства, управлению природными ресурсами и развитию сельских районов в более широком аспекте вопросы укрепления и расширения владений следует решать так, чтобы не разрушать достижений начальных этапов переходного периода. Консолидация земель может стать чрезвычайно эффективным средством развития сельских районов, открывая перед землевладельцами новые возможности, улучшить свое положение.

При правильном подходе консолидация земель может стимулировать более эффективное управление не только земельными, но и другими природными ресурсам. Рационализация структуры землевладения может облегчать охрану окружающей среды и содействовать более рациональному планированию и организации землепользования.

В результате экономического развития в стране все большие площади сельскохозяйственных угодий отводятся под промышленное и жилищное использование, строительство автомагистралей и под другие проекты. И в таких случаях консолидация земель может содействовать устранению потенциальных конфликтов, возникающих в связи с переустройством земель под другие виды пользования. В проектах можно будет рассматривать предоставление в рамках консолидации земель альтернативных земельных участков тем землевладельцам, чьи сельскохозяйственные угодья отводятся для использования в иных целях.

В результате улучшения планирования водопользования и управления другими ресурсами часто требуется изменение границ земельных участков. Структура земли может оказывать значительное воздействие на геоэкологические и биоэкологические ресурсы. Площадь и форма участков, наличие склонов и вид землепользования могут либо вызывать, либо предотвращать деградацию почв и ландшафтов. Расширение площади микроучастков может позволить фермерам использовать менее интенсивные методы и снижать неблагоприятные экологические последствия.

Консолидация земель может играть важную роль в улучшении условий развития сельских районов. В качестве инструмента развития сельских районов консолидация земель может содействовать повышению эффективности и рентабельности государственных и частных инвестиций в транспорт и коммуникационные сети, коммунальные услуги и системы ороше-

ния. Оказывая содействие обновлению общин, консолидация земель может стимулировать социальную стабильность.

Интегрированное планирование землепользования на местах и эффективная координация всех интересов позволяют избегать возникновения потенциальных конфликтов между стимулированием экономического роста в сельскохозяйственном секторе и охраной окружающей среды. Проекты по консолидации земель могут содействовать созданию основы для реализации такого интегрированного планирования землепользования на местах.

Проекты по консолидации земель также содействуют улучшению систем управления земельными ресурсами, поскольку такие проекты предоставляют возможность уточнять и обновлять информацию в регистрах собственности. Более качественная информация о земельных правах облегчает, в свою очередь, развитие земельных рынков и урегулирование земельных конфликтов.

Важные структурные изменения системы сельского хозяйства можно эффективно осуществлять только, если консолидация земель является одним из элементов комплексного сельского развития. Без скоординированных усилий масштаб структурных изменений будет, скорее всего, ограничен и темпы их будут достаточно вялыми. Фермеры отдают себе отчет в том, что раздробленность представляет собой проблему, но рынки и добровольные попытки консолидации земель не оказывают на людей какого-либо значительного воздействия. Необходимо разработать стратегию консолидации земель, чтобы обеспечить последовательное предоставление фермерам и другим жителям сельских районов необходимых ресурсов и помощи.

Стратегия консолидации земель должна признавать факт неоднородности сельского общества. В рамках стратегии необходимо учитывать как сельскохозяйственные, так и несельскохозяйственные интересы. Даже сам фермерский сектор включает группы с разными интересами и стремлениями. У фермеров, ведущих нетоварное хозяйство, как правило, не имеется других возможностей. Некоторые владельцы прибегают к ведению нетоварного хозяйства в качестве временной переходной меры, тогда как для других — это постоянное условие жизни, но консолидация земель не может лишать их земли. Фермеры по совместительству часто держат ферму лишь в качестве побочного занятия для получения дополнительного заработка и не всегда стремятся расширять свое производство. В расширении производства обычно заинтересованы мелкие семейные фермы, желающие повысить выпуск продукции, сбываемой на рынке, и крупные коммерческие фермы. Потребности фермеров также не одинаковы. Одни из них не хотят никаких перемен, тогда как другие желали бы избавиться от проблем, вызываемых раздробленностью и неудобной формой земельных участков, а третьих интересует расширение своих владений. Некоторым фермерам необходима помощь служб распространения информации, помощь с кредитами, техникой, перерабатывающими установками и сбытом, тогда как другие в состоянии самостоятельно решать часть этих проблем или даже все проблемы. Консолидация земель должна быть привлекательной не только для крупных фермеров, но она также должна найти поддержку среди большинства слоев сельского общества.

В рамках стратегии следует допускать, что не всякая раздробленность представляет собой проблему. В определенных случаях раздробленность земли играет положительную роль, она защищает фермеров от рисков, обеспечивая им большее разнообразие почв и условий выращивания культур, особенно в горных районах. Фермеры, имеющие поля на разной высоте над уровнем моря, или обрабатывающие наделы и в прибрежной, и в горной местности, могут выращивать больше разных видов сельскохозяйственных культур. В иных случаях раздробленность может носить нейтральный характер. На начальных этапах реализации проектов консолидации земель одна из причин беспокойства была связана с тем, что перемещение между полями занимает много времени. И хотя вопрос времени не утратил своей актуальности, он не стоит теперь столь остро, так как улучшился доступ к грузовикам и к другим моторизованным транспортным средствам, которые позволяют фермерам быстрее и дешевле переезжать от одного поля к другому.

Раздробленность собственности будет и должна происходить, поскольку фермеры, реагируя на меняющиеся рыночные условия, периодически расширяют и сокращают свое производство путем аренды земли или сдачи ее в аренду. Невозможно и даже нежелательно полностью устранять земельную раздробленность. В процессе консолидации земель следует устранять проблемы, вызываемые раздробленностью земли, но нельзя навязывать решений, когда в этом нет такой необходимости.

Стратегия консолидации земель должна обеспечивать охрану и повышение качества окружающей среды. Понятно, что консолидация земель не принесет автоматических выгод, и при реализации стратегии необходимо следить за тем, чтобы в результате консолидации положение не ухудшалось. Излишнее увлечение определенными техническими аспектами проектов по консолидации земель иногда может приводит к деградации природы и ландшафтов и к чрезмерному производству продукции в ущерб окружающей среде и биоразнообразию.

По причине не квалифицированно разработанных проектов, в рамках которых поощрялось использование непригодных для сельского хозяйства земель, происходила деградация земель, а в результате неправильного устройства дренажных систем пересыхали водно-болотные угодья. Канализирование рек и устранение изгородей приводило к эрозии почвы в результате бесконтрольных ливневых стоков и к разрушению местообитаний диких растений и редких животных. В рамках программ развития сельских районов необходимо серьезное отношение к устранению экологических ущербов, причиненных в ходе реализации прежних проектов. Консолидация земель не должна причинять ущерба окружающей среде.

В рамках стратегии следует признать необходимость адаптации решений к местным условиям. В процессе консолидации земель необходимо учитывать местные сельскохозяйственные, экономические, социальные и экологические особенности и проводить консолидацию с учетом ожиданий и потребностей местного сельского населения. Проекты консолидации земель в горных районах должны значительно отличаться от тех проектов, что осуществляются на сельскохозяйственных равнинах [10]. Влияние окружающей среды и культуры совместно с финансовыми трудностями потребует применения целого ряда консолидационных подходов.

Выводы

В ходе консолидации земель необходимо решать следующие вопросы:

- организационные — какое учреждение, на каком уровне выполняет какие задачи и как будет осуществляться процесс, предполагающий широкое участие местного населения и выдвижение инициатив снизу;
- финансовые — как будет осуществляться мобилизация средств, необходимых для оплаты консолидации земель, и как можно обеспечивать рентабельность процесса;
- правовые — какова правовая основа проведения консолидации земель;
- информационные — как могли бы участники на всех уровнях и во всех секторах приобретать знания и навыки, необходимые им для выполнения своих обязанностей.

Литература

1. Мамедов Г.Ш. Земельная реформа в Азербайджане: правовые и научно-экономические вопросы. Баку: Элм, 2000. 374 с.
2. Мамедов Г.Ш., Низамзаде Т.Н. Земельная реформа в Азербайджане: итоги и перспективы // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2013. № 7 (101). С. 27-32.
3. Низамзаде Т.Н. Пути реформирования системы управления земельными ресурсами Азербайджана. *European Journal of Economics and Management Sciences is an international, Scientific journal*, Vienna. 2019. № 4. С. 3-13. URL: https://doi.org/10.29013/EJEMS-19-4-3-13
4. Европейская экономическая комиссия ООН. Комитет по жилищному хозяйству и землепользованию. Одиннадцатая сессия. Женева, 27-28 февраля 2019 г. Материалы по управлению земельными ресурсами. Женева, 2019. С. 6.
5. Мамедов Г.Ш. Аграрная политика Гейдара Алиева в Азербайджане. Баку: Элм, 2013. С. 153.
6. Sonnenberg, J. (2002). Fundamentals of Land Consolidation as an Instrument to Abolish Fragmentation of Agricultural Holdings. *FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA, April 19-26, 2002*. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig_2002/Ts7-4/TS7_4_sonnenberg.pdf
7. Lisec, A., Sevatdal, H., Bjerva, Ø.J., Ferlan M. (2012). The Institutional Framework of Land Consolidation — Comparative Analysis between Slovenia and Norway. *FIG Working Week "Knowing to manage the territory, protect the environment evaluate the cultural heritage", 6-10 May 2012, Rome, Italy*. URL: http://www.oicrf.org/pdf.asp?ID=10816
8. Низамзаде Т.Н. О проблеме земельного кадастра и регистрации земель в Азербайджане // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2015. № 7 (126). С. 45-50.
9. FAO (2003). The design of land consolidation pilot projects in Central and Eastern Europe: FAO Land Tenure Studies. Rome: FAO, no. 6. URL: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/Y4954E/Y4954E00.pdf
10. Hartvigsen, M. (2013b) (2014). Land Reform and land fragmentation in Central and Eastern Europe. *Land Use Policy*, vol. 36, pp. 330-341.

Об авторе:

Низамзаде Теймур Низам оглы, кандидат географических наук, доцент,
заведующий кафедрой землеустройства и кадастра, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3514-4915, teymur_nizamzade@mail.ru

CONSOLIDATION OF AGRICULTURAL LAND IN AZERBAIJAN AS A WAY TO IMPROVE THE SITUATION OF RURAL AREAS

T.N. Nizamzade

Baku state university, Baku, Azerbaijan Republic

In Azerbaijan, the inequality of socio-economic living conditions between rural and urban residents of the country is increasing every year. There are many reasons for this, and activities aimed at improving the quality of life in rural areas should include improving agricultural production, employment opportunities, infrastructure, the environment and housing conditions. The success of complex rural development projects will depend to a large extent on how they will address the issues of organizing the huge number of small, scattered farms that currently exist in the country, which, in our opinion, are in great need of consolidation. The purpose of this article is to make recommendations on how to proceed to rural areas in order to initiate a pilot land consolidation project.

Keywords: *land consolidation, farm area, rural areas, land plots, land fragmentation.*

References

1. Mamedov, G.Sh. (2000). *Zemel'naya reforma v Azerbaidzhane: pravovye i nauchno-ehkonomicheskie voprosy* [Land reform in Azerbaijan: legal, scientific and economic issues]. Baku, Ehlm Publ., 374 p.

2. Mamedov, G.Sh., Nizamzade, T.N. (2013). Zemel'naya reforma v Azerbaidzhane: itogi i perspektivy [Land reform in Azerbaijan: results and prospects]. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 7 (101), pp. 27-32.

3. Nizamzade, T.N. (2019). Puti reformirovaniya sistemy upravleniya zemel'nymi resursami Azerbaidzhana [Ways to reform the land management system in Azerbaijan]. *European Journal of Economics and Management Sciences is an international, Scientific journal*, Vienna, no. 4, pp. 3-13. Available at: https://doi.org/10.29013/EJEMS-19-4-3-13

4. United Nations economic Commission for Europe (2019). Evropeiskaya ehkonomicheskaya komissiya OON. Komitet po zhilishchnomu khozyaistvu i zemlepol'zovaniyu [United Nations economic Commission for Europe Committee on housing and land management]. *Odinnadtsataya sessiya. Zheneva, 27-28 fevralya 2019 g.* [Eleventh session. Geneva, 27-28 February 2019]. Geneva, p. 6.

5. Mamedov, G.Sh. (2013). *Agrarnaya politika Geidara Alieva v Azerbaidzhane* [Agrarian policy of Heydar Aliyev in Azerbaijan]. Baku, Ehlm Publ., 153 p.

6. Sonnenberg, J. (2002). Fundamentals of Land Consolidation as an Instrument to Abolish Fragmentation of Agricultural Holdings. *FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA, April 19-26, 2002*. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig_2002/Ts7-4/TS7_4_sonnenberg.pdf

7. Lisec, A., Sevatdal, H., Bjerva, ØJ., Ferlan M. (2012). The Institutional Framework of Land Consolidation — Comparative Analysis between Slovenia and Norway. *FIG Working Week "Knowing to manage the territory, protect the environment evaluate the cultural heritage", 6-10 May 2012, Rome, Italy*. URL: http://www.oicrf.org/pdf.asp?ID=10816

8. Nizamzade, T.N. (2015). O probleme zemel'nogo kadastra i registratsii zemel' v Azerbaidzhane [Problem of land cadaster and land registration in Azerbaijan]. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 7 (126), pp. 45-50.

9. FAO (2003). The design of land consolidation pilot projects in Central and Eastern Europe: FAO Land Tenure Studies. Rome: FAO, no. 6. URL: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/Y4954E/Y4954E00.pdf

10. Hartvigsen, M. (2013b) (2014). Land Reform and land fragmentation in Central and Eastern Europe. *Land Use Policy*, vol. 36, pp. 330-341.

About the author:

Teimur N. Nizamzade, candidate of geographical sciences, associate professor, head of the department of land management and cadastre,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3514-4915, teymur_nizamzade@mail.ru

teymur_nizamzade@mail.ru

ЗЕРНО РОССИИ
V СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ

V СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ
ЗЕРНО РОССИИ — 2021
19 февраля 2021 г. / Краснодар

АГРОБИЗНЕС
Организатор форума

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Экспорт зерна и продуктов его переработки.
- Качество зерна. Технологии улучшения и повышения урожайности
- Развитие транспортной инфраструктуры — условия и тарифы
- Инфраструктура зернового комплекса — строительство элеваторов, портов.
- Круглый стол «Органическое земледелие и выращивание зерновых»
- Обзор российского зернового рынка
- Новые технологии в системе выращивания зерновых
- Сельхозтехника для посева и уборки зерновых
- Проблемы и пути реализации зерна

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхозорганизаций, производители зерна, предприятия по переработке и хранению зерна, операторы рынка зерна, трейдеры, ведущие эксперты зернового рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки

По вопросу выступления и спонсорства: +7 (988) 248-47-17
По вопросам делегатского участия: +7 (909) 450-36-10, +7 (967) 308-88-94
e-mail: event@agbz.ru
Регистрация на сайте: events.agbz.ru