

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL  
VESTNIK OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE

№3 ————— Май-Июнь ————— 2021  
May-June

Издается с января 1992 года. Выходит 6 раз в год.  
ISSN 2500-2082

© Российская академия наук, 2021  
© «Вестник российской сельскохозяйственной науки», 2021

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
*академик РАН Г.А. Романенко*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:  
*академики РАН*

**Авидзба А.М.** (Национальный НИИ винограда и вина «Магарач»), **Горлов И.Ф.** (Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции), **Долгушкин Н.К.** (заместитель главного редактора РАН), **Иванов А.Л.** (Почвенный институт имени В.В. Докучаева), **Измайлов А.Ю.** (Федеральный научный агроинженерный центр РАН), **Каракотов С.Д.** (АО «Щелково Агрохим»), **Кашеваров Н.И.** (Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий РАН), **Кулик К.Н.** (Федеральный научный центр агроэкологии РАН), **Ван Мансвелт Ян** (Нидерланды), **Петров А.Н.** (Всероссийский НИИ технологий консервирования), **Попов В.Д.** (Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства), **Савченко И.В.** (Всероссийский НИИ лекарственных и ароматических растений), **Синеговская В.Т.** (Всероссийский НИИ сои), **Фисинин В.И.** (Федеральный научный центр «ВНИТИП» РАН), **Якушев В.П.** (Агрофизический НИИ)

*член-корреспондент РАН*

**Багиров В.А.** (Департамент координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Министерства науки и высшего образования РФ)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР – **Р.П. Сенина**

Журнал в виде отдельной базы данных Russian Science Citation Index (RSCI) размещен на платформе Web of Science. Зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) и в Международной информационной системе Agris, а также включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней кандидата и доктора наук.

Полные тексты статей размещаются на сайте научной электронной библиотеки: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

Адрес: 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 32 А,  
Отделение сельскохозяйственных наук РАН, оф. 1006  
Тел.: 8 (495) 938-17-51, 8 (916) 504-79-50  
E-mail: [vrsn@vestnik-rsn.ru](mailto:vrsn@vestnik-rsn.ru)  
Website: [www.vestnik-rsn.ru](http://www.vestnik-rsn.ru)

Published January 1992. Published 6 times a year.  
ISSN 2500-2082

EDITOR  
*Academician of the RAS G.A. Romanenko*

EDITORIAL BOARD:  
*Academician of the RAS*

**Avidzba A.M.** (National Institute of Vine and Wine “Magarach”), **Gorlov I.F.** (Povolzhskiy (Volga) Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products), **Dolgushkin N.K.** (Russian Academy of Sciences), **Ivanov A.L.** (Soil Institute named after V. V. Dokuchayev), **Izmajlov A.Ju.** (Federal Scientific Agro-engineering center RAS), **Karakotov S.D.** (JSC “Shchelkovo Agrokhim”), **Kashevarov N.I.** (Siberian Federal Scientific center of Agrobiotechnology of RAS), **Kulik K.N.** (Federal Scientific center of Agroecology RAS), **Mansvelt, Jan Diek van** (Netherlands), **Petrov A.N.** (All-Russian Research Institute of Canning Technology), **Popov V.D.** (Institute of Agroengineering and environmental problems of agricultural production), **Savchenko I.V.** (All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants), **Sinegovskaja V.T.** (All-Russian Research Institute of Soy), **Fisinin V.I.** (Federal Scientific Center “VNITIP” RAS), **Jakushev V.P.** (Agrophysical Research Institute)

*Corresponding member of the RAS*

**Bagirov V.A.** (Department of coordination of organizations in the field of agricultural Sciences of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation)

EXECUTIVE EDITOR – **Р.П. Сенина**

The journal to a separate database of RSCI posted on the Web of Science platform. Registered in the Russian science citation index (RSCI) and the International information system Agris.

Full texts of articles are placed on the website of electronic library: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

Address: 119334, Moscow, Leninsky prospekt, 32 A,  
Department of Agricultural Sciences of the RAS  
Tel.: +7 (495) 938 17-51, +7 (916) 504-79-50  
E-mail: [vrsn@vestnik-rsn.ru](mailto:vrsn@vestnik-rsn.ru)  
Website: [www.vestnik-rsn.ru](http://www.vestnik-rsn.ru)

## Содержание / Contents

### ● НАУКА – ПРОИЗВОДСТВУ/ SCIENCE TO PRODUCTION

- 4** **Егоров Е.А. / Egorov E.A.**  
 Научное обеспечение становления, развития плодородства и виноградарства Северо-Кавказского региона /  
 Scientific support for a fruit growing and viticulture establishment and development in the North Caucasus

### ● ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ/ ECONOMICS AND MANAGEMENT

- 8** **Кирейчева Л.В., Шевченко В.А., Юрченко И.Ф. / Kirejcheva L.V., Shevchenko V.A., Yurchenko I.F.**  
 Эколого-экономическое обоснование введения в сельскохозяйственный оборот длительно неиспользуемых земель /  
 Ecological and economic justification of a long-time unused lands introduction into agricultural circulation
- 13** **Кондратюк Е.А. / Kondratyuk E.A.**  
 Анализ влияния рыночных факторов на производство молочной продукции в Республике Карелия / Analysis of  
 market factors influence on dairy production in the Karelia republic

### ● АГРОНОМИЯ/AGRONOMY

#### *Растениеводство и селекция / Crop production and selection*

- 18** **Тырышкин Л.Г., Темирбекова С.К., Кудрявцева Е.Ю., Зуев Е.В. / Tyryshkin L.G., Temirbekova S.K., Kudryavtseva E.Yu., Zuev E.V.**  
 Эффективная ювенильная устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР к листовой ржавчине и  
 темно-бурой листовой пятнистости / Effective juvenile resistance of spring soft wheat samples from the VIR collection to  
 leaf rust and dark brown leaf spot
- 24** **Артохова О.А., Гладышева О.В., Свирина В.А. / Artyukhova O.A., Gladysheva O.V., Svirina V.A.**  
 Прирост биомассы и накопление сухого вещества яровым ячменем в зависимости от уровня минерального питания  
 и метеоусловий / Increase in biomass and dry matter accumulation of spring barley depending on the mineral nutrition level  
 and meteorological conditions
- 30** **Магомедов М.М., Шихмуратов А.З. / Magomedov M.M., Shikhmuradov A.Z.**  
 Местные и стародавние сорта пшеницы твердой из Азербайджана в условиях Южного Дагестана / Local and  
 traditional varieties of durum wheat from the Azerbaijan in the South Dagestan conditions
- 34** **Шпанев А.М., Воропаев В.В., Лекомцев П.В. / Shpanev A.M., Voropaev V.V., Lekomtsev P.V.**  
 Оптические свойства посевов яровой пшеницы в изменяющихся условиях агротехники / Optical properties  
 of a spring wheat sowings in changing argothecnic conditions
- 38** **Хамурзаев С.М., Анасов И.М., Мадаев А.А. / Khamurzaev S.M., Anasov I.M., Madaev A.A.**  
 Изучение новых сортов яблони на слаброслом подвое М-9 в условиях Чеченской Республики / Study of a new apple  
 trees varieties on a weakly growing stock M-9 in Chechen republic conditions

*Агроэкология/ Agroecology*

- 40** Дахно Т.Г., Дахно О.А. / *Dakhno T.G., Dakhno O.A.*  
Оценка экологической пластичности и стабильности сортов земляники крупноплодной по продуктивности и качеству плодов/ Assessment of a large-fruited strawberry varieties ecological plasticity and stability in terms of productivity and fruit quality

*Агрохимия/ Agrochemistry*

- 44** Синеговская В.Т., Банецкая Е.В. / *Sinegovskaya V.T., Banetskaya E.V.*  
Влияние длительного применения удобрений в посевах пшеницы на почвенную микрофлору луговой черноземовидной почвы / Influence of long fertilizers application in a wheat sowings on meadow chernozem-like soil's microflora

*Кормопроизводство/ Fodder production*

- 50** Трифунтова И.Б., Асеева Т.А. / *Trifuntova I.B., Aseeva T.A.*  
Кормовая продуктивность сортов и линий овса конкурсного сортоиспытания в агроклиматических условиях Дальнего Востока / Fodder productivity of oats varieties and lines in competitive variety trial in the Far East agro-climatic conditions

*Почвоведение/ Soil Science*

- 54** Исаев В.А., Белобров В.П., Юдин С.А. и др. / *Isaev V.A., Belobrov V.P., Yudin S.A. et al.*  
Почво-грунтовые воды (верховодка) в черноземах Каменной степи / Soil and subsoil waters (top water) in the Stone Steppe chernozemic soils

- 61** Рабинович Г.Ю., Трешкин И.А. / *Rabinovich G.Yu., Treshkin I.A.*  
Влияние органических компостов на продуктивность севооборота и их окупаемость прибавкой урожая / Influence of organic composts on the crop rotation productivity and their payback by increasing the yield

● ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ/ VETERINARY AND ZOOTECHNICS

- 66** Евглевский А.А., Скира В.Н. / *Evglevskiy A.A., Skira V.N.*  
Эффективность йодиола в комплексе с янтарной кислотой при риске развития жирового гепатоза коров / Effectiveness of iodinol in combination with succinic acid at risk of developing fatty hepatitis in cows

- 70** Семикрасова А.Н., Петрова И.В., Жилина К.В. / *Semikrasova A.N., Petrova I.V., Zhilina K.V.*  
Естественная резистентность кроликов кросса Родник в условиях экспериментального сепсиса, вызванного *Streptococcus pyogenes* / Natural resistance of Rodnik cross rabbits under experimental sepsis conditions caused by a *Streptococcus pyogenes*

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-63276 от 06 октября 2015 г.,  
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Подписано к печати 25.05.2021 г. Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 9,04. Уч.-изд. л. 9,25. Заказ № 14. Тираж 21 экз. Бесплатно.

Учредитель: Российская академия наук

16+

Издатель: Российская академия наук, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 14  
Исполнитель по госконтракту № 4У-ЭА-068-20 ООО "Объединённая редакция",  
109028, Москва, Подкопаевский пер., д. 5, каб. 6  
Отпечатано ИП Ерхова И.М.  
125267, Москва, Ленинградский пр-т, 47, тел. 8 495 799-48-85

**Е.А. Егоров, академик РАН, профессор**

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия  
РФ, 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39  
E-mail: kubansad@kubannet.ru

УДК 634.1: 634.8: 001.11

DOI: 10.30850/vrsn/2021/3/4-7

## НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНОВЛЕНИЯ, РАЗВИТИЯ ПЛОДОВОДСТВА И ВИНОГРАДАРСТВА СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА\*

*Рассмотрена история создания, становления и развития Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия – в настоящее время крупного, динамично развивающегося научно-методического и селекционного центра по садоводству, виноградарству, виноделию, хранению и переработке сельскохозяйственной продукции в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. Изучена роль научного учреждения в обеспечении процессов развития отраслей садоводства и виноградарства. Дана оценка современного состояния научно-технического потенциала и производственной базы учреждения. Представлен анализ научной деятельности учреждения, сосредоточенной на фундаментальных и приоритетных направлениях исследований, связанных с научным обеспечением развития отраслей садоводства и виноградарства, пищевой промышленности субъектов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Приоритетная направленность разрабатываемой учреждением научно-технической продукции – актуальная на современном этапе для развития отраслей. Статистически оценено состояние отраслей и динамика их развития. Представлены масштабы и объемы внедрения научно-технической продукции учреждения.*

**Ключевые слова:** научное учреждение, становление, развитие, научное обеспечение, плодоводство, виноградарство.

**E.A. Egorov, Academician of the RAS, Professor**

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking  
RF, 350901, g. Krasnodar, ul. im. 40-letiya Pobedy, 39  
E-mail: kubansad@kubannet.ru

## SCIENTIFIC SUPPORT FOR A FRUIT GROWING AND VITICULTURE ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT IN THE NORTH CAUCASUS

*The history of the creation, formation and development of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking is currently a large, dynamically developing scientific and methodological and selection center for gardening, viticulture, winemaking, storage and processing of agricultural products in South and North Caucasian federal districts. The role of a scientific institution was studied in ensuring the processes of development of sectors of gardening and viticulture. An assessment of the current state of the scientific and technical potential and the production base of the institution is given. The characteristic of the scientific activity of the institution concentrated on the fundamental and priority areas of research related to the scientific support for the development of sectors of gardening and viticulture, the food industry of the subjects of the South and North Caucasus federal districts is given. The priority direction of the developed institution of scientific and technical products, which is relevant at the present stage for the development of industries. The statistical assessment of the current state of industries and the dynamics of their development is given. The scope and volume of the introduction of scientific and technical products of the institution are presented.*

**Key words:** scientific institution, formation, development, scientific support, fruit growing, viticulture.

Северо-Кавказская зональная опытная станция, в последующем Азово-Черноморский краевой укрупненный опорный пункт, была организована в станице Славянской на базе совхоза «Сад-Гигант» 6 июня 1931 года приказом «Садвинтреста». [3]

Становление и развитие научного учреждения связано с работой по организации на Северном Кавказе промышленного производства плодов, ягод и винограда, что требовало специальных научных исследований. Сформированный коллектив ученых-плодоводов сделал в предвоенные годы значительные экологические обследования территории Краснодарского края, чтобы выявить почвенные и агроклиматические ресурсы плодоводства.

Собраны коллекции пород и сортов плодовых культур, выполнены большие объемы селекционных и агротехнических исследований, разработаны проекты закладки промышленных насаждений плодовых и ягодных культур.

Распоряжением Совнаркома РСФСР № 337 от 22.04.1935 г. опорный пункт переименован в Краснодарскую плодово-ягодную опытную станцию и переведен в г. Краснодар.

Во время оккупации Краснодарского края в годы Второй мировой войны научные сотрудники сохранили гибридный фонд, опытные насаждения, библиотеку и оборудование. После освобождения Кубани небольшой коллектив станции проводил работы по обследованию садов и ягодников, выдавал рекомендации по восстановлению и реконструкции насаждений.

В 1944 году произошло преобразование в Краснодарскую зональную плодово-виноградную опытную станцию (распоряжение СНК РСФСР № 1589-р от 03.07.1944 г.). Основное внимание уделялось формированию ее производственной базы, расширению научно-методической сети, организации работы по повышению квалификации агрономов

\* К 90-летию Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия / To 90-th anniversary of North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, and Viticulture and Winemaking.

и бригадиров хозяйств, проведению испытаний и внедрению новых технологий.

Приказом Министра сельского хозяйства РСФСР № 246 от 20 мая 1958 года опытная станция была реорганизована в Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства.

В 1962 году при институте созданы Народный университет сельскохозяйственных знаний (с филиалами в Кабардино-Балкарии и Ростовской области), который осуществлял переподготовку специалистов более 30 лет, а также школа повышения квалификации специалистов отрасли садоводства и виноградарства Минсельхоза РСФСР.

При институте организовано проектно-изыскательское, конструкторское и технологическое бюро (1973), которое осуществляло изыскания и проектирование процессов закладки насаждений, создание машин и рабочих органов.

Согласно Постановлению Совмина РСФСР от 17 января 1979 года и приказу Всероссийского отделения ВАСХНИЛ от 16 февраля 1979 года № 1 учреждение было передано в непосредственное подчинение ВРО ВАСХНИЛ, а на основании Указа Президента Российской Федерации от 30 января 1992 года № 84 «О Российской академии сельскохозяйственных наук» – в ведение вновь созданной Россельхозакадемии.

Приказом МСХ СССР № 276 от 14.12.1982 г. организован Центр селекции и сортоизучения на базе института, который по решению Отделения растениеводства Россельхозакадемии и Союза селекционеров России (№ 05-13/24 от 23.04.2002 г.) стал координационным Центром селекционеров и виноградарей Юга России. [4]

В 1993 году создана испытательная лаборатория, аккредитованная Госстандартом России по контролю за качеством алкогольной продукции, а в 1998 – Орган по сертификации продукции, который включен в национальную часть Единого реестра органов по оценке соответствия Евразийского экономического союза с аккредитацией Федеральной службой по аккредитации. В 2019 году лаборатория уполномочена Комиссией Евросоюза проводить испытания и выдавать сертификаты соответствия на экспортируемую винодельческую продукцию предприятий Краснодарского края.

С 1995 года в г.-к. Анапа научным учреждением создается Российская генетическая коллекция винограда. В соответствии с Федеральным законом от 27 сентября 2013 года № 253-ФЗ и распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2013 года № 2591-р учреждение передано в ведение Федерального агентства научных организаций.

В феврале 2017 года ФГБНУ СКЗНИИСиВ реорганизовано и переименовано в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», который в последующем переподчинен Минобрнауки России (приказ № 547 от 03 августа 2018 года) и присоединением к нему:

– Краснодарского научно-исследовательского института хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, созданного в соответствии с приказом Российской академии сельскохозяйственных наук от 28 июля 1993 года № 113 на базе

Краснодарского научно-исследовательского Центра хранения и переработки сельскохозяйственной продукции и Государственного унитарного предприятия «Краснодарский экспериментальный завод холодильного и технологического оборудования»;

– Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства, созданной на базе Анапского опытного поля по виноградарству, образованного по постановлению Военного Совета Кубанского казачьего войска от 21 июня 1910 года;

– Дагестанской селекционной опытной станции виноградарства и овощеводства, (постановление Совнаркома СССР от 1 февраля 1935 года № 175).

В 2019 году в состав учреждения вошла Опытная станция «Гоганская» (приказ Минобрнауки России № 245 от 25 апреля 2019 года) – правопреемник реорганизованного ФГУП «Гоганское», созданного в соответствии с приказом Всероссийского отделения ВАСХНИЛ от 23 мая 1972 года № 68-Д.

Ранее в состав научного учреждения входили Ставропольская опытная станция по садоводству (2002–2016 годы), Крымская опытно-селекционная станция (2006–2014 годы).

В соответствии с приказом Минобрнауки России № 1429 от 26 декабря 2019 года создан Селекционно-семеноводческий центр в сфере плодово-ягодных культур и винограда.

В разные годы опытную станцию, институт, а в настоящее время Федеральный научный центр, возглавляли: П.С. Ефимов (1931–1934), А.С. Ерошенко (1935–1937), Я.И. Октябрьский (1938–1939), С.С. Филяков (1943–1945), К.Е. Ивченко (1946–1950), д-р с.-х. наук, профессор А.К. Приймак (1951–1971), д-р с.-х. наук В.Н. Попов (1972–1982), д-р экон. наук, профессор И.Н. Переверзев (1982–1998), д-р экон. наук, профессор, академик РАН Е.А. Егоров (с 1998 года). [1]

Большой вклад в становление и развитие отраслей садоводства и виноградарства на юге России внесли ученые института: д-р с.-х. наук, профессор М.А. Колесников, д-р с.-х. наук, профессор Г.В. Трусевич, д-р с.-х. наук, профессор С.Ф. Неговелов, д-р с.-х. наук, профессор А.К. Приймак, д-р с.-х. наук И.М. Ряднова, д-р биол. наук В.В. Грищенко, канд. с.-х. наук Л.М. Сергеев, канд. с.-х. наук Б.А. Мотовилов, канд. с.-х. наук И.М. Киричек, канд. с.-х. наук А.А. Подгаевская, канд. с.-х. наук Е.М. Стороженко, канд. с.-х. наук Н.Ф. Снитко, канд. с.-х. наук С.Ф. Серпуховитина, канд. с.-х. наук Л.Т. Коханова. Разноплановые исследования коллектива опытной станции и впоследствии института по научному обеспечению развивающихся отраслей садоводства и виноградарства определили формирование научных школ: «Южное садоводство»; «Защита плодовых культур и винограда»; «Физиология и биохимия плодовых растений и винограда»; «Виноградарство»; «Виноделие»; «Экономика отраслей садоводства и виноградарства».

Дальнейшее развитие научные школы получили в трудах ведущих ученых учреждения: докторов наук – Е.К. Киртбая, Г.Н. Теренько, В.М. Смольяковой, А.С. Пронь, К.А. Серпуховитиной, Е.А. Егорова, И.А. Драгавцевой, В.П. Поповой, Т.Г. Причко, Т.И. Гугучкиной, Н.М. Агеевой, И.А. Ильиной,

В.С. Петрова, Т.Н. Воробьевой, Е.В. Ульяновской, Р.Ш. Заремук, Н.И. Ненько, О.Н. Шелудько, Ю.Ф. Якуба, Ж.А. Шадринной; кандидатов наук – А.П. Луговского, С.Н. Артюх, Е.М. Алехиной, А.Н. Фисенко, А.И. Талаш, В.А. Алферова, И.И. Супрун, Е.Т. Ильницкой, Е.Г. Юрченко, М.Е. Подгорной, Г.В. Якуба, А.П. Кузнецовой, М.А. Сундыревой, Т.Г. Фоменко, Д.Э. Руссо и других.

Над научным обеспечением развития виноградарства и виноделия в Анапо-Таманской зоне работали из Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия: доктора наук – Д.Л. Захаров, А.С. Мерджаниан, Г.Г. Агабальянц, Н.И. Андреев, П.К. Дюжев, П.Н. Унгурян, А.Ф. Флеров, А.М. Фролов-Багреев, А.И. Жуков, М.И. Панкин, Н.Н. Перов, кандидаты наук – С.Ф. Серпуховитина, К.П. Скуинь, А.Д. Лукьянов, А.М. Сафарян, В.М. Ленцова, Л.П. Машинская, Г.А. Зоткина, А.А. Лукьянов, директора станции – П.И. Журбий, Я.С. Донец, А.В. Баляев, Ф.М. Пронин.

Селекцией винограда в Республике Дагестан занимались ученые Дагестанской селекционной опытной станции виноградарства и овощеводства: доктор наук – Р.Э. Казахмедов, кандидаты наук – М.Я. Пейтель, Ю.Ш. Абрамов, Л.Э. Абрамова, С.Д. Раджабов, сотрудник Г.Г. Абарянц; овощных культур: кандидаты наук – Т.И. Муллаев, Д.И. Саидов, сотрудник Е.У. Камилова.

В научное обеспечение развития пищевой промышленности Краснодарского края в области хранения, переработки и контроля качества сельскохозяйственной продукции, технологий сахара и сахаристых продуктов внесли свой вклад ученые Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: доктора наук – Р.И. Шаззо, Ю.Г. Скорикова, Ю.И. Молотилин, Е.П. Викторова, Р.В. Казарян, Г.И. Касьянов, Т.В. Першакова, кандидаты наук – В.О. Городецкий, Н.М. Даишева, Р.И. Екутеч, В.В. Кондратенко, Г.А. Купин, Н.В. Орлова, Г.Н. Павлова, а также сотрудники – Л.Д. Ерашова, Р.С. Ермоленко, Л.В. Михайлюта, А.Н. Матвиенко и другие.

В настоящее время Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия – крупный, динамично развивающийся научно-методический и селекционный центр по садоводству, виноградарству, виноделию, хранению и переработке сельскохозяйственной продукции в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. Центр имеет развитый научно-технический потенциал и производственную базу: работают 268 человек, из них 151 исследователь, в том числе 18 докторов наук и 69 кандидатов; формируется современное лабораторное оснащение, создана обширная научно-методическая сеть по Северному Кавказу; функционируют опытно-производственные хозяйства и малые инновационные предприятия.

Ученые научного учреждения – Лауреаты Государственной премии и премии Правительства Российской Федерации, премии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, премий администрации Краснодарского края в области науки, Союза виноградарей и виноделов Крыма имени Г.Г. Валуйко, удостоены Золотой медали имени И.В. Мичурина, Золотой медали имени Л.С. Голицына. Восемь на-

учных сотрудников имеют ученое звание профессор, одиннадцать – доцента и один академик РАН. Удостоены звания «Герой труда Кубани» – 1, «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» – 3, «Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации» – 3, «Заслуженный деятель науки Кубани» – 20, «Заслуженный работник сельского хозяйства Кубани» – 9, «Заслуженный работник пищевой промышленности Кубани» – 1.

За 2010–2020 годы на международных, всероссийских и других выставках разработкам научного учреждения вручены 53 золотых, 19 серебряных и 3 бронзовых медали.

В 1962 году в институте организована аспирантура, за 58 лет ее существования подготовлено более 180 кандидатов наук, 31 сотрудник защитил докторские диссертации. В настоящее время в аспирантуре проводятся исследования и готовятся диссертационные работы 24 аспиранта на соискание ученой степени кандидата наук. Количество исследователей в возрасте до 29 лет увеличилось за 2016–2020 годы на 43 %.

Созданный научно-образовательный сектор ежегодно организует более 30 научно-практических семинаров, в том числе по программам повышения квалификации, для специалистов организаций в отраслях садоводства, виноградарства, хранения и переработки сельхозпродукции.

В 2001 году Приказом ВАК РФ при институте создан Совет Д 006.056.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, кандидата наук по научной специальности «Плодоводство, виноградарство», расширивший в настоящее время сферу деятельности по профильным специальностям: 06.01.08 – Плодоводство, виноградарство, 06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений, 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства. За период работы совета защищены 21 докторская и 121 кандидатская диссертации.

Научная работа центра сосредоточена на фундаментальных и приоритетных направлениях исследований, связанных с развитием и научным обеспечением плодово-ягодного и виноградо-винодельческого подкомплексов, пищевой промышленности субъектов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Структурные подразделения осуществляют исследовательские, проектно-изыскательские, оценочные, экспертные, конструкторские работы, обеспечивающие повышение производственного потенциала многолетних насаждений, улучшение качества продукции, ресурсоэнергосбережение, природоохранность, экологическую безопасность и эффективность.

Поддерживается более 120 патентов и авторских свидетельств. Опубликованы более 12 304 научных произведений, в том числе 314 монографий, 477 методических рекомендаций, агротехнических указаний и методик, а также тематические сборники научных работ.

Учреждение – учредитель тематического сетевого электронного научного журнала «Плодоводство и виноградарство Юга России» (2010), входящего в перечень рецензируемых изданий ВАК РФ, а также периодического печатного издания «Научные труды СКФНЦСВВ» (2014).

За период деятельности передано в ГСИ: 113 новых сортов семечковых; 26 – косточковых; 11 – орехоплодных; 17 – ягодных культур и 108 сортов винограда, 6 перспективных клоновых подвоев яблони и 2 подвоя косточковых культур серии СК (Северный Кавказ). В районированном сортименте для Юга России: плодовые культуры – 27,2 %, виноград – 30,6 %, адаптированные к почвенно-климатическим условиям южного региона, отличающиеся высокой устойчивостью к стресс-факторам окружающей среды, продуктивностью и качеством плодов и ягод. Сохраняемый генофонд винограда, плодовых, ягодных, орехоплодных, цветочно-декоративных, овощных культур и подвоев насчитывает 7 253 генотипа.

Ученые центра вносят весомый вклад в развитие отраслей садоводства, виноградарства, пищевой и перерабатывающей промышленности, широко внедряя в производство результаты завершенных научных исследований: способы выращивания посадочного материала высших категорий качества; технологии возделывания плодовых культур и винограда интенсивного типа, позволяющие существенно повысить уровень продуктивности и рентабельности; экологизированные системы защиты насаждений, позволяющие сокращать пестицидные нагрузки и переходить на широкое использование биологических препаратов; экологические карты оптимального размещения плодовых культур и винограда; методы оценки экологических ресурсов Юга России; рекомендации по определению качества и безопасности плодово-ягодной и виноградо-винодельческой продукции; организационно-экономический инструментарий управления производственными процессами в садоводстве и виноградарстве, обеспечивающий достижение высокой экономической эффективности.

В отраслях садоводства и виноградарства Южный и Северо-Кавказский федеральные округа России и, прежде всего, Краснодарский край, продолжают удерживать лидирующие позиции в Российской Федерации по площадям насаждений, урожайности и валовым сборам плодов, ягод и винограда. Виноградные насаждения в специализированных хозяйствах ЮФО и СКФО составляют 78,3 %, по Краснодарскому краю 25,6 % всех площадей РФ; удельный вес в валовых сборах по ЮФО и СКФО – 69,3 %, Краснодарскому краю – 30,5 % общероссийского уровня. Плодово-ягодные насаждения в сельскохозяйственных организациях по ЮФО и СКФО занимают 49,4 %, Краснодарскому краю – 18,5 % общих площадей сельхозорганизаций РФ, а валовые сборы плодов и ягод по ЮФО и СКФО – 77,4 %, Краснодарскому краю – 37,1 %. Все это результат совместной работы ученых и специалистов отраслевых предприятий. [2]

Ежегодно на предприятиях ЮФО и СКФО осваивается научно-техническая продукция учреждения на площади около 13,8 тыс. га сельхозугодий с общим экономическим эффектом от внедрения более 130 млн руб. в год. Научно-технические услуги, оказываемые сельхозтоваропроизводителям: проектирование отраслевых технологий и закладка многолетних насаждений; экспертная оценка безопасности, соответствия и качества, сертификация пищевых продуктов и посадочного материала; об-

разовательная деятельность (обучение в аспирантуре, работа диссертационного совета, повышение квалификации отраслевых специалистов); издательская, экспертная и консультационная деятельность по профильным областям знаний.

Общий объем финансирования по всем источникам, включая доходы от реализации на рынке научно-технической продукции, вырос со 109,3 млн в 2016 году до 269,8 млн руб. в 2020 году, или в 2,5 раза. Среднегодовой доход от научного предпринимательства на одного исследователя увеличился с 464,7 тыс. до 620,0 тыс. руб.

Предприятиями, составляющими опытно-производственную базу, только в 2020 году произведено и реализовано сельскохозяйственной продукции, посадочного материала на сумму более 500 млн руб., получено 86 млн руб. прибыли, рентабельность консолидированного баланса – 23 %.

За большой вклад в развитие сельскохозяйственно-го производства и высокие научно-производственные достижения коллективу института объявлена Благодарность Президента Российской Федерации.

По результатам научно-технической деятельности центр признан «Ведущей научной организацией России»; Лидером инициативных фундаментальных исследований, интеграции науки и образования, инновационной и научно-практической деятельности в Краснодарском крае.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Егоров, Е.А. Северо-Кавказскому зональному научно-исследовательскому институту садоводства и виноградарства 85 лет / Е.А. Егоров // Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 4. – С. 5–8.
2. Егоров, Е.А. Научное обеспечение отраслей садоводства и виноградарства в аспекте импортозамещения / Е.А. Егоров, Ж.А. Шадрин, Г.А. Кочьян // Научные труды СКЗНИИСИВ. – 2016. – Т. 10. – С. 7–17.
3. Одинцов, В.А. Итоги работы Научно-исследовательского института плодово-ягодного хозяйства РСФСР и БССР им. И.В. Мичурина: за 3-летний период (1931–34 гг.) / В.А. Одинцов. – Воронеж: Ворон. обл. кн-во, 1935. – 74 с.
4. Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства (годы, события, люди). К 75-летию СКЗНИИСИВ. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2006. – 158 с.

#### LIST OF SOURCES

1. Egorov, E.A. Severo-Kavkazskomu zonal'nomu nauchno-issledovatel'skomu institutu sadovodstva i vinogradarstva 85 let / E.A. Egorov // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2016. – № 4. – S. 5–8.
2. Egorov, E.A. Nauchnoe obespechenie otraslej sadovodstva i vinogradarstva v aspekte importozameshcheniya / E.A. Egorov, Zh.A. SHadrina, G.A. Koch'yan // Nauchnye trudy SKZNIISiV. – 2016. – T. 10. – S. 7–17.
3. Odincov, V.A. Itogi raboty Nauchno-issledovatel'skogo instituta plodovo-yagodnogo hozyajstva RSFSR i BSSR im. I. V. Michurina: za 3-letnij period (1931–34 gg.) / V.A. Odincov. – Voronezh: Voron. obl. kn-vo, 1935. – 74 s.
4. Severo-Kavkazskij zonal'nyj nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva i vinogradarstva (gody, sobytiya, lyudi). K 75-letiyu SKZNIISiV. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2006. – 158 s.

Л.В. Кирейчева, доктор технических наук, профессор  
 В.А. Шевченко, член-корреспондент РАН, профессор  
 И.Ф. Юрченко, доктор технических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова  
 РФ, 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, корп. 2  
 E-mail: mail@vniigim.ru

УДК 626.923.2

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/8-12

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВВЕДЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ ДЛИТЕЛЬНО НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

*В работе представлены теоретические подходы к оценке эффективности введения в агропроизводство залежных земель, обоснована целесообразность реализации мероприятия. Разработана Методика эколого-экономического обоснования введения длительно неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот или перевод их в другие категории. Отличительная особенность предлагаемых решений – поиск баланса между ограничениями природно-климатического потенциала территории и возможностями ресурсного потенциала агропроизводства, а также снижение риска не достижения экономической эффективности вложений в восстановление хозяйственной ценности длительно неиспользуемых земель. Методология исследований основана на обобщении и сравнительном анализе решений в области управления, математической статистики, имитационного и аналитического моделирования производственного процесса устойчивых агроэкосистем. Представлен алгоритм оценки потребностей земледельцев в росте агропроизводства, отсутствие которых – повод для отказа от дополнительных площадей. Установлены процедуры и операции анализа эколого-экономической и социально-экономической эффективности использования залежных земель, на основе которых осуществляется интегральная оценка целесообразности ввода их в эксплуатацию. Приведены рекомендации для расчета общего экономического эффекта и риска на заключительном этапе эколого-экономического обоснования введения земель в сельскохозяйственный оборот. Применение залежных сельскохозяйственных угодий в агропроизводстве будет способствовать повышению эффективности реализации решений правительства РФ по развитию отечественного АПК.*

**Ключевые слова:** эколого-экономическая эффективность, залежные земли, агропроизводство, неиспользуемые земли.

L.V. Kirejcheva, *Grand PhD in Engineering sciences, Professor*  
 V.A. Shevchenko, *Corresponding member of the RAS, Professor*  
 I.F. Yurchenko, *Grand PhD in Engineering sciences*

All-Russian research Institute of hydraulic engineering and melioration named after A.N. Kostyakov  
 RF, 127550, g. Moskva, ul. B. Akademicheskaya, 44, korp. 2  
 E-mail: mail@vniigim.ru

## ECOLOGICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION OF A LONG-TIME UNUSED LANDS INTRODUCTION INTO AGRICULTURAL CIRCULATION

*The paper presents theoretical approaches to assessing the effectiveness of introducing fallow lands into agricultural production, justifying the feasibility the measure implementation. The methodology of ecological and economic case of the introduction of long-term unused lands into agricultural circulation or their transfer to other categories has been developed. A distinctive feature of the proposed solutions is the search for a balance between natural and climatic potential of the territory limitations and the possibilities of agricultural production resource potential, as well as reducing the risk of not achieving the economic efficiency of investments in restoring the economic value of long-term unused lands. The research methodology is based on the generalization and comparative analysis of solutions in the field of management, mathematical statistics, simulation and analytical modeling of a sustainable agroecosystems production process. An algorithm for the land user needs assessment in the growth of agricultural production is presented, the absence of which is a reason to refuse additional areas. The procedures and operations for analyzing the ecological and economic, socio and economic efficiency of the fallow lands using have been established on the basis of which an integral assessment of the feasibility of putting them into operation is carried out. Recommendations are given for calculating the overall economic effect and risk at the final stage of the ecological and economic substantiation of land introduction into agricultural circulation. The fallow agricultural land in agricultural production using will help to increase the efficiency of the Russian government implementation decisions on the development of the domestic agro-industrial complex.*

**Key words:** ecological and economic efficiency, fallow lands, agricultural production, unused lands.

Проблема сокращения посевных площадей и вывода из оборота пахотных земель, имеющая в основном экономические корни развития и географический характер распространения, затрагивает обширные территории депрессивных, неблагоприятных в агроклиматическом, экономическом и демографическом отношении сельских местностей РФ. Зачастую это связано с разрушенным сельскохозяйственным производством и неразвитой сель-

ской инженерной, транспортной и социальной инфраструктурой. К основным причинам сокращения и невозврата залежных земель в сельскохозяйственное производство, включая ранее мелиорированные земли, можно отнести следующие:

– неопределенный правовой статус, отсутствие четкой информации о местоположении длительно неиспользуемых земель и государственного надзора, ненадлежащий кадастровый учет;

– процессы деградации земель в сельском хозяйстве;

– снижение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения из-за недостаточного внесения минеральных, органических удобрений и химических мелиорантов;

– неудовлетворительное финансово-экономическое положение сельскохозяйственных товаропроизводителей;

– разрушение материально-технической базы мелиоративного сектора АПК, необходимой для восстановления существующих мелиоративных систем и нового развития мелиораций;

– отсутствие материально-технического обеспечения для вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения, производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции;

– дефицит кадров средней квалификации в сельскохозяйственном производстве и отсутствие таковых в мелиоративном секторе.

Ресурсное и финансовое обеспечение мероприятий по вводу в агропроизводство длительно неиспользуемых земель и, в первую очередь, наиболее «затратных» (условия ранее вложенного капитала) мелиорируемых сельхозугодий – одна из приоритетных задач сельского хозяйства. Бюджетных средств субъектов Российской Федерации и сельскохозяйственных производителей, как правило, недостаточно для финансирования работ по восстановлению и развитию мелиоративного водохозяйственного фонда АПК. Высокие ставки по кредитам банков России, низкая доходность сельскохозяйственных предприятий и длительный период окупаемости инвестиций не позволяет им воспользоваться кредитами из-за больших рисков невозврата кредитных средств и потери собственности на землю. Все это отрицательно сказывается на возможности привлечения внебюджетных источников финансирования.

Успешному решению этой проблемы в значительной мере способствуют выделяемые субсидии на проведение мелиоративных мероприятий. Динамично нарастающее сокращение площадей пахотных земель послужило основанием для разработки Минсельхозом России проекта «Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации». Реализация госпрограммы позволит к 2030 году ввести в оборот 13,2 млн га сельскохозяйственных земель, из них 5 млн га будут вовлечены в агропроизводство путем культуртехнических мероприятий с господдержкой от 50 до 70 %.

Инвестирование ограниченного капитала в мероприятия по введению в оборот длительно неиспользуемых в сельскохозяйственном обороте земель требует большой осторожности и серьезного обоснования, так как затраты на подготовку, обработку и дальнейшее применение новой территории могут значимо разниться и превышать экономическую доходность агропроизводства. Сдерживающий фактор эффективного решения указанной проблемы – отсутствие теоретически обоснованного нормативно-методического документа, определяющего последовательность действий для региональных

и муниципальных органов власти, по обеспечению мероприятий интенсификации использования земель в современных условиях хозяйствования. [1] По заданию Минсельхоза России для Нечерноземной зоны РФ разработана Методика эколого-экономического обоснования введения земель в сельскохозяйственный оборот или перевода их в другие категории. Теоретические положения документа по формированию моделей, алгоритмов, процедур и операций эколого-экономического обоснования целесообразности возврата в сельскохозяйственный оборот залежных земель базируются на методической оценке эффективности управляющих воздействий, интегрирующих лучшие достижения науки и практики, а также приоритетные подходы к стратегическому направлению их развития. [4]

Цель работы – обоснование ввода в эксплуатацию длительно неиспользуемых земель.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Теоретической основой исследований послужили методы системного и сравнительного анализа, математической статистики, имитационного и аналитического моделирования, экспертной оценки и современные методологические подходы к изучению производственного процесса устойчивых агроэкосистем. На первом этапе выполняется обоснование необходимости введения в сельскохозяйственный оборот длительно неиспользуемых земель, которое начинается с анализа потребности в росте и/или развитии агропроизводства. Требуется выявить конкретные земельные участки, оценить их состояние, определить производственный потенциал по природно-климатическим условиям и обозначить целесообразность введения в сельхозоборот. Результатом реализации следующих двух этапов (определение эколого-экономической и анализ социально-экономической эффективности использования в агропроизводстве залежных земель), становится интегральная оценка дальнейшей эксплуатации. Затем следует рассчитать общий экономический эффект мероприятий по вводу залежных земель, уточнить контингент участников, определить эффективность финансирования и целесообразность их участия в проекте. На последнем этапе рассчитываются возможные риски.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве предпосылок возврата сельскохозяйственными товаропроизводителями в агропроизводство длительно неиспользуемых земель рассматриваются: дефицит сельскохозяйственных земель у хозяйствующих субъектов в целом, либо земель с определенным уровнем плодородия и возможностями их использования; необходимость изменения структуры землепользования; увеличение производства и экспорта сельскохозяйственной продукции; развитие органического земледелия.

Алгоритм оценки эколого-экономической целесообразности применения залежных земель включает: обследование и диагностику развития деградационных процессов; расчеты продуктивности земель в современных условиях, производственного

Таблица 1.

Матрица оценки степени культуртехнической деградации земельных участков

Показатель культуртехнического состояния участка	Параметр	Критериальные значения, балл				
		0	1	2	3	4
Закамененность (или наличие погребенной древесины на торфянике)	Количество камня (древесины), м <sup>3</sup> /га в слое 30 см	0	0...25	25...50	50...100	>100
Закочкаренность	Площадь занятая кочками, %	0	0...15	15...30	30...60	>60
	Количество кочек на 1 га, тыс. шт.	0	1...3	3...5	5...15	>15
Закустаренность	Площадь занятая кустарником (проекция крон), %	0	0...20	20...40	40...60	>60
Мелкоконтурность	Площадь контура, га	Отсутствует контурность		<5	5...10	>10
Шкала оценки степени культуртехнической деградации участка для критериальных показателей	Балл	0	5	10	15	20
Шкала интегральной оценки степени культуртехнической деградации участка	Балл	<2,5	2,5...7,5	7,5...12,5	12,5...17,5	>17,5
Оценка степени культуртехнической деградации		Не деградированные	Слабо деградированные	Средне деградированные	Сильно деградированные	Очень сильно деградированные

потенциала после ликвидации деградации, а также обоснование планируемой урожайности на вновь вводимых землях; проведение мероприятий по восстановлению продуктивности залежных земель, подвергшихся деградационным изменениям; выбор варианта вновь осваиваемой территории с учетом экологических ограничений агропроизводства.

При обследовании изучается степень культуртехнической деградации, мелиоративное состояние участка, агрохимические и агрофизические характеристики почв, биологические показатели почвенного и растительного покрова, техническое состояние гидромелиоративных систем на отдельно оконтуренном участке. Количественное значение диагностического типа деградации залежных земель определяется суммой значений его показателей в баллах. Оценка степени деградации территории по конкретному диагностическому типу деградации выполняется по специально разработанной шкале ее значений, представленной в методике. По каждому типу деградации формируется матрица оценки степени этого процесса, характеризующая показатели деградации и их критериальные значения (табл. 1).

Каждый показатель диагностического типа деградации оценивается в баллах. Интервалы шкалы интегральной оценки устанавливаются с учетом пограничных значений шкалы оценки критериальных показателей. По результатам оценки состояния объекта формируются состав и объем мероприятий для восстановления агропроизводства на залежных землях.

Целесообразность возврата вышедших из оборота сельскохозяйственных земель предлагается оценивать по результатам расчета планируемого уровня использования природно-климатического потенциала (табл. 2). Последний устанавливается в зависимости от критериального значения отношения планируемой продуктивности сельскохозяй-

зяйственных угодий ( $P_n$ ) к оптимальному значению продукционного потенциала, характеризующему максимальную урожайность культур при заданной структуре землепользования ( $P_{opt}$ ).

По методике планируемая урожайность мелиорируемых земель как наиболее ценных, но требующих повышенных (в сравнении с другими категориями земель) затрат на реализацию мероприятий их возврата в сельскохозяйственный оборот, принимается на уровне оптимального природно-климатического потенциала территории, то есть максимально возможной по условиям эколого-экономических ограничений. Для остальных вводимых в производство угодий планируемая урожайность устанавливается на уровне достигнутой в соответствующем хозяйстве (предприятие, регион). Определение оптимального значения продукционного потенциала агроэкосистемы базируется на оригинальных методах оценки энергетической функции почвы, не имеющих аналогов в практике мелиоративной деятельности. [5]

За показатель социально-экономической эффективности ввода в эксплуатацию залежных земель принимается количественное значение прогнозируемого ресурсного потенциала агропроизводства хозяйствующего субъекта, определение которого

Таблица 2. Матрица оценки целесообразности возврата земель по критерию использования природно-климатического потенциала

Шкала целесообразности возврата земель в агропроизводство	Прогнозируемое использование природно-климатического потенциала	
	оценка	уровень
Максимально целесообразно	Высокое	$1 \geq P_n / P_{opt} > 0,85$
Целесообразно	Допустимое	$0,85 \geq P_n / P_{opt} > 0,75$
Допустимо	Пониженное	$0,75 \geq P_n / P_{opt} > 0,50$
Нецелесообразно	Низкое	$P_n / P_{opt} \leq 0,50$

**Таблица 3.**  
**Матрица формирования шкалы интегральной оценки ресурсного потенциала территории**

Показатель	Критериальное значение по уровням прогнозного ресурсного потенциала территории:			
	высокий	допустимый	пониженный	низкий
Ресурсная база	5	4	3	2
Инвестиционный потенциал	5	4	3	2
Потенциал товарооборота	5	4	3	2
Кадровый потенциал	5	4	3	2
Уровень прогнозного ресурсного потенциала территории при критериальных значениях показателей	625	256	81	16
Шкала интегральной оценки прогнозного значения ресурсного потенциала (РП <sub>п</sub> )	>440,5	440,5...168,5	168,5...48,5	≥48,5

требует: анализа современного использования сельхозугодий и состояния ресурсного потенциала агропроизводства; расчетов прогнозной оценки развития ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства территории.

Расчет достигнутого ресурсного потенциала территории предлагается выполнять в зависимости от землеобеспеченности, рентного дохода, наличия трудовых ресурсов, достигнутой рентабельности, обеспеченности основными производственными ресурсами. Использование прогнозных оценок развития ресурсного потенциала территории в качестве критерия целесообразности развития землепользования предполагает наличие возможностей для наращивания агропроизводства. К числу таких факторов относятся: условия становления ресурсной

базы; обеспеченность реализации финансирования проектов; гарантия сбыта продукции как в пределах территории, так и вне ее; наличие трудовых ресурсов. Для расчета количественных значений показателей ресурсного потенциала (финансовый, кадровый, ресурсная база, товарооборот) применяется метод экспертной оценки. Прогнозно ресурсный потенциал территории оценивается по балльной шкале (табл. 3).

Прогнозное значение ресурсного потенциала (РП<sub>п</sub>) считается низким при РП<sub>п</sub> ≥ 48,5; пониженным – 168,5 > РП<sub>п</sub> ≥ 48,5; допустимым – 440,5 ≥ РП<sub>п</sub> ≥ 168,5 и высоким – РП<sub>п</sub> > 440,5.

Обобщающий показатель эколого-экономической и социально-экономической целесообразности использования залежных земель формируется на основе матричного подхода и характеризуется квадрантом матрицы, столбцы которой представлены оценкой потенциальной продуктивности территории, а строки – оценкой развития ресурсного потенциала сельхозпроизводства. Агрегирование полученных результатов планируемого использования природно-климатического потенциала и прогнозируемых значений ресурсного потенциала формирует 16 природно-производственных комбинаций, характеризующих возможность возврата для эксплуатации залежных земель (табл. 4).

В качестве возможных вариантов использования сельскохозяйственных угодий рассматриваются: пашня и луг, сенокосы и пастбища.

За критерий экономической эффективности реализации мероприятий по вводу залежных земель принимают положительное значение дисконтированного прироста чистого дохода (ДПЧД), формируемого за период функционирования проекта, для расчетов которого берут действующие «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохо-

**Таблица 4.**  
**Матрица принятия решения о целесообразности введения в сельскохозяйственный оборот залежных земель**

Рекомендации по вводу в оборот залежи		Уровень прогнозного ресурсного потенциала территории				
		высокий	допустимый	пониженный	низкий	
		максимально целесообразно	целесообразно	допустимо	нецелесообразно	
Прогноз развития ресурсного потенциала	Высокий	Максимально целесообразно	<b>Квадрант 1:</b> максимально целесообразно	<b>Квадрант 2:</b> целесообразно с исключениями до максимально целесообразно	<b>Квадрант 3:</b> допустимо с исключениями до целесообразно	<b>Квадрант 4:</b> нецелесообразно с исключениями до допустимого
	Допустимый	Целесообразно	<b>Квадрант 5:</b> максимально целесообразно. Целесообразно с исключениями до максимально целесообразно	<b>Квадрант 6:</b> целесообразно	<b>Квадрант 7:</b> допустимо	<b>Квадрант 8:</b> нецелесообразно
	Пониженный	Допустимо	<b>Квадрант 9:</b> целесообразно. Допустимо с исключениями до целесообразно	<b>Квадрант 10:</b> целесообразно с ограничениями до допустимого	<b>Квадрант 11:</b> допустимо	<b>Квадрант 12:</b> не целесообразно
	Низкий	Нецелесообразно	<b>Квадрант 13:</b> допустимо	<b>Квадрант 14:</b> допустимо с ограничениями до нецелесообразно	<b>Квадрант 15:</b> нецелесообразно с исключениями до допустимо	<b>Квадрант 16:</b> не целесообразно
	Уровень развития	Рекомендации	<b>Варианты возможных сочетаний планируемых уровней использования природно – климатического потенциала и развития ресурсного потенциала территории</b>			

зяйственных земель» (РД-АПК 3.00.01.003-03). При варьировании проекта предпочтение отдается мероприятию с максимальным доходом.

Кроме основного показателя экономической эффективности реализации мероприятий по вводу залежных земель при оценке эффективности мероприятия рекомендуется определять срок окупаемости. Варианты с отрицательным значением экономической эффективности исключаются, для оставшихся – оценивается риск достижения планируемой доходности, по результатам которого принимается окончательное решение. [2, 3]

Методические подходы и инструментарий для оценки рисков базируются на процедурах и операциях параметрического анализа функции распределения вероятности планируемой доходности, которые наиболее полно характеризуются методом Монте-Карло (имитационное моделирование). Метод обеспечивает: учет максимального количества факторов, обуславливающих доходность мероприятия, и их изменчивости; организацию, неограниченного количества сценариев случайного сочетания факторов; расчет показателя действенности мероприятия для каждого сценария и формирование распределения вероятности показателя эффективности. [6, 7]

Методика эколого-экономического обоснования эффективности использования залежных земель предназначена для разработки и экспертизы материалов, а также реализации процесса эксплуатации залежных земель, выбывших из агропроизводства. В качестве примера применения методики была выбрана Нечерноземная зона РФ, имеющая значимые резервы в наращивании сельскохозяйственной продукции для внутреннего рынка и увеличения экспорта.

**Выводы.** Разработанная методика обеспечивает комплексную оценку природно-климатических характеристик территории и производственных условий хозяйствующего субъекта, что служит основой проведения экономических расчетов. Она позволяет исключить возврат участков, использование которых имеет экологические ограничения, либо не принесет существенного экономического эффекта из-за низкой ресурсной базы, а также оценить производственные и финансовые риски.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бородычев, В.В. Алгоритм решения задач управления водным режимом почвы при орошении сельскохозяйственных культур / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 8–11.
2. Бандурин, М.А. Эколого-экономическая эффективность диагностики технического состояния водопроводящих сооружений оросительных систем / М.А. Бандурин, И.Ф. Юрченко, В.А. Волосухин и др. // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 7. – С. 66–71.

3. Головатый, В.Г. Модели управления продуктивностью мелиорируемых агроценозов / В.Г. Головатый, Ю.П. Добрачев, И.Ф. Юрченко. – М: РАН, 2001. – 166 с.
4. Дубенок, Н.Н. Мелиорация земель – основа успешного развития агропромышленного комплекса / Н.Н. Дубенок // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 7–9.
5. Кирейчева, Л.В. Значение комплексных мелиораций для формирования продуктивного и устойчивого агроландшафта / Л.В. Кирейчева, И.В. Белова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 23–26.
6. Кирейчева, Л.В. Мелиорация земель в России: планы и реальность / Л.В. Кирейчева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 2–5.
7. Yurchenko, I.F. Risk assessment of land reclamation investment projects / I.F. Yurchenko, M.A. Bandurina, V.V. Vanzha et al // Advances in social science, education and humanities research. Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018). – 2019. – P. 216–221.

#### LIST OF SOURCES

1. Borodychyov, V.V. Algorithm resheniya zadach upravleniya vodnym rezhimom pochvy pri oroshenii sel'skhozaystvennykh kul'tur / V.V. Borodychyov, M.N. Lytov // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2015. – № 1. – С. 8–11.
2. Bandurin, M.A. Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost' diagnostiki tekhnicheskogo sostoyaniya vodoprovodyashchih sooruzhenij orositel'nyh sistem / M.A. Bandurina, I.F. Yurchenko, V.A. Volosuhin i dr. // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2018. – Т. 22. – № 7. – С. 66–71.
3. Golovatyj, V.G. Modeli upravleniya produktivnost'yu melioriruemykh agrocenozov / V.G. Golovatyj, Yu.P. Dobrachev, I.F. Yurchenko. – М: РАН, 2001. – 166 s.
4. Dubenok, N.N. Melioraciya zemel' – osnova uspehnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa / N.N. Dubenok // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2013. – № 3. – С. 7–9.
5. Kirejcheva, L.V. Znachenie kompleksnykh melioracij dlya formirovaniya produktivnogo i ustojchivogo agrolandshafta / L.V. Kirejcheva, I.V. Belova // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2004. – № 4. – С. 23–26
6. Kirejcheva, L.V. Melioraciya zemel' v Rossii: plany i real'nost' / L.V. Kirejcheva // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2013. – № 2. – С. 2–5.
7. Yurchenko, I.F. Risk assessment of land reclamation investment projects / I.F. Yurchenko, M.A. Bandurina, V.V. Vanzha et al // Advances in social science, education and humanities research. Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018). – 2019. – P. 216–221.

Е.А. Кондратюк, кандидат экономических наук

Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»

РФ, 185506, Республика Карелия, Прионежский р-н, п. Новая Вилга, ул. Центральная, 12

E-mail: jelenkon@mail.ru

УДК 631.117.4

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/13-17

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЫНОЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДСТВО МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

*Сложившиеся тенденции на региональном продовольственном рынке и экономические показатели деятельности хозяйствующих субъектов определяют необходимость выявления наиболее актуальных факторов дальнейшего развития молочного животноводства республики. В результате сокращения емкости регионального молочного рынка и усиления конкуренции необходим поиск новых решений, направленных на повышение эффективности хозяйственной деятельности. Влияние рыночных факторов на уровень производства молочной продукции региона оценено с применением множественного регрессионного анализа. Для определения тесноты связи между показателями, гипотетически влияющими на развитие регионального рынка молока и молочных продуктов, использовали корреляционный анализ. Выявлено, что объем производства молока в регионе имеет прямую связь с потреблением ( $r = 0,82$ ) и обратную с уровнем доходов ( $r = -0,88$ ), потребительской ценой ( $r = -0,84$ ), расходами на питание ( $r = -0,86$ ), а также величиной розничного товарооборота ( $r = -0,85$ ). Количество ввозимой в регион молочной продукции достоверно связано с уровнем потребления ( $r = 0,88$ ). Предложен новый подход к реализации государственной поддержки отрасли – смещение акцента финансирования из сферы производства в сферу обращения, как один из возможных вариантов решения проблемы сокращения производства молока в регионе.*

**Ключевые слова:** молочное животноводство, продовольственный рынок, конкуренция, регрессионный и корреляционный анализ, государственная поддержка.

Е.А. Kondratyuk, PhD in Economic sciences

Karelian Research Centre of Russian Academy of Sciences

RF, 185506, Respublika Kareliya, Prionezhskij r-n, p. Novaya Vilga, ul. Central'naya, 12

E-mail: jelenkon@mail.ru

## ANALYSIS OF MARKET FACTORS INFLUENCE ON DAIRY PRODUCTION IN THE KARELIA REPUBLIC

*Prevailing trends on regional food market and economic performance data of enterprise entities show up the need to determine the most pressing factors of further development of the dairy farming field in the Republic of Karelia. Due to reduction of regional dairy market capacity and rising competition, it is necessary to search for new solutions geared to improvement of efficiency of business activities. Assessment of the impact of market factors on the production level of dairy products in the region was carried out using multiple regression analysis. A correlation analysis was used to determine strength of relationship between indicators that hypothetically influence the development of the regional dairy product market. The milk production volume in the region has been found to have a direct linkage to consumption ( $r = 0,82$ ) and income level ( $r = -0,88$ ), consumer price ( $r = -0,84$ ), expenses for food ( $r = -0,86$ ) as well as retail sales volume ( $r = -0,85$ ). The quantity of imported dairy products reliably tied to consumption level ( $r = 0,88$ ). One of possible options for solution to the problem of milk production reduction in the region is a new approach in the implementation of state support to the economic sector – shifting the focus of financing from production to distribution promoting the growth of consumer demand for dairy products.*

**Key words:** dairy farming, food market, competition, regression and correlation analysis, state support.

Аналитическая информация о текущем состоянии, имеющихся тенденциях и закономерностях развития продовольственного рынка необходима как для дальнейшего развития предпринимательства, так и актуализации государственной политики развития экономики. [5, 6, 8, 10] В сфере обращения товаров не только реализуется продукция, формируется потребительский спрос, но и посредством распределения и обмена обеспечивается возобновление производства для конкурентоспособных субъектов. При этом объем и качество производимой сельскохозяйственной продукции не могут быть гарантиями эффективности и доходности хозяйственной деятельности.

Современное сельское хозяйство характеризуется возрастающей зависимостью от других отраслей, поставляющих средства труда и материальные ресурсы. Процесс сельскохозяйственного производ-

ства включает длительный экономический цикл, что определяет более низкую эластичность предложения продукции, чем в среднем в других отраслях. [8] На рынке продовольственных товаров проявляются различные неценовые факторы, формирующие потребительский спрос и, как следствие, через механизм рыночного ценообразования, влияющие на результаты хозяйственной деятельности производителей продукции.

Объективный фактор, определяющий объем потребления – величина располагаемого дохода, а мера, в соответствии с которой доход расходуется на потребление, выступает поведенческой характеристикой, или субъективным фактором, определяющим совокупный объем потребления. [3] Продукты питания отличаются от других товаров тем, что рост физической потребности в них ограничен. В определенный период увеличение общего объема

потребления прекращается, при этом расходы на питание могут возрастать, наращивая добавленную стоимость в пищевой промышленности и сфере общественного питания. [10]

На рынке продовольственных товаров дифференциация продукта используется как конкурентное преимущество. Конкуренция основана на производстве новых продуктов питания с особыми характеристиками, ориентированными на спрос определенных групп потребителей. [12] При исследовании потребительских предпочтений выделены четыре основных фактора: уровень цен, безопасность пищевых продуктов, влияние на здоровье и проблемы окружающей среды. [13] Анализ факторов спроса на молочные продукты показал возрастающий интерес к специальным (соевое и овсяное молоко), а также органическим молочным продуктам. [11]

В результате маркетингового исследования продовольственного рынка г. Петрозаводска (2013–2015) установлено, что, приобретая продовольственные товары, покупатели отдают предпочтение продукции местных производителей. Количество респондентов, которые выразили заинтересованность в более широком ассортименте продовольственных товаров регионального производства, с каждым годом изучения увеличивалось. [9]

Цель исследования – изучить влияние рыночных факторов на производство молочной продукции региона.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – региональный рынок молока и молочных продуктов. Для анализа использованы данные публикаций Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Карелия. За 1997–2017 годы изучены показатели ресурсов, использования, потребления на душу населения молока и молочных продуктов, средняя номинальная начисленная заработная плата, расходы на питание, численность населения региона, оборот розничной торговли (продовольственные товары) на душу населения. [1, 7]

Оценка влияния рыночных факторов потребительского спроса на производство молочной продукции региона выполнена с помощью множественного регрессионного анализа, который не-

обходим для изучения связи между тремя независимыми –  $X_i$  и зависимой –  $Y$  переменной. По имеющимся статистическим данным для переменных получили наилучшие оценки параметров, проверили статистические гипотезы, определили адекватность модели данным наблюдений. Корреляционный анализ использовали для выявления тесноты связи между показателями, гипотетически влияющими на развитие регионального рынка молока и молочных продуктов, рассчитывали коэффициент корреляции Пирсона. [2]

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Молочное животноводство, с учетом природно-климатических условий и экономических ресурсов, – одно из перспективных направлений развития агропромышленного комплекса Республики Карелия. [4] За три последних десятилетия поголовье крупного рогатого скота (рис. 1) в хозяйствах всех категорий республики сократилось в 5,5 раза (до 21,7 тыс. гол. в 2020 году), в том числе коров в 4,5 раза (до 10,0 тыс. гол.). [7]

Объем производства молока в хозяйствах всех категорий сократился в 2,6 раза и составил 63,8 тыс. т. [7] Показатели прироста рынка и производства не только отстают от изменения доходов населения, но и имеют отрицательные значения в рассматриваемом периоде (рис. 2).

Производители молока и молочных продуктов республики конкурируют с поставщиками из других регионов России. Начиная с 2001 года, в структуре ресурсов молочной продукции ввоз в республику превысил собственное производство (рис. 3).

Следует отметить, что тенденция спада потребления как в целом – до 133,9 тыс. т в 2019 году (на 19,4 % ниже уровня 2007 года), так и на душу населения – 217 кг (на 13,5 % ниже уровня 2007 года). При этом доходы (средняя номинальная начисленная заработная плата) и расходы на питание возрастают, что свидетельствует об изменении структуры потребления продуктов питания, сокращения емкости рынка молока и молочных продуктов региона, усилении конкуренции.

Для анализа производства молока в регионе –  $Y$ , в качестве независимых переменных рассмотрены параметры потребления молока и молочных про-

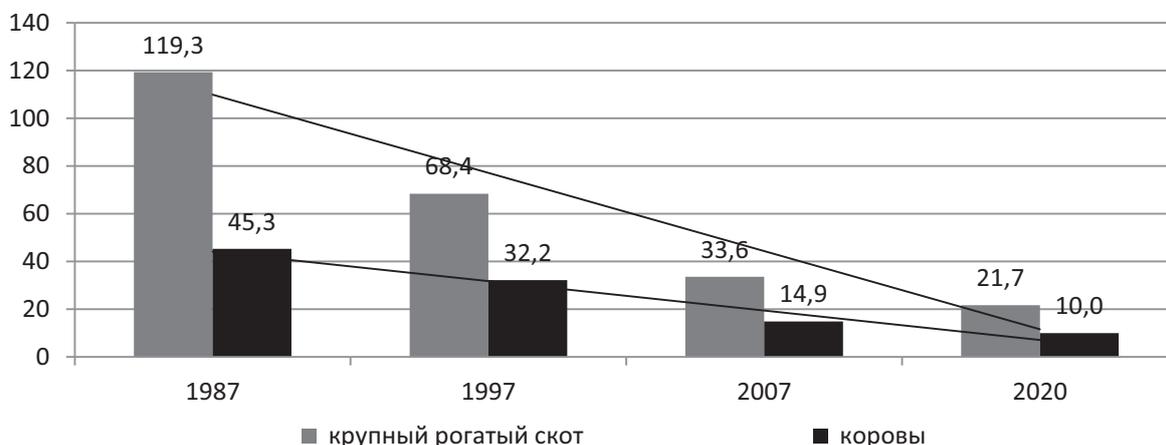


Рис. 1. Динамика изменения поголовья крупного рогатого скота и коров в хозяйствах всех категорий, тыс. гол.

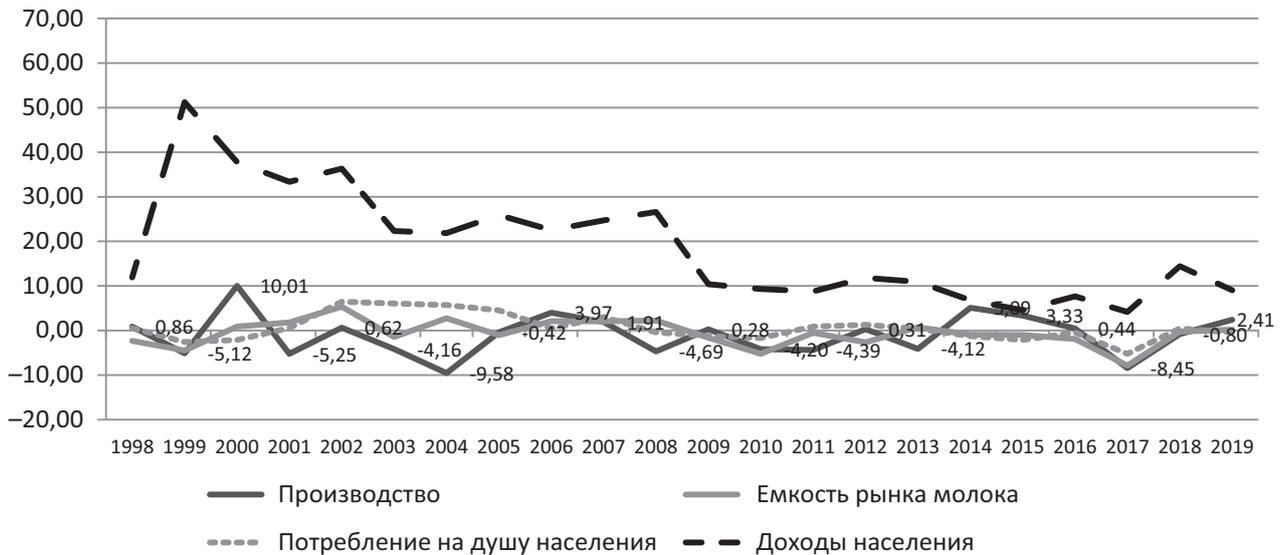


Рис. 2. Динамика регионального производства, потребления, емкости рынка молока и молочных продуктов, доходов населения, %.

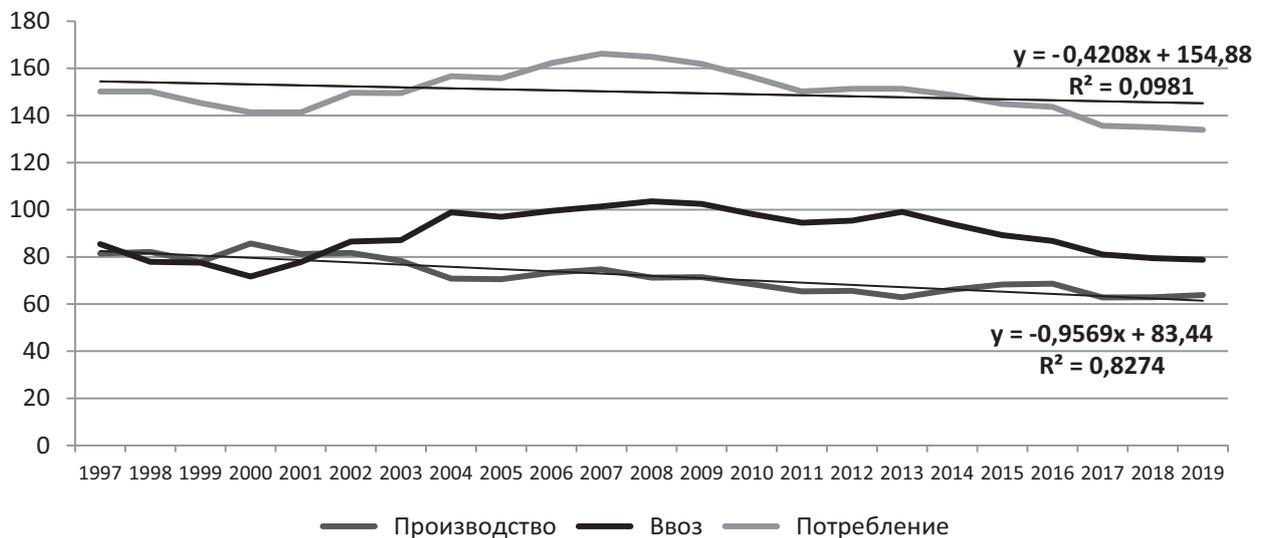


Рис. 3. Производство, ввоз и потребление молока и молочных продуктов в Республике Карелия, тыс. т.

дуктов на душу населения –  $X_1$ , расходы на питание –  $X_2$ , доходы населения –  $X_3$  (табл. 1).

Модель множественной регрессии для описания взаимосвязи между  $Y$  и независимыми переменными  $X_1, X_2, X_3$  имеет вид:

$$Y = 0,375X_1 + 0,011X_2 - 0,003 X_3$$

$$R_2 = 98,94 \%$$

Поскольку  $P$ -значение модели менее 0,01, установлена статистически значимая связь между переменными на уровне достоверности 99 %. Выявлено, что величина производства молока в республике значимо зависит от уровня потребления молока и молочных продуктов на душу населения –  $X_1$ . Расходы на приобретение продуктов питания –  $X_2$  действия не оказывают (0,17), влияние уровня доходов –  $X_3$  отрицательное (0,05).

Для множественного регрессионного анализа потребления молока и молочных продуктов на душу населения –  $Y$ , в качестве независимых переменных

рассмотрены потребительская цена на молоко –  $X_1$ , доходы населения –  $X_2$ , оборот розничной торговли –  $X_3$  (табл. 2).

Модель множественной регрессии для описания взаимосвязи между  $Y$  и независимыми переменными  $X_1, X_2, X_3$  имеет вид:

$$Y = 25,847X_1 + 0,019X_2 - 0,018X_3$$

$$R^2 = 92,97 \%$$

Установлена статистически значимая связь между переменными с достоверностью 99 % ( $P < 0,01$ ). Выявлено, что количество потребления молока и молочных продуктов на душу населения достоверно ( $P < 0,01$ ) зависит от потребительской цены –  $X_1$  и оборота розничной торговли –  $X_3$ , причем влияние последнего отрицательное.

Корреляционный анализ между результативными (производство, ввоз молока) и факторными показателями (потребление на душу населения, доходы, потребительская цена, расходы на питание и оборот

**Таблица 1.**  
**Результаты множественного регрессионного анализа производства молока**

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	T-статистика	P-значение
$X_1$	0,375	0,020	18,837	0,000
$X_2$	0,011	0,008	1,426	0,171
$X_3$	-0,003	0,001	-2,099	0,050

**Таблица 2.**  
**Результаты множественного регрессионного анализа потребления молока и молочных продуктов на душу населения**

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	T-статистика	P-значение
$X_1$	25,848	4,027	6,419	0,000
$X_2$	0,019	0,010	1,860	0,079
$X_3$	-0,018	0,003	-5,436	0,000

**Таблица 3.**  
**Результаты корреляционного анализа**

Показатель	Производство молока	Ввоз молока
Потребление молока на душу населения	0,82*	0,88*
Доходы населения	-0,88*	0,35
Потребительская цена на молоко	-0,84*	0,25
Расходы на питание	-0,86*	0,33
Оборот розничной торговли	-0,85*	0,26

\* –  $P < 0,01$ .

**Таблица 4.**  
**Уровень государственной поддержки сельского хозяйства, производство продукции сельского хозяйства в Республике Карелия**

Показатель	Год				
	2015	2016	2017	2018	2019
Государственная поддержка, млн руб.					
Всего	477,0	447,9	407,3	664,9	776,5
в том числе в рамках подпрограммы: «Развитие подотрасли животноводства и переработки продукции животноводства»	170,7	307,8	263,7	395,8	279,0
Производство всей продукции сельского хозяйства, млн руб.	5073,1	4484,0	153,4	4497,5	4462,8
Производство молока, тыс. т	68,3	68,6	62,8	62,9	63,8

розничной торговли продовольственными товарами) показал наличие достоверной связи (табл. 3).

Производство молока в регионе имеет прямую связь с потреблением ( $r = 0,82$ ) и обратную с доходами ( $r = -0,88$ ), потребительской ценой ( $r = -0,84$ ), расходами на питание ( $r = -0,86$ ), а также величиной розничного товарооборота ( $r = -0,85$ ). Количество ввозимой в регион продукции достоверно связано с уровнем потребления ( $r = 0,88$ ).

Дополнительные возможности для повышения конкурентоспособности аграрного сектора обеспечивает комплексная государственная поддержка

сельского хозяйства. Объем государственного финансирования и производство продукции в республике представлены в таблице 4. [1]

Значительный рост финансирования сельского хозяйства после 2017 года (на 63,2 % в 2018 году относительно 2017 и на 16,7 % в 2019 году по сравнению с 2018) не способствовал росту объема выпускаемой продукции. В рассматриваемом периоде производство продукции сельского хозяйства в стоимостном выражении ежегодно снижается. Производство молока незначительно возросло в 2019 году относительно предыдущего года – на 1,4 %.

Таким образом, региональный рынок молока и молочных продуктов сокращается, несмотря на рост государственного финансирования отрасли, доходов населения. Оценка влияния рыночных факторов потребительского спроса на производство молочной продукции региона показала прямую достоверную связь уровня потребления с объемом производимой в республике продукции. На основании результатов множественного регрессионного анализа можно сделать вывод, что целесообразно формировать новый подход в направлениях государственной поддержки отрасли с целью комплексного охвата всей экономической системы материального продвижения на рынке, не только сферы товарного производства, но и обращения, потребления. Для формирования рыночных условий увеличения объемов производства необходимо управлять спросом инструментами маркетинговых коммуникаций. Расширение сбыта молока и молочных продуктов будет способствовать росту продаж и, следовательно, укреплению финансового состояния сельскохозяйственных производителей, их конкурентоспособности, что в конечном итоге повысит экономическую эффективность отрасли.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Информация о деятельности агропромышленного комплекса Республики Карелия за январь-декабрь 2019 года [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/regionals/region-10/informatsiya-o-deyatelnosti-agropromyshlennogo-kompleksa-respubliki-kareliya-za-yanvar-dekabr-2019-goda.html> (02.11.2020).
2. Ишханян, М.В. Эконометрика. Часть 1. Парная регрессия Учебное пособие / М.В. Ишханян, Н.В. Карпенко. – М.: МГУПС (МИИТ), 2016. – 117 с.
3. Кейнс, Д.М. Общая теория занятости, процента и денег: пер. / Д.М. Кейнс. – Петрозаводск: Петроком, 1993. – 307 с.
4. Концепция развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Республики Карелия до 2025 Министерство сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия. – 2017. – С. 30 [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://resources.krc.karelia.ru/economy/doc/news/konceptsiya\\_apk\\_1.pdf](http://resources.krc.karelia.ru/economy/doc/news/konceptsiya_apk_1.pdf) (24.11.2020).
5. Кострова, Ю.Б. Анализ продовольственного рынка России: монография. – С-Пб.: Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 2014. – 184 с.
6. Повышение конкурентоспособности производства молока в сельскохозяйственных организациях (рекомендации). – С-Пб.: ГНУ СЗНИЭСХ, 2009. – С. 79–82.

7. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в Республике Карелия: Статистический сборник/ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Карелия (Карелиястат). – Петрозаводск, 2020. – 110 с.
8. Серова, Е.В. Аграрная экономика / Е.В. Серова. – М.: ГУ ВШЭ, 1999. – С. 42.
9. Сураева, В.В. Маркетинговое исследование потребительских предпочтений на продовольственном рынке города Петрозаводска / В.В. Сураева // Научно-исследовательская работа обучающихся и молодых ученых: мат. 68-й Всерос. (с международным участием) науч. конф. обучающихся и молодых ученых: научное электронное издание. – Петрозаводск, 2016. – С. 27–30. [Электронный ресурс] – режим доступа: // [http://library.karelia.ru/catalog/nlibr?BOOK\\_UP+00133C+5F9B75+-1+-1](http://library.karelia.ru/catalog/nlibr?BOOK_UP+00133C+5F9B75+-1+-1) (05.06.2020).
10. Трейси, М. Сельское хозяйство и продовольствие в экономике развитых стран: пер. с англ./ М. Трейси. – С-Пб.: Экономическая школа, 1995. – 431 с.
11. Gulseven, O. What are the factors affecting the consumers' milk choices? / O. Gulseven, M. Wohlgenant // *Agric. Econ.* – 2017. – № 63. – P. 271–282. <https://doi.org/10.17221/335/2015-AGRICECON>.
12. Serova, E. Challenges for the development of the Russian agricultural sector in the mid-term / E. Serova // *Russian journal of Economics.* – 2020. – 6 (1). – P. 1–5. <https://doi.org/10.32609/j.ruje.6.52194>.
13. Wu, X. Understanding Heterogeneous Consumer Preferences in Chinese Milk Markets: A Latent Class Approach / X. Wu, B. Hu, J. Xiong // *American Journal of Agricultural Economics.* – 2019. – 71 (1). – P. 184–198. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12327>.
4. Концепция развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Республики Карелия до 2025 Ministerstvo sel'skogo, rybnogo i ohotnich'ego hozyajstva Respubliki Kareliya. – 2017. – S. 30 [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: // [http://resources.krc.karelia.ru/economy/doc/news/koncepciya\\_apk\\_1.pdf](http://resources.krc.karelia.ru/economy/doc/news/koncepciya_apk_1.pdf) (24.11.2020).
5. Kostrova, Yu.B. Analiz prodovol'stvennogo rynka Rossii: monografiya. – S-Pb.: Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta upravleniya i ekonomiki, 2014. – 184 s.
6. Povyshenie konkurentosposobnosti proizvodstva moloka v sel'skohozyajstvennyh organizacijah (rekondacii). – S-Pb.: GNU SZNIESKH, 2009. – S. 79–82.
7. Sel'skoe hozyajstvo, ohoty i lesovodstvo v Respublike Kareliya: Statisticheskij sbornik/ Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Kareliya (Kareliyastat). – Petrozavodsk, 2020. – 110 с.
8. Serova, E.V. Agrarnaya ekonomika / E.V. Serova. – М.: GU VSHE, 1999. – S. 42.
9. Suraeva, V.V. Marketingovoe issledovanie potrebitel'skih predpochtenij na prodovol'stvennom rynke goroda Petrozavodsk / V.V. Suraeva // Nauchno-issledovatel'skaya rabota obuchayushchihsya i molodyh uchenyh: mat. 68-j Vseros. (s mezhdunarodnym uchastiem) nauch. konf. obuchayushchihsya i molodyh uchenyh: nauchnoe elektronnoe izdanie. – Petrozavodsk, 2016. – S. 27-30. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: // [http://library.karelia.ru/catalog/nlibr?BOOK\\_UP+00133C+5F9B75+-1+-1](http://library.karelia.ru/catalog/nlibr?BOOK_UP+00133C+5F9B75+-1+-1) (05.06.2020).
10. Trejsi, M. Sel'skoe hozyajstvo i prodovol'stvie v ekonomike razvityh stran: per. s angl./ M. Trejsi. – S-Pb.: Ekonomicheskaya shkola, 1995. – 431 s.
11. Gulseven, O. What are the factors affecting the consumers' milk choices? / O. Gulseven, M. Wohlgenant // *Agric. Econ.* – 2017. – № 63. – R. 271–282. <https://doi.org/10.17221/335/2015-AGRICECON>.
12. Serova, E. Challenges for the development of the Russian agricultural sector in the mid-term / E. Serova // *Russian journal of Economics.* – 2020. – 6 (1). – P. 1–5. <https://doi.org/10.32609/j.ruje.6.52194>.
13. Wu, X. Understanding Heterogeneous Consumer Preferences in Chinese Milk Markets: A Latent Class Approach / X. Wu, B. Hu, J. Xiong // *American Journal of Agricultural Economics.* – 2019. – 71 (1). – R. 184–198. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12327>.

#### LIST OF SOURCES

1. Informaciya o deyatel'nosti agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kareliya za yanvar'-dekabr' 2019 goda [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: <https://agrovesti.net/lib/regionals/region-10/informatsiya-o-deyatelnosti-agropromyshlennogo-kompleksa-respubliki-kareliya-za-yanvar-dekabr-2019-goda.html> (02.11.2020).
2. Ishkhanyan, M.V. Ekonometrika. Chast' 1. Parnaya regressiya Uchebnoe posobie / M.V. Ishkhanyan, N.V. Karpenko. – М.: MGUPS (МИИТ), 2016. – 117 с.
3. Kejns, D.M. Obshchaya teoriya zanyatosti, procenta i deneg: per. / D.M. Kejns. – Petrozavodsk: Petrokom, 1993. – 307 с.

**Л.Г. Тырышкин, доктор биологических наук, профессор**  
 ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)  
 РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42–44  
**С.К. Темирбекова, доктор биологических наук, профессор**  
 Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии  
 РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, Большие Вяземы  
**Е.Ю. Кудрявцева**  
**Е.В. Зуев, кандидат сельскохозяйственных наук**  
 ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)  
 E-mail: sul20@yandex.ru

УДК: 633.11:632.938

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/18-23

## ЭФФЕКТИВНАЯ ЮВЕНИЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР К ЛИСТОВОЙ РЖАВЧИНЕ И ТЕМНО-БУРОЙ ЛИСТОВОЙ ПЯТНИСТОСТИ

*В работе представлены результаты изучения ювенильной устойчивости к листовой ржавчине (*Puccinia triticina* Erikss.) и темно-бурой листовой пятнистости (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) у 3949 образцов яровой мягкой пшеницы из Мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) происхождения из 81 страны. Материал был представлен: местными (ландрасы) и селекционными сортами, селекционными и генетическими линиями. Интактные проростки и отрезки листьев на воде в лабораторных условиях заражали сборной популяцией *P. triticina* и смесью изолятов *B. sorokiniana*. К листовой ржавчине были высокоустойчивы 84 образца, причем 60 из регионов Российской Федерации. Для 52 образцов постулированы гены устойчивости к листовой ржавчине на основе фитопатологического теста с использованием клонов патогена, маркированных вирулентностью к эффективным генам устойчивости Lr9, 19, 24, 41 и 47: Lr9 идентифицирован у 26 образцов, Lr24 – 13, Lr19 – 13. Гены Lr41 и Lr47 не определены у изучаемых образцов. Высокий уровень ювенильной устойчивости к пятнистости выявлен только у линий ЛТ-5 и ЛТ-6, созданных в ВИРе на основе индукции соматональной изменчивости.*

**Ключевые слова:** яровая мягкая пшеница, коллекция ВИР, листовая ржавчина, темно-бурая листовая пятнистость, ювенильная устойчивость, гены устойчивости, источники устойчивости.

**L.G. Tyryshkin, Grand PhD in Biological sciences, Professor**  
*N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)*  
 RF, 190000, Sankt- Peterburg, ul. Bolshaya Morskaya, 42–44  
**S.K. Temirbekova, Grand PhD in Biological sciences, Professor**  
*All-Russian Research Institute of Phytopathology*  
 RF, 143050, Moscovskaya obl., Odintsovskiy r-nt, Bolshye Vyaz'my  
**E.Yu. Kudryavtseva**  
**E.V. Zuev, PhD in Agricultural sciences**  
*N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)*  
 E-mail: sul20@yandex.ru

## EFFECTIVE JUVENILE RESISTANCE OF SPRING SOFT WHEAT SAMPLES FROM THE VIR COLLECTION TO LEAF RUST AND DARK BROWN LEAF SPOT

*The article presents the results of studying juvenile resistance to leaf rust (*Puccinia triticina* Erikss.) and dark-brown leaf spot blotch (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) in 3949 samples of spring bread wheat from the World collection of the Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) originating from 81 countries. According to the status of the samples, the material was represented by: local varieties (landraces), breeding varieties, breeding and genetic lines. Under laboratory conditions, intact seedlings and leaf segments on water were infected with a complex population of *P. triticina* and a mixture of *B. sorokiniana* isolates. 84 samples were highly resistant to leaf rust, 60 of them originating from regions of the Russian Federation. For 52 samples, genes for resistance to leaf rust were postulated with phytopathological test, using the pathogen clones marked with virulence to effective resistance genes Lr9, 19, 24, 41 and 47: Lr9 was identified in 26 samples, Lr24 – 13, Lr19 – in 13 ones. Genes Lr41 and Lr47 were not found in the studied samples. A high level of juvenile resistance to dark-brown leaf spot blotch was revealed only in lines LT-5 and LT-6, developed in VIR on the base of somaclonal variability induction.*

**Key words:** spring bread wheat, VIR collection, leaf rust, dark-brown leaf spot blotch, juvenile resistance, resistance genes, sources of resistance.

Мягкая пшеница (*T. Aestivum* L.) – важнейшая зерновая культура в Российской Федерации. [8] Существенный фактор, влияющий на урожайность возделываемых сортов и снижение качества семян - заражение листьев грибными болезнями. Листовая ржавчина (*Puccinia triticina* Erikss.) поражает пшеницу

во всех регионах ее выращивания. Эпифитотии наблюдаются каждые два-три года, средние потери урожая в России составляют 10...30 %, а в эпифитотийные годы достигают 40 % и более.

Темно-бурая листовая пятнистость (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, телеоморфа

*Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) обычно рассматривается как крайне вредоносная болезнь мягкой пшеницы в, так называемых, нетрадиционных регионах ее возделывания с высокой температурой и влажностью. [16–18] В последнее время сильное развитие заболевания отмечали в Северо-Западном регионе России [9] и Татарстане. [1] Средние потери урожая пшеницы в России оцениваются в 10...30 %, в годы эпифитотийного развития болезни в благоприятных условиях могут достигать 100 %. [16]

Общепризнано, что лучший из методов борьбы с этими болезнями как с точки зрения экономической эффективности, так и воздействия на окружающую среду – выведение устойчивых сортов. Для чего необходимы новые источники. Ранее выявленные и созданные доноры эффективной резистентности могут потерять признак как из-за процессов микроэволюции в популяциях фитопатогенов по признаку вирулентности и агрессивности, так и в результате глобальных климатических изменений в основных регионах выращивания пшеницы.

Согласно современным научным представлениям, в Мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова присутствует большое количество образцов мягкой пшеницы, обладающих новыми эффективными генами устойчивости к листовой ржавчине [5, 7, 19, 20] и более 100 источников, устойчивых к темно-бурой листовой пятнистости. [6, 10] В то же время, нашими более ранними исследованиями установлено, что генофонд коллекции мягкой пшеницы ВИР крайне беден по генам эффективной проростковой и взрослой устойчивости к листовой ржавчине и темно-бурой листовой пятнистости. [15]

Цель работы – изучить ювенильную устойчивость к указанным заболеваниям образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 1999 по 2019 год на ювенильную устойчивость к листовой ржавчине и темно-бурой листовой пятнистости изучено 3949 образцов из 81 страны (см. таблицу). В большей степени были представлены сорта и линии из России, Казахстана, Индии, Китая, Пакистана, Австралии, США, единичные образцы из Австрии, Бангладеш, Боливии, Венгрии, Гватемалы, Мавритании, Новой Зеландии, Норвегии, Парагвая, Румынии, Уругвая.

По статусу образца - местные сорта (ландрасы) – 2243, селекционные сорта – 1150, селекционные линии – 444, генетические линии – 96, для 16 образцов статус не был определен.

Устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы к двум болезням выявляли в отделе генетики ВИР.

Семена высевали на смоченные водой ватные валики в кюветы. Кюветы с проросшими семенами помещали на светоустановку (20...22 °С, постоянное освещение 2500 лк). Отрезки листьев на смоченной водой вате и интактные проростки в стадии одного-двух листьев, расположенные в кюветах горизонтально, опрыскивали из пульверизатора водными суспензиями спор возбудителей болезней. При оценке устойчивости к листовой ржавчине в качестве инокулюма использовали сборную попу-

**Происхождение образцов яровой мягкой пшеницы, изученных на проростковую устойчивость к листовой ржавчине и темно-бурой листовой пятнистости**

Происхождение	Количество образцов	Происхождение	Количество образцов
Австралия	99	Мексика	51
Австрия	1	Монголия	9
Азербайджан	52	Молдова	21
Алжир	39	Норвегия	3
Аргентина	27	Непал	22
Армения	81	Нидерланды	5
Афганистан	74	Новая Зеландия	1
Бангладеш	1	Норвегия	1
Беларусь	44	Оман	4
Болгария	5	Пакистан	124
Боливия	1	Палестина	5
Бразилия	74	Парагвай	1
Великобритания	12	Перу	4
Венгрия	1	Польша	56
Вьетнам	6	Португалия	11
Гватемала	1	Россия	1160
Германия	51	Румыния	1
Греция	16	Саудовская Аравия	3
Грузия	65	Сирия	26
Египет	29	США	94
Израиль	30	Таджикистан	78
Индия	218	Таиланд	5
Иордания	5	Тунис	44
Ирак	21	Туркменистан	10
Иран	89	Турция	84
Испания	26	Узбекистан	68
Италия	14	Украина	66
Йемен	2	Уругвай	1
Казахстан	295	Финляндия	11
Канада	83	Франция	19
Кения	3	Чехия	30
Кипр	3	Чили	10
Киргизия	64	Швейцария	14
Китай	187	Швеция	28
Колумбия	5	Эстония	4
Латвия	5	Эфиопия	33
Ливан	5	ЮАР	26
Ливия	12	Югославия до 1990 г.	25
Литва	9	Южная Корея	7
Мавритания	1	Япония	8
Марокко	20	Всего	3949

ляцию *P. triticina* (смесь сборов с листьев нескольких восприимчивых сортов пшеницы в Северо-Западном регионе России), которую поддерживали на отрезках листьев сорта пшеницы *Ленинградка* в световой камере (2500 лк, 20...22 °С). В данных условиях популяция была вирулентна на линиях и сортах с генами устойчивости *Lr1, Lr2a, Lr2c, Lr3bg, Lr10, Lr11, Lr12, Lr13, Lr14a, Lr14b, Lr15, Lr16, Lr17, Lr18, Lr20, Lr21, Lr22a, Lr22b, Lr23, Lr25, Lr26, Lr28, Lr29, Lr27+31, Lr32, Lr33, Lr34, Lr35, Lr36, Lr37, Lr38, Lr43, Lr44,*

*Lr45, Lr46, Lr48, Lr49, Lr52, Lr57, Lr60, Lr64* и авирулентна к генам резистентности *Lr9, Lr19, Lr24, Lr39 (= Lr41) и Lr47*. Заражали экспериментальные растения водной суспензией уредоспор гриба ( $3 \times 10^4$  спор/мл). Концентрацию спор определяли путем подсчета их количества в капле объемом 5  $\mu$ L под световым микроскопом ( $\times 56$ ).

*B. sorokiniana* изолировали из пораженных листьев пшеницы и ячменя в чашках Петри на полуселективной среде ЧЛМ с добавками: стрептомицин (200 мг/л), хлорамфеникол (50,0 мг/л), тетрациклин (50,0 мг/л), фундазол (20,0 мг/л), байтан (50,0 мг/л), топсин М (20,0 мг/л) и тритон X100 (10,0 мл). Состав среды ЧЛМ (г/л):  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,5;  $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$  – 0,5;  $\text{KCl}$  – 0,5; мочевины – 1,2; лактоза – 20,0; агар – 20,0. Чашки инкубировали при 22...25 °C в темноте; обильное спороношение наблюдали через 10...14 сут. Инукулюм разместили на среде ЧЛМ. Конидии с поверхности среды скальпелем переносили в воду. Суспензию фильтровали через двойной слой марли. Концентрацию спор определяли путем подсчета их количества в капле объемом 5  $\mu$ L и доводили до  $5 \times 10^4$  спор/мл.

Кюветы с растениями после инокуляции патогенами оборачивали полиэтиленом и на 12 ч оставляли в темноте, затем, в случае заражения возбудителем ржавчины, пленку снимали, проростки возвращали в горизонтальное положение, и кюветы с растениями переносили на светоустановку. Кюветы с отрезками листьев закрывали стеклом. Растения, зараженные *B. sorokiniana*, в течение всего эксперимента выдерживали в горизонтальном положении под пленкой.

Тип реакции на заражение возбудителем листовой ржавчины выявляли на 12-е сут. после инокуляции интактных растений и на 8-е сут. после заражения отрезков листьев по шкале: 0 – отсутствие симптомов болезни; 0 – некрозы без пустул; 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – пустулы среднего и крупного размера без некроза. [19] Образцы с типами реакции 0–2 рассматривали как обладающие тем или иным уровнем устойчивости, 3 – как восприимчивые.

Развитие темно-бурой листовой пятнистости определяли на 7-е сут. после заражения возбудителем по шкале: 0 – отсутствие симптомов поражения, 1, 2, 3, 4 – поражено 10, 20, 30, 40 % листовой поверхности, 5 – поражено более 50 % листовой поверхности, 6 – гибель листа. Образцы, пораженные на балл 5–6 считали восприимчивыми, 3–4 среднеустойчивыми, 0–2 высокоустойчивыми. [14]

Поражения всех образцов болезнями оценивали в трех независимых экспериментах.

Для идентификации генов резистентности у выделенных высокоустойчивых к листовой ржавчине образцов пшеницы отрезки листьев данных форм помещали на смоченную водой вату и инокулировали монопустульными изолятами *P. tritricina*, вирулентными к линиям с генами устойчивости *Lr9, 19, 24, 41, 47*. Поскольку данные изоляты встречаются в используемой популяции патогена с крайне низкой частотой, поражение образца клоном, вирулентным к конкретному гену резистентности, рассматривалось как доказательство присутствия этого гена у данного образца.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что к популяции возбудителя листовой ржавчины из Северо-Западного региона РФ были высокоустойчивы 84 образца, причем 60 из них происходят из регионов Российской Федерации. В связи с тем, что образцы устойчивые в ювенильной стадии онтогенеза представляют наибольший интерес для селекционных целей, мы представляем полный список идентифицированных образцов – Австралия: Skua (к-60613), Tasman (к-63180), Cuninghame (к-64209), Sunstate (к-64218); Бразилия: OCEPAR 11 – Juriti (к-62612), OCEPAR 8 – Macuco (к-62614), BR 31 – Miriti (к-62619), CEP 14 – Tapes (к-60944), BR 34 (к-62185); Канада: ACBarrie (к-64596); Швейцария: Taronit (к-66032); Великобритания: Sparrow (к-66090); Мексика: к-65603; Нидерланды: Tybalt (к-64897); Польша: Nawra (к-64708); Швеция: WW 17283 (к-60997); ЮАР: SST-23 (к-64138), SST-25 (к-64140); неизвестно: PS 131 (к-64597), PS 133 (к-64598); США: Stoa (к-59033), Wampum (к-60588), MN 81330 (к-60785), Russ (к-64595).

Образцы из России указаны с учетом определенных регионов страны: Алтайский край – *Алтайская* 65 (к-64455), *Алтайская* 110 (к-65128); Воронежская обл. – *Воронежская* 18 (к-65998), *Воронежская* 20 (к-66257); Кемеровская обл. – *Тулеевская* (к-63461); Курганская обл. – *Ария* (к-64545), *Зауральская Волна* (к-66874); Ленинградская обл. – *ЛТ-1* (к-65816); Новосибирская обл. – *АНК-4* (к-56395), *Обская* 14 (к-64363), *Удача* (к-64372), *Сибирская* 24 (к-66442), *Лубинка* (к-64866), *Новосибирская* 44 (к-64867), *Ольга* (к-65000), *Новосибирская* 18 (к-65820), *Сибирская* 17 (к-66017), *Сибирская* 21 (к-66269), *Ивушка* (к-66789); Омская обл. – *Лавруша* (к-64984), *Омская* 41 (к-65253), *ОмГАУ* 100 (к-66387); Пензенская обл. – *Юлия* (к-63717); Самарская обл. – *Тулайковская* 10 (к-63714), *Тулайковская Золотистая* (к-63715), *Тулайковская* 100 (к-64643), *Лютесценс* 30 (к-64647), *Лютесценс* 101 (к-64648), *Лютесценс* 13 (к-64649), *Кинельская Нива* (к-64666), *Тулайковская* 108 (к-65452), *Экада* 113 (к-65453), *Тулайковская* 110 (к-65454), *Тулайковская Надежда* (к-65827), *Кинельская Юбилейная* (к-66270), *Кинельская Волна* (к-66274), *Тулайковская* 116 (к-66347); Саратовская обл. – *Л 505* (к-62892), *Добрыня* (к-64252), *Воевода* (к-64997), *Фаворит* (к-64998), *Лебедушка* (к-66410), *Александрит* (66877); Тамбовская обл. – *Мерцана* (к-65449), *RL-3* (к-66733), *RL-6-8* (к-66734), *СФР* 135-17-16-15 (к-66738); Татарстан – *Хазинэ* (к-66881); Тюменская обл. – *Латона* (к-64359), *Тюменочка* (к-66271); Ульяновская обл. – *Ульяновская* 105 (к-66011); Челябинская обл. – *Квинта* (к-63467), *Дуэт* (к-63500), *Памяти Рюба* (к-64378), *Челяба* 2 (к-64379), *Челяба* 75 (к-64871), *Челяба Степная* (к-64872), *Чебаркульская* 3 (к-66792), *Челяба* 80 (к-66871), *Памяти Одиной* (к-66872).

Для большинства выделенных образцов провели фитопатологический тест с использованием клонов патогена, вирулентных к образцам пшеницы с генами устойчивости *Lr9, 19, 24, 41 и 47*. Гены *Lr41* и *Lr 47* не идентифицированы. У материала, изученного до 2008 года, ген *Lr9* идентифициро-

ван у 10 образцов, *Lr24* – у 12, *Lr19* – у 5. [13] После 2008 года были идентифицированы гены устойчивости к листовой ржавчине у 25 образцов.

Приводим данные по наличию эффективных в условиях Северо-Западного региона России генов устойчивости у выделенного материала:

– *Lr19* – *Russ* (к-64595, США), *WW17283* (к-60997, Швеция), *Добрыня* (к-64252, Саратовская обл.), *Л 505* (к-62892, Саратовская обл.), *Юлия* (к-63717, Пензенская обл.), *Ульяновская 105* (к-66011, Ульяновская обл.), *Лебедушка* (к-66410, Саратовская обл.), *Тулайковская 108* (к-65452, Самарская обл.), *Экада 113* (к-65453, Самарская обл.), *Кинельская Волна* (к-66274, Самарская обл.), *Омская 41* (к-65253, Омская обл.), *Александрит* (66877, Саратовская обл.), *Хазинэ* (к-66881, Татарстан);

– *Lr9* – *SEP 14* – *Tapes* (к-60944, Бразилия), *АНК-4* (к-56395, Новосибирская обл.), *Дуэт* (к-63500, Челябинская обл.), *Тулеевская* (к-63461, Кемеровская обл.), *Квинта* (к-63467, Челябинская обл.), *Латона* (к-64359, Тюменская обл.), *Лютесценс 101* (к-64648, Самарская обл.), *Обская 14* (к-64363, Новосибирская обл.), *Удача* (к-64372, Новосибирская обл.), *Челяба 2* (к-64379), *Челяба Степная* (к-64872, Челябинская обл.), *Мерцана* (к-65449, Тамбовская обл.), *Тюменочка* (к-66271, Тюменская обл.), *Лаверуша* (к-64984, Омская обл.), *ОмГАУ 100* (к-66387, Омская обл.), *Сибирская 24* (к-66442, Новосибирская обл.), *Лубничка* (к-64866, Новосибирская обл.), *Новосибирская 44* (к-64867, Новосибирская обл.), *Ольга* (к-65000, Новосибирская обл.), *Новосибирская 18* (к-65820, Новосибирская обл.), *Сибирская 17* (к-66017, Новосибирская обл.), *Сибирская 21* (к-66269, Новосибирская обл.), *Алтайская 110* (к-65128, Алтайский край), *Ивушка* (к-66789, Новосибирская обл.), *Чебаркульская 3* (к-66792, Челябинская обл.), *Зауральская Волна* (к-66874, Курганская обл.);

– *Lr24* – *BR 31* – *Miriti* (к-62619, Бразилия), *BR 34* (к-62185, Бразилия), *Cunningham* (к-64209, Австралия), *Sunstate* (к-64218, Австралия), *MN 81330* (к-60785, США), *ОСЕРА 11* – *Juriti* (к-62612, Бразилия), *PS 131* (к-64597), *PS 133* (к-64598), *Skua* (к-60613, Австралия), *SST-23* (к-64138, ЮАР), *SST-25* (к-64140, ЮАР), *Stoa* (к-59033, США), *Sparrow* (к-66090, Великобритания).

Все изученные образцы пшеницы были высоковосприимчивы к темно-бурой листовой пятнистости, за исключением линий ЛТ-6 (к-65819) и ЛТ-5 (к-66209), балл поражения которых составлял 1–2.

## ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении коллекции мягкой пшеницы ВИР ранее было выделено достаточно большое количество образцов, устойчивых к листовой ржавчине. Кроме того, у них идентифицированы десятки новых эффективных генов резистентности. [5, 20] Однако в нашей работе было показано, что многие носители таких генов либо восприимчивы к листовой ржавчине, либо защищены уже известными генами устойчивости. [13] Из 3949 изученных образцов выделено только 84, высокоустойчивых к болезни, причем более двух третей

из России, при том, что российские образцы составляли одну треть всего материала. Все выделенные устойчивые образцы представлены селекционными сортами и линиями; изученные ландрасы оказались высоковосприимчивыми к болезни в стадии проростков.

Для 47 образцов провели фитопатологический тест при заражении клонами возбудителя листовой ржавчины, вирулентными к носителям известных эффективных в условиях северо-запада России генов устойчивости. У 26 образцов постулирован ген *Lr9*, у 13 – *Lr19* и у 13 – *Lr24*. Первые два характерны в подавляющем большинстве случаев для российских сортов. С нашей точки зрения, это связано с широким вовлечением гена *Lr19* в селекционный процесс в Поволжье, а затем и в других регионах страны. Ген *Lr9* распространен из-за интенсивного использования гена устойчивости к листовой ржавчине *LrTR* в селекции пшеницы гена в Западной Сибири, а затем и других регионах. Ген устойчивости *LrTR* австралийской линии TR/55P 6628(к-54049) по результатам гибридологического анализа и фитопатологического теста оказался идентичным гену *Lr9*. [11, 12] Гены *Lr19* и *Lr9* давно уже потеряли свою эффективность в ряде регионов России. [2, 4] Но выделенные нами сорта с этими генами могут рассматриваться как доноры эффективной проростковой резистентности в тех регионах, где, во-первых, отсутствуют вирулентные к ним генотипы возбудителя болезни, и, во-вторых, крайне мала вероятность заноса таких генотипов из других регионов. Ген *Lr24* не встречается в выделенном материале из Российской Федерации, а представлен в иностранных сортах. Несмотря на это, имеется сообщение о потере резистентности, обусловленной этим геном, в Поволжье. [3] По нашему мнению, данный ген может использоваться в селекции на устойчивость к листовой ржавчине во многих регионах нашей страны. Однако при широком вовлечении в селекционный процесс он потеряет свою эффективность достаточно быстро. Линия ЛТ-1, созданная на основе индукции соматональной изменчивости у сорта пшеницы *Spica* [13], защищена ранее неизвестными генами устойчивости и может представлять интерес для селекции на данный признак.

Из коллекции ВИР было выделено большое количество устойчивых к темно-бурой листовой пятнистости образцов мягкой пшеницы и близкородственных видов. [6] В нашем исследовании отмечено, что подавляющее количество образцов восприимчивы к болезни, что связано с отсутствием целенаправленной селекции на устойчивость в большинстве регионов. Только две линии ЛТ-5 и ЛТ-6, полученные в результате отбора по устойчивости к данному заболеванию в расщепляющихся поколениях комбинаций скрещивания соматональных образцов яровой мягкой пшеницы 181-5, обладали высоким уровнем ювенильной резистентности. Они могут рассматриваться как источники устойчивости для регионов, в которых сильно развита пятнистость.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизне-

способности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Асхадуллин, Дан.Ф. Темно-бурая листовая пятнистость на яровой мягкой пшенице в Татарстане / Дан.Ф. Асхадуллин, Дан.Ф. Асхадуллин, Н.З. Василова и др. // Защита и карантин растений. – 2018. – № 9. – С. 17–19.
2. Коваленко, Е.Д. Вирулентность популяций *Puccinia triticina* в России в 2000–2001 гг. / Е.Д. Коваленко, А.И. Жемчужина, Н.Н. Куркова, Ю.А. Стрижекозин // Журнал Российского общества фитопатологов. – 2003. – № 6. – С. 23–29.
3. Маркелова, Т.С. Иммунологические основы и методы создания исходного материала пшеницы для селекции на устойчивость к болезням в Поволжье / Т.С. Маркелова: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Саратов, 2007. – 42 с.
4. Мешкова, Л.В. Вирулентность патотипов возбудителя листовой ржавчины пшеницы к *THLr9* в регионах Сибири и Урала / Л.В. Мешкова, Л.П. Россеева, Е.Р. Шрейдер, А.В. Сидоров // Тез. II Всерос. конференции «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам». – С-Пб, 2008. – С. 70–73.
5. Михайлова, Л.А. Устойчивость видов *Triticum* L. и *Aegilops* L. из коллекции ВИР к возбудителям желтой и темно-бурой листовых пятнистостей (каталог) / Л.А. Михайлова, Н.М. Коваленко, С.Г. Смурова и др. – С-Пб, 2007. – 60 с.
6. Михайлова, Л.А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы / Л.А. Михайлова / Под ред. М.М. Левитина. – С-Пб, 2006. – 80 с.
7. Садовая, А.С. Характеристика устойчивости к возбудителю бурой ржавчины сортов и линий мягкой пшеницы из коллекции ВИР, несущих чужеродный генетический материал / А.С. Садовая, Е.И. Гулятьева, О.П. Митрофанова и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – № 18 (4/1). – С. 739–750.
8. Сандухадзе, Б.И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества / Б.И. Сандухадзе // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 4–6.
9. Смурова, С.Г. Новые источники и доноры устойчивости пшеницы к *Cochliobolus sativus* Drechs. ex Dastur / С.Г. Смурова: Дисс. ... канд. биол. наук. – С-Пб, 2008. – 236 с.
10. Смурова, С.Г. Источники устойчивости пшеницы к темно-бурой пятнистости / С.Г. Смурова, Л.А. Михайлова // Доклады РАСХН. – 2007. – № 6. – С. 25–28.
11. Тырышкин, Л.Г. Генетический контроль устойчивости коллекционных образцов и соматклонов пшеницы к бурой ржавчине / Л.Г. Тырышкин // Науч. мат. Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям. – С-Пб., 2002. – С. 121–122.
12. Тырышкин, Л.Г. Генетический контроль эффективной ювенильной устойчивости коллекционных образцов пшеницы *Triticum aestivum* L. к бурой ржавчине / Л.Г. Тырышкин // Генетика. – 2006. – Т. 42. – С. 377–384.
13. Тырышкин, Л.Г. Генетическое разнообразие пшеницы и ячменя по эффективной устойчивости к болезням и возможности его расширения / Л.Г. Тырышкин: Дисс. ... докт. биол. наук. – С-Пб.: ВИР, 2007. – 251 с.
14. Тырышкин, Л.Г. Темно-бурая листовая пятнистость. Устойчивость генетических ресурсов зерновых культур к вредным организмам / Л.Г. Тырышкин // Методические указания. – М.: РАСХН, 2008. – С. 112–120.
15. Тырышкин, Л.Г. Источники эффективной устойчивости мягкой пшеницы и ее родичей к грибным болезням – поиск, создание и использование в селекции / Л.Г. Тырышкин, В.В. Сюков, В.Г. Захаров и др. // Труды по прикл. бот., ген. и сел. – 2012. – Т. 170. – С. 186–199.
16. Chowdhury, A.K. Spot blotch disease of wheat – a new thrust area for sustaining productivity / A.K. Chowdhury, G. Singh, B.S. Tyagi et al. // Journal Wheat. – 2013. – Vol. 5. – P. 1–11.
17. Duveiller, EM. Genetic improvement and crop management strategies to minimize yield losses in warm non-traditional wheat growing areas due to spot blotch pathogen *Cochliobolus sativus* / EM Duveiller, RC Sharma // Journal of Phytopathology. – 2009. – Vol. 157. – Issue 9. – P. 521–534.
18. Kumar, J. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control / J. Kumar, P Schäfer, R Hüchelhofen et al. // Molecular Plant Pathology. – 2002. – Vol. 3. – Issue 4. – P. 185–195.
19. Riaz, A. Mining Vavilov's treasure chest of wheat diversity for adult plant resistance to *Puccinia triticina* / A. Riaz, N. Athiyannan, S. Periyannan et al. // Plant Disease. – 2017. – Vol. 101. – P. 317–323.
20. Riaz, A. Unlocking new alleles for leaf rust resistance in the Vavilov wheat collection / A. Riaz, N. Athiyannan, S.K. Periyannan et al. // Theoretical and Applied Genetics. – 2018. – Vol. 131. – P. 127–144.

#### LIST OF SOURCES

1. Askhadullin, Dan.F. Temno-buraya listovaya pyatnistost' na yarovoj myagkoj pshenice v Tatarstane / Dan.F. Askhadullin, Dam.F. Askhadullin, N.Z. Vasilova i dr. // Zashchita i karantin rastenij. – 2018. – № 9. – S. 17–19.
2. Kovalenko, E.D. Virulentnost' populyacij *Puccinia triticina* v Rossii v 2000–2001 gg. / E.D. Kovalenko, A.I. Zhemchuzhina, N.N. Kurkova, YU.A. Strizhekozina // Zhurnal Rossijskogo obshchestva fitopatologov. – 2003. – № 6. – S. 23–29.
3. Markelova, T.S. Immunologicheskie osnovy i metody sozdaniya iskhodnogo materiala pshenicy dlya selekcii na ustojchivost' k boleznjam v Povolzh'e / T.S. Markelova: Avtoref. diss. ... dokt. biol. nauk. – Saratov, 2007. – 42 s.
4. Meshkova, L.V. Virulentnost' patotipov vzbuditelya listovoj rzhavchiny pshenicy k *THLr9* v regionah Sibiri i Urala / L.V. Meshkova, L.P. Rosseeva, E.R. SHrejder, A.V. Sidorov // Tez. II Vseross. konferencii «Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam». – S-Pb, 2008. – S. 70–73.
5. Mihajlova, L.A. Ustojchivost' vidov *Triticum* L. i *Aegilops* L. iz kollekcii VIR k vzbuditeleyam zheltoj i temno-buroj listovyh pyatnistostej (katalog) / L.A. Mihajlova, N.M. Kovalenko, S.G. Smurova i dr. – S-Pb, 2007. – 60 s.
6. Mihajlova, L.A. Genetika vzaimootnoshenij vzbuditeleya buroj rzhavchiny i pshenicy / L.A. Mihajlova / Pod red. M.M. Levitina. – S-Pb, 2006. – 80 s.
7. Sadovaya, A.S. Harakteristika ustojchivosti k vzbuditeleyu buroj rzhavchiny sortov i linij myagkoj pshenicy iz kollekcii VIR, nesushchih chuzherodnyj geneticheskij ma-

- terial/A.S. Sadovaya, E.I. Gul'tyaeva, O.P. Mitrofanova i dr.// Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. – 2014. – № 18 (4/1). – С. 739–750.
8. Sanduhadze, B.I. Selekcija ozimoj pshenicy – vazhnejshij faktor povysheniya urozhajnosti i kachestva /B.I. Sanduhadze//Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2010. – № 11. – С. 4–6.
  9. Smurova, S.G. Novye istochniki i donory ustojchivosti pshenicy k *Cochliobolus sativus* Drechs. Ex Dastur / S.G. Smurova: Diss. ... kand. biol. nauk. – S-Pb, 2008. – 236 s.
  10. Smurova, S.G. Istochniki ustojchivosti pshenicy k temno-buroj pyatnistosti / S.G. Smurova, L.A. Mihajlova // Doklady RASKHN. – 2007. – № 6. – С. 25–28.
  11. Tyryshkin, L.G. Geneticheskij kontrol' ustojchivosti kollekcijnyh obrazcov i somaklonov pshenicy k buroj rzhavchine / L.G. Tyryshkin // Nauch. mat. vseros. konf. po immunitetu rastenij k boleznyam i vreditelyam. – S-Pb. – 2002. – С. 121–122.
  12. Tyryshkin, L.G. Geneticheskij kontrol' effektivnoj yuvenil'noj ustojchivosti kollekcijnyh obrazcov pshenicy *Triticum aestivum* L. k buroj rzhavchine / L.G. Tyryshkin // Genetika. – 2006. – Т. 42. – С. 377–384.
  13. Tyryshkin, L.G. Geneticheskoe raznoobrazie pshenicy i yachmenya po effektivnoj ustojchivosti k boleznyam i vozmozhnosti ego rasshireniya / L.G. Tyryshkin: Diss. ... dokt. biol. nauk. – S-Pb.: VIR, 2007. – 251 s.
  14. Tyryshkin, L.G. Temno-buraya listovaya pyatnistost'. Ustojchivost' geneticheskikh resursov zernovyh kul'tur k vreditel'nym organizmam /L.G. Tyryshkin // Metodicheskie ukazaniya. – M.: RASKHN, 2008. – С. 112–120.
  15. Tyryshkin, L.G. Istochniki effektivnoj ustojchivosti myagkoj pshenicy i ee rodichej k gribnym boleznyam – poisk, sozdanie i ispol'zovanie v selekcii/ L.G. Tyryshkin, V.V. Syukov, V.G. Zaharov i dr.// Trudy po prikl. bot., gen i sel. – 2012. – Т. 170. – С. 186–199.
  16. Chowdhury, A.K. Spot blotch disease of wheat – a new thrust area for sustaining productivity/ A.K. Chowdhury, G. Singh, B.S. Tyagi et al.// Journal Wheat. – 2013. – Vol. 5. – P. 1–11.
  17. Duveiller, E.M. Genetic improvement and crop management strategies to minimize yield losses in warm non-traditional wheat growing areas due to spot blotch pathogen *Cochliobolus sativus* / E.M. Duveiller, R.C. Sharma // Journal of Phytopathology. – 2009. – Vol. 157. – Issue 9. – P. 521–534.
  18. Kumar, J. Bipolaris sorokiniana, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control / J. Kumar, P. Schäfer, R. Hückelhoven et al. // Molecular Plant Pathology. – 2002. – Vol. 3. – Issue 4. – P. 185–195.
  19. Riaz, A. Mining Vavilov's treasure chest of wheat diversity for adult plant resistance to *Puccinia triticina* / A. Riaz, N. Athiyannan, S. Periyannan et al. // Plant Disease. – 2017. – Vol. 101. – P. 317–323.
  20. Riaz, A. Unlocking new alleles for leaf rust resistance in the Vavilov wheat collection/ A. Riaz, N. Athiyannan, S.K. Periyannan et al. // Theoretical and Applied Genetics. – 2018. – Vol. 131. – P. 127–144.

О.А. Артюхова

О.В. Гладышева, кандидат сельскохозяйственных наук

В.А. Свирина

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ

РФ, 390502, Рязанская обл., с. Подвязье, ул. Парковая, 1

E-mail: podvyaze@bk.ru

УДК: 631.81.033:633.16

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/24-29

## ПРИРОСТ БИОМАССЫ И НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ЯРОВЫМ ЯЧМЕНОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И МЕТЕОУСЛОВИЙ

В статье приведены результаты исследования влияния внесения доз минеральных удобрений ( $N_0P_0K_0$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) при возделывании сортов ярового ячменя (Владимир, Надежный, Яромир) на формирование площади листовых пластин, прирост зеленой биомассы и накопление сухого вещества растениями культуры в различные по увлажнению годы в условиях юга Центрального Нечерноземья. Установлено, что применение минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  способствовало наибольшему увеличению площади ассимиляционного аппарата и приросту биомассы растений. В фазе выхода в трубку площадь листьев на вышеуказанных фонах превосходила контрольные варианты в среднем на 49,6 и 63,3 % (Владимир), 62,3 и 45,4 (Надежный) и на 44,6 и 53,2 % (Яромир). Прирост биомассы в среднем за 2017–2019 годы с применением  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  увеличился по сравнению с контрольными вариантами на 83,3 и 182,7 % (Владимир), 68,9 и 88,3 (Надежный) и на 82,0 и 107,5 % (Яромир) в начале колошения с дальнейшим ростом данного показателя к молочной спелости растений. Процентное содержание сухого вещества в растениях зависело не только от доз минеральных удобрений, но и от погодных условий (гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК)). С увеличением вносимых норм удобрений при ГТК 0,37–0,44 происходит накопление сухого вещества растениями, при 0,64–1,2 вследствие обеспеченного увлажнения и большего потребления воды сортами ярового ячменя процент содержания сухого вещества уменьшался. Наибольшую стабильность в получении хорошего урожая проявили сорта Надежный и Яромир, которые превысили значения контрольных вариантов в среднем за 2017–2019 годы на 89,1 и 79,0 % на фонах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  соответственно. Определены корреляционные зависимости для всех исследуемых показателей.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, площадь листьев, прирост зеленой массы, сухое вещество, урожайность, сорта ярового ячменя, корреляция.

О.А. Artyukhova

O.V. Gladysheva, PhD in Agricultural sciences

V.A. Svirina

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the FSBSI Federal Scientific Agroengineering Center VIM

RF, 390502, Ryazanskaya obl., s. Podvyaz'e, ul. Parkovaya, 1

E-mail: podvyaze@bk.ru

## INCREASE IN BIOMASS AND DRY MATTER ACCUMULATION OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE MINERAL NUTRITION LEVEL AND METEOROLOGICAL CONDITIONS

The article presents the results of a study of the effect of applying doses of mineral fertilizers ( $N_0P_0K_0$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) when cultivating varieties of spring barley (Vladimir, Reliable, Yaromir) on the formation of the area of leaf plates, the growth of green biomass and the accumulation of dry matter by crop plants in different years of moisture in the South of the Central non-Chernozem region. It was found that the use of mineral fertilizers in doses  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  contributed to the greatest increase in the area of the assimilation apparatus and the growth of plant biomass. In the phase of entering the tube, the leaf area on the above backgrounds exceeded the control variants by an average of 49,6 and 63,3 % (Vladimir variety), 62,3 and 45,4 % (Reliable variety), and 44,6 and 53,2 % (Yaromir variety). The average growth of biomass in 2017–2019 with the use of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  increased compared to the control variants by 83,3 and 182,7 % (Vladimir variety), by 68,9 and 88,3 % (Reliable variety) and by 82,0 and 107,5 % (Yaromir variety) in the beginning of earing phase with further growth of this indicator to the phase of milk ripeness of plants. The percentage of dry matter in plants depended not only on the doses of mineral fertilizers, but also on weather conditions, namely, on the value of the Selyaninov hydrothermal moisture coefficient (SCC). With an increase in the applied rates of fertilizers, at values of GTC in the range of 0,37–0,44, dry matter is accumulated by plants, at values from 0,64 to 1,2, due to the provided moisture and greater water consumption by spring barley varieties, the percentage of dry matter content decreased. Yield – the final indicator of all conditions. Reliable and Yaromir varieties showed the greatest stability in obtaining a good harvest, which exceeded the values of control variants on average for 2017–2019 by 89,1 and 79,0 % on backgrounds  $N_{60}P_{60}K_{60}$  and  $N_{90}P_{90}K_{90}$  respectively. Correlations were determined for all the studied indicators.

**Key words:** mineral fertilizers, leaf area, green mass growth, dry matter, yield, spring barley varieties, correlation.

Ячмень в нашей стране – вторая после пшеницы зерновая культура, как по площади возделывания, так и по сбору зерна. По данным Рязаньстата уро-

жайность ярового ячменя в Рязанской области в среднем за 2010–2012 годы была 2,08 т/га, в 2013–2015 – 2,62 т/га, 2016–2018 – 2,63 т/га. Динамика

положительная, но, безусловно, уровень этих показателей недостаточен для Центрального Нечерноземья. [7, 12, 16]

Основной фактор формирования урожая – ассимиляционная листовая поверхность. Быстрые темпы накопления вегетативной массы могут служить важным признаком получения высокого урожая зерна, поскольку при более развитых вегетативных органах растений образуется большее количество зерен в колосе. Поэтому необходимо создание такого посева, в котором бы раскрывались потенциальные возможности фотосинтетической деятельности растений в агроценозе. Этого можно добиться при создании благоприятных условий для роста и развития растений. [3, 9]

Один из путей решения этой задачи – оптимизация минерального питания. Производство высококачественного зерна ярового ячменя в Нечерноземной зоне Российской Федерации путем совершенствования агротехнических приемов, широкого внедрения адаптивных технологий возделывания новых высокопродуктивных сортов остается актуальной задачей современного растениеводства. [6]

Цель работы – изучение разных уровней минерального питания, их влияния на прирост биомассы, накопление сухого вещества растениями сортов ярового ячменя и на урожайность.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в Рязанской области в ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ Рязанского района (2017–2020).

Опыт включал следующие факторы: А – сорта ярового ячменя (*Владимир*, *Надежный*, *Яромир*); В – дозы минеральных удобрений (нитроаммофоска) с градацией по каждому сорту ( $N_{60}P_0K_0$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ). Учетная площадь делянки – 108 м<sup>2</sup>. Повторность – трехкратная.

Почвы опытных участков – темно-серые лесные тяжелосуглинистые с содержанием в слое 0...20 см гумуса 3,1...4,09 %, общего азота – 0,17...0,21 %, подвижных форм  $P_2O_5$  – 20,3...27,8 мг/100 г,  $K_2O$  – 14,0...20,1 мг/100 г,  $pH_{\text{кол.}}$  5,1...6,01 ед.

Технология возделывания – общепринятая для Нечерноземной зоны, включающая заблаговременное протравливание семян: Виал ТТ 0,5 л/т + Табу 0,5 л/т, опрыскивание посевов ярового ячменя по вегетации баковой смесью гербицидов Мортира и Диален супер с инсектицидом Борей в рекомендуемых дозах 20 г/га и 0,7 л/га, 100 г/га соответственно.

Использовали основные методики полевого опыта, площадь листьев определяли расчетным методом, основным на принципе измерения простых геометрических фигур с учетом поправочного коэффициента. [2, 4, 8]

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Условия вегетационных периодов отличались по годам проведения исследования. Гидротермический коэффициент (ГТК) 2017 года находился на уровне 1,0, температура воздуха и количество выпавших осадков – в диапазоне среднесезонных значений, что характеризует год как достаточ-

но благоприятный для роста и развития растений ячменя. В 2018 году ГТК был равен 0,7, повышенные температуры и острая нехватка осадков пришлись на начало вегетации, что не позволило в полной мере раскрыть потенциал сортов. Почвенной и воздушной засухами, которые пришлись на середину вегетации (июнь-июль, ГТК = 0,6), отличился 2019 год. Однако достаточная влагообеспеченность и температурный режим чуть выше среднесезонных значений в начале вегетации растений позволили минимизировать отрицательное влияние погодных условий на дальнейшее развитие культуры.

Основную часть ассимиляционной поверхности составляют листья. Фотосинтез может происходить и в других частях растений – стеблях, осях и т. п., но вклад этих органов в общий фотосинтез небольшой. Поэтому наиболее облиственные растения обеспечивают образование большего количества органического вещества. [13]

Установлено, что площадь листовой поверхности изменялась по фазам развития растений. Максимальное значение данного показателя отмечено в фазе выхода в трубку с уменьшением к молочной спелости зерна (табл. 1).

Наибольшая величина площади листовой поверхности сформирована в благоприятном 2017 году, из-за погодных условий вегетационных периодов 2018 и 2019 годов листовая пластина была меньшей, особенно в 2018.

Применение минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  обеспечило увеличение площади листовой поверхности в среднем за 2017-2019 годы в фазе выхода в трубку в сравнении с контролем. Прибавка составила 49,64, 62,33, 44,60 % на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и 63,34, 45,41, 53,17 % –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , соответственно по сортам *Владимир*, *Надежный*, *Яромир*. Прослеживается сильная положительная корреляционная связь (r) величины листовой пластины от доз минерального питания, которая в среднем за три года исследований в фазах – выхода в трубку колебалась от +0,73 до +0,94, молочной спелости от +0,70 до +0,90.

В результате фотосинтетической деятельности растений происходит постоянный последовательный процесс превращения веществ и энергии в биомассу растений. [5, 13] Вследствие увеличения площади листовых пластин ярового ячменя повышался прирост биомассы растений культуры (табл. 2).

Максимальный прирост зеленой массы растений зафиксирован в 2017 году в фазе колошения – в среднем 25,2...34,6 т/га. К молочной спелости в большинстве вариантов процесс накопления биомассы прекращался или сводился к минимуму – 25,2...31,6 т/га.

Более жесткие условия 2018–2019 годов способствовали наращиванию зеленой массы ярового ячменя в фазе колошения в среднем: 11,6...4,1 т/га (2018) и 14,7...19,1 т/га (2019) с увеличением значения данного показателя к фазе молочной спелости (15,5...17,2 т/га – 2018 и 20,0...27,5 т/га – 2019).

Корреляция (r) величины прироста зеленой биомассы сортов *Владимир*, *Надежный* и *Яромир* от уровня минерального питания составила от +0,83, +0,64, +0,83 соответственно до +1,0 по всем сортам.

Таблица 1.

Изменение площади листьев сортов ярового ячменя (см<sup>2</sup>/раст.) в зависимости от уровня минерального питания

NPK	Год	Площадь листа в среднем за период вегетации, см <sup>2</sup> /раст.					
		Владимир		Надежный		Яромир	
		выход в трубку	молочная спелость	выход в трубку	молочная спелость	выход в трубку	молочная спелость
0	2017	45,86	36,99	27,22	26,95	42,06	45,59
	2018	23,23	21,05	20,44	14,51	20,49	14,24
	2019	34,50	28,71	26,80	22,07	37,26	43,17
<b>Среднее</b>		<b>34,53</b>	<b>28,92</b>	<b>24,82</b>	<b>21,18</b>	<b>33,27</b>	<b>34,33</b>
30	2017	58,35	42,68	40,80	34,79	56,13	42,97
	2018	24,94	21,14	20,55	17,81	31,72	27,47
	2019	33,77	29,64	29,36	20,73	60,45	43,17
<b>Среднее</b>		<b>39,02</b>	<b>31,15</b>	<b>30,24</b>	<b>24,44</b>	<b>49,43</b>	<b>37,87</b>
<b>± к контролю</b>	см <sup>2</sup> /раст.	<b>+4,49</b>	<b>+2,23</b>	<b>+5,42</b>	<b>+3,26</b>	<b>+16,16</b>	<b>+3,54</b>
	%	<b>+13,0</b>	<b>+7,71</b>	<b>+21,84</b>	<b>+15,39</b>	<b>+48,58</b>	<b>+10,31</b>
60	2017	66,48	55,33	53,96	57,19	62,22	49,15
	2018	38,42	34,41	24,16	21,40	34,48	31,72
	2019	50,10	38,46	42,74	29,92	47,63	40,69
<b>Среднее</b>		<b>51,67</b>	<b>42,73</b>	<b>40,29</b>	<b>36,17</b>	<b>48,11</b>	<b>40,52</b>
<b>± к контролю</b>	см <sup>2</sup> /раст.	<b>+17,14</b>	<b>+13,81</b>	<b>+15,47</b>	<b>+14,99</b>	<b>+14,84</b>	<b>+6,19</b>
	%	<b>+49,64</b>	<b>+47,75</b>	<b>+62,33</b>	<b>+70,77</b>	<b>+44,60</b>	<b>+18,03</b>
90	2017	68,58	53,94	41,14	40,52	52,54	57,3
	2018	38,93	36,64	23,20	20,35	35,34	33,43
	2019	61,68	36,89	43,94	32,50	65,0	45,64
<b>Среднее</b>		<b>56,40</b>	<b>42,49</b>	<b>36,09</b>	<b>31,12</b>	<b>50,96</b>	<b>45,46</b>
<b>± к контролю</b>	см <sup>2</sup> /раст.	<b>+21,87</b>	<b>+13,57</b>	<b>+11,27</b>	<b>+9,94</b>	<b>+17,69</b>	<b>+11,13</b>
	%	<b>+63,34</b>	<b>+46,92</b>	<b>+45,41</b>	<b>+46,95</b>	<b>+53,17</b>	<b>+32,42</b>

Растения накапливают сухое вещество, усваивая углекислоты из воздуха и минеральные элементы из воды и почвы (воздушное и корневое питание). [17] По данным Н.Н. Третьякова в процессе фотосинтеза растения усваивают из внешней среды весь угле-

род, который формирует 42...45 % массы сухого органического вещества. [14]

Наблюдения за накоплением сухого вещества в растениях показали, что интенсивность этого процесса во многом зависит не только от уровня мине-

Таблица 2.

Прирост биомассы растений сортов ярового ячменя, т/га

Вариант		Прирост зеленой массы, т/га								
Сорт	NPK	2017			2018			2019		
		начало колошения I срок, т/га	молочная спелость II срок, т/га	% прироста ко II сроку относительно I	начало колошения I срок, т/га	молочная спелость II срок, т/га	% прироста ко II сроку относительно I	начало колошения I срок, т/га	молочная спелость II срок, т/га	% прироста ко II сроку относительно I
Владимир	0	15,4	13,5	—	7,6	9,4	19,1	6,4	13,5	52,6
	30	21,5	23,9	9,9	12,0	17,8	32,6	9,4	18,0	47,8
	60	19,0	23,9	20,4	13,7	18,1	24,3	21,2	22,0	3,6
	90	45,0	39,6	—	16,5	19,7	16,2	21,6	26,4	18,2
Среднее		25,2	25,2	7,6	12,5	16,3	23,1	14,7	20,0	30,6
Надежный	0	22,4	17,3	—	8,4	9,0	6,7	11,9	17,3	31,2
	30	35,8	40,6	11,9	13,6	16,2	16,0	15,1	21,0	28,1
	60	31,0	24,2	—	17,0	24,9	31,7	24,1	31,0	22,3
	90	37,8	44,1	14,2	17,4	18,8	7,4	25,2	40,5	37,8
Среднее		31,8	31,6	6,5	14,1	17,2	15,5	19,1	27,5	29,9
Яромир	0	24,2	15,8	—	6,8	8,1	16,0	9,0	22,8	60,5
	30	32,4	31,6	—	10,7	12,6	15,1	16,8	25,4	33,9
	60	37,5	23,6	—	14,7	18,5	20,5	20,6	26,5	22,3
	90	44,4	47,7	6,9	14,0	22,7	38,3	24,6	27,3	9,9
Среднее		34,6	29,7	1,7	11,6	15,5	22,5	17,8	25,5	31,7

Таблица 3.

Содержание сухого вещества в растениях сортов ярового ячменя, %

Вариант		Сухое вещество, %											
		2017				2018				2019			
Сорт	НРК	начало колошения I срок	± к контролю ±	молочная спелость II срок	± к контролю ±	начало колошения I срок	± к контролю ±	молочная спелость II срок	± к контролю ±	начало колошения I срок	± к контролю ±	молочная спелость II срок	± к контролю ±
<i>Владимир</i>	0	27,5	—	43,4	—	27,6	—	33,0	—	27,8	—	35,0	—
	30	26,4	-1,1	41,1	-2,3	28,7	+1,1	34,3	+1,3	24,9	-2,9	39,4	+4,4
	60	24,6	-2,9	38,7	-4,7	33,3	+5,7	33,7	+0,7	19,9	-7,9	36,4	+1,4
	90	22,4	-5,1	37,0	-6,4	36,9	+9,3	35,7	+2,7	19,7	-8,1	50,3	+15,3
Среднее		25,2		40,1		31,6		34,2		30,8		40,3	
<i>Надежный</i>	0	25,6	—	39,0	—	20,2	—	32,0	—	21,5	—	31,8	—
	30	23,3	-2,3	36,4	-2,6	33,5	+13,3	32,5	+0,5	21,3	-0,2	33,5	+1,7
	60	23,1	-2,5	31,4	-7,6	33,9	+13,7	32,6	+0,6	20,1	-1,4	33,4	+1,6
	90	20,5	-5,1	33,0	-6,0	32,3	+12,1	33,7	+1,7	18,4	-3,1	42,4	+10,6
Среднее		23,1		35,0		30,0		32,7		20,3		35,3	
<i>Яромир</i>	0	23,7	—	37,8	—	29,7	—	31,0	—	23,4	—	31,2	—
	30	28,8	+5,1	38,4	+0,6	29,8	+0,1	31,7	+0,7	21,7	-1,7	33,3	+2,1
	60	23,2	-0,5	34,8	-3,0	32,3	+2,6	32,8	+1,8	19,5	-3,9	37,0	+5,8
	90	21,0	-2,7	36,3	-1,5	34,5	+4,8	32,5	+1,5	20,1	-3,3	50,1	+18,9
Среднее		24,2		36,8		31,6		32,0		21,2		37,9	
Величина ГТК		1,20		1,04		0,37		0,39		0,64		0,44	

Растениеводство и селекция

рального питания, но и от погодных условий. Определители значения ГТК от момента посева сортов до отбора образцов (табл. 3).

Значения ГТК в 2017 году в период отбора образцов были на уровне 1,20 (I срок) и 1,04 (II срок). Применение минеральных удобрений N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> не способствовало наращиванию содержания сухого вещества вследствие обеспеченного увлажнения и большего потребления растениями воды, а в варианте N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> снижало его. Содержание сухого вещества в растениях в фазе колошения ярового ячменя колебалось от 20,5 до 28,8 % и имело в среднем по каждому сорту 25,2 (*Владимир*); 23,1 (*Надежный*); 24,2 % (*Яромир*). К молочной спелости культуры значение данного показателя увеличилось до 40,1; 35,0; 36,8 % соответственно.

ГТК 2018 года в периоды отбора образцов не превышал 0,37...0,39. В данных условиях с увеличением доз минерального питания возросло процентное содержание сухого вещества в среднем по сортам от 25,8 (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) до 34,6 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) % в фазе колошения (8,8 %). В фазе молочной спелости темпы накопления сухого вещества замедлялись.

В 2019 году при ГТК = 0,64 (колошение) накопление сухого вещества проходило по аналогии с 2017 годом: отрицательные значения прироста относительно контрольных вариантов. С уменьшением ГТК до 0,44 единиц увеличилось накопление содержания сухого вещества – от 31,8 % в варианте без внесения минеральных удобрений до 50,3 % с N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

Урожайность сельскохозяйственных культур следует рассматривать как результат взаимодействия генотипа сортов с условиями внешней среды. [10, 11] Все сорта ярового ячменя обеспечили достоверную прибавку при увеличении доз НРК.

За годы исследований урожайность сорта *Владимир* колебалась от 1,55 до 4,88 т/га (рис. 1). С увеличением доз вносимых минеральных удобрений повышалась урожайность в среднем от 36,0 (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>) до 73,3 % (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) при уровне корреляции (r) +0,82 ... +0,99.

Максимальная прибавка урожайности (152,3 %) относительно контроля отмечена у сорта *Владимир* в 2018 году, тогда как у сортов *Надежный* и *Яромир* 123,9 и 104,3 % (рис. 2, 3).

В условиях Рязанской области наиболее продуктивными оказались сорта *Яромир* и *Надежный*: урожайность в среднем за три года – 2,72...5,22 т/га. В отдельные годы максимальные значения отмечены по фону N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>: 6,22 т/га – сорт *Надежный* (2019) и 5,79 т/га – *Яромир* (2017).

Применение минеральных удобрений способствовало повышению урожайности каждого сорта в среднем на: 55,4 % – *Владимир*, 58,8 – *Надежный* и 51,6 % – *Яромир*. Уровень корреляции составил для сортов: *Надежный* – +0,78 ... +0,84; *Яромир* – +0,92 ... +0,98.

**Выводы.** При возделывании ярового ячменя на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве повышение доз минеральных удобрений от N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> до N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> способствует увеличению ассимиляционной поверхности листьев в фазы колошения и молочной спелости в среднем на 5,85 см<sup>2</sup>/раст. (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>), 13,74 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) и 14,25 см<sup>2</sup>/раст. (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) относительно контрольных вариантов.

Увеличивается прирост зеленой массы при повышении норм минеральных удобрений. Корреляционная зависимость двух показателей находилась в пределах +0,75 ... +1,0. В благоприятных условиях биомасса может иметь максимальные значения в фазе колошения с постепенным переходом к молочной спелости.

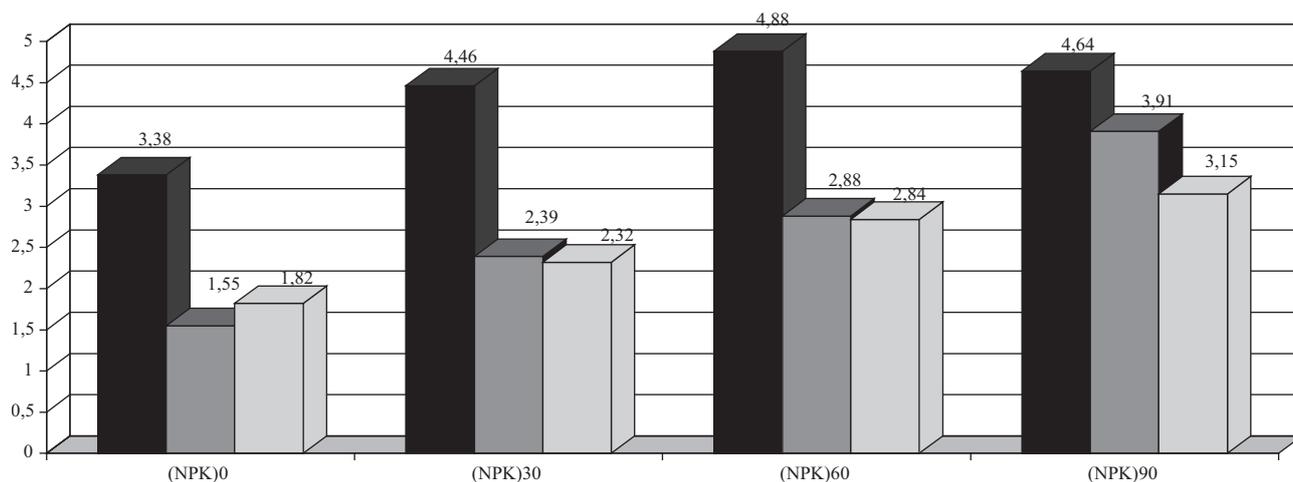


Рис. 1. Урожайность ярового ячменя *Владимир*.

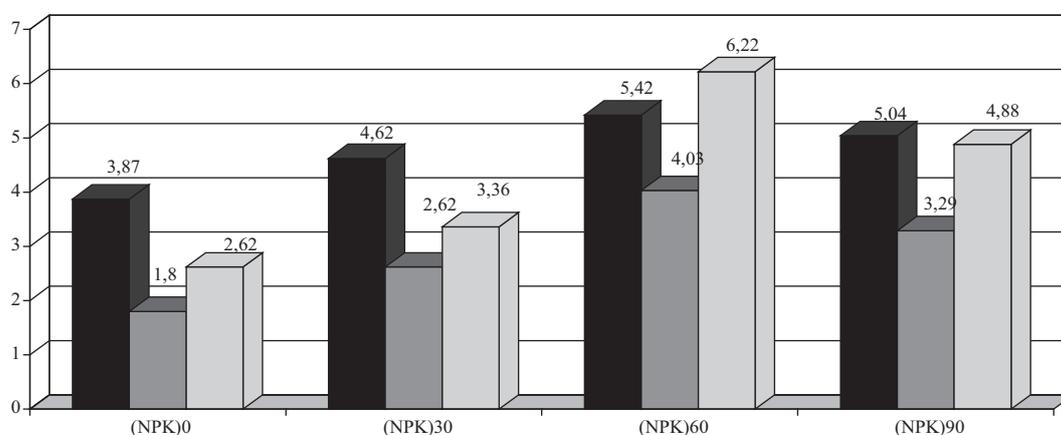


Рис. 2. Урожайность ярового ячменя *Надежный*.

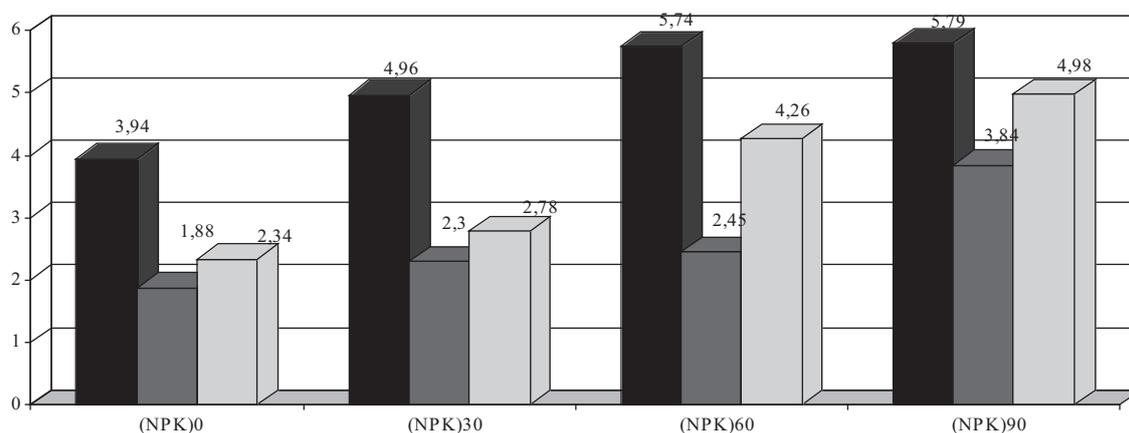


Рис. 3. Урожайность ярового ячменя *Яромир*.

Накопление сухого вещества растениями сортов ярового ячменя в большей степени зависело от условий возделывания (уровень увлажнения). Выявлена отрицательная зависимость между количеством вносимых минеральных удобрений и процентным содержанием сухого вещества в растениях в периоды с достаточным увлажнением.

Наибольшей стабильностью в получении хороших показателей урожайности в Рязанской области отмечены сорта *Надежный* и *Яромир*, прибавка ко-

торых, относительно контрольных вариантов, составила в среднем за три года 2,46 (89,1 %) и 2,15 т/га (79,0 %) на фонах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$  соответственно.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алабушев, А.В. Проблемы импортозамещения в селекции и семеноводстве / А.В. Алабушев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 75–76.

2. Аникеев, В.В. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков / В.В. Аникеев, В.Ф. Кутузов // Физиология растений, 1961. — Т. 8. — С. 375–377.
3. Борисоник, З.Б. Ячмень яровой / З.Б. Борисоник. — М.: Колос, 1974. — 255 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
5. Еряшев, А.П. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность пивоваренного ячменя в зависимости от уровня минерального питания и норм высева / А.П. Еряшев, А.С. Шапошников, П.А. Еряшев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 1. — С. 19–24.
6. Клименков, Ф.И. Элементы адаптивной сортовой технологии возделывания ярового ячменя в юго-западной части Центрального региона России: автореф. дис. ... к. с.-х. наук: 06.01.09 / Ф.И. Клименков. — Брянск, 2008. — 23 с.
7. Кузьмич, М.А. Качество зерна сортов ячменя в зависимости от доз минеральных удобрений / М.А. Кузьмич, П.М. Политыко, О.А. Артюхова, Л.С. Кузьмич // Агрохимический вестник. — 2019. — № 6. — С. 36–39.
8. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве / Г.Ф. Никитенко. — М.: Россельхозиздат, 1982. — 187 с.
9. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович. — М.: Изд-во АН СССР, 1965. — 170 с.
10. Пестряков, А.М. Действие различных доз минеральных удобрений на продуктивность зерновых на темно-серой лесной почве // «Эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур» (26–27 апреля 2012 г.) Мат. 46-й межд. науч. конфер. (ВНИИА) / А.М. Пестряков. — М.: ВНИИА, 2012. — С. 158–159.
11. Пестряков, А.М. Урожай и качество зерна ячменя Зазерский 85 в зависимости от доз азотных удобрений / А.М. Пестряков // Агрохимия. — 1994. — № 9. — С. 80–83.
12. Политыко, П.М. Технологии возделывания яровых зерновых культур в Центральном Нечерноземье / П.М. Политыко, Е.Ф. Киселев, С.В. Тоноян и др. — МосНИИСХ, 2010. — 92 с.
13. Сабирова, Т.П. Фотосинтетический потенциал и продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от обработки почвы и удобрений в условиях Северо-Западного региона / Т.П. Сабирова, С.В. Шукин, Р.А. Сабиров, Е.В. Носкова // Вестник АПК Верхневолжья. — 2019. — № 1. — С. 16–21.
14. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений [Текст]: учеб. пособие / Под ред. Н.Н. Третьякова. — 2-е изд. — М.: КолосС, 2005. — 656 с.
15. Шрамко, Н.В. Агроэкологическая эффективность возделывания озимых зерновых культур на дерново-подзолистых почвах в севооборотах Верхневолжья / Н.В. Шрамко, Г.В. Вихорева // Владимирский земледелец. — 2017. — № 3. — С. 10–14.
16. <https://ryazan.gks.ru/folder/29434>.
17. [https://agrosite.org/publ/agrokhimija/pitanie\\_rastenij/6-1-0-65](https://agrosite.org/publ/agrokhimija/pitanie_rastenij/6-1-0-65).

## LIST OF SOURCES

1. Alabushev, A.V. Problemy importozameshcheniya v selekcii i semenovodstve / A.V. Alabushev // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. — 2016. — № 6. — С. 75–76.
2. Anikeev, V.V. Novyj sposob opredeleniya ploshchadi listovoj poverhnosti u zlakov / V.V. Anikeev, V.F. Kutuzov // Fiziologiya rastenij, 1961. — Т. 8. — С. 375–377.
3. Borisonik, Z.B. YAchmen' yarovoj / Z.B. Borisonik. — М.: Kolos, 1974. — 255 s.
4. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. — М.: Agropromizdat, 1985. — 351 s.
5. Eryashev, A.P. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' i produktivnost' pivovarennogo yachmenya v zavisimosti ot urovnya mineral'nogo pitaniya i norm vyseva / A.P. Eryashev, A.S. Shaposhnikov, P.A. Eryashev // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. — 2017. — № 1. — С. 19–24.
6. Klimenkov, F.I. Elementy adaptivnoj sortovoj tekhnologii vozdel'nyaniya yarovogo yachmenya v yugo-zapadnoj chasti Central'nogo regiona Rossii: avtoref. dis. ... k. s.-h. nauk: 06.01.09 / F.I. Klimenkov. — Bryansk, 2008. — 23 s.
7. Kuz'mich, M.A. Kachestvo zerna sortov yachmenya v zavisimosti ot doz mineral'nyh udobrenij / M.A. Kuz'mich, P.M. Polityko, O.A. Artyuhova, L.S. Kuz'mich // Agrohimičeskij vestnik. — 2019. — № 6. — С. 36–39.
8. Nikitenko, G.F. Opytnoe delo v polevodstve / G.F. Nikitenko. — М.: Rossel'hozizdat, 1982. — 187 s.
9. Nichiporovich, A.A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevah / A.A. Nichiporovich. — М.: Izd-vo AN SSSR, 1965. — 170 s.
10. Pestryakov, A.M. Dejstvie razlichnyh doz mineral'nyh udobrenij na produktivnost' zernovyh na temno-seroj lesnoj pochvy // «Effektivnost' primeneniya sredstv himizacii v sovremennyh tekhnologiyah vozdel'nyaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur» (26-27 aprelya 2012 g.) Mat. 46-j mezhd. nauch. konfer. (VNIIA) / A.M. Pestryakov. — М.: VNIIA, 2012. — С. 158–159.
11. Pestryakov, A.M. Urozhaj i kachestvo zerna yachmenya Zazerskij 85 v zavisimosti ot doz azotnyh udobrenij / A.M. Pestryakov // Agrohimiya. — 1994. — № 9. — С. 80–83.
12. Polityko, P.M. Tekhnologii vozdel'nyaniya yarovykh zernovykh kul'tur v Central'nom Nechernozem'e / P.M. Polityko, E.F. Kiselev, S.V. Tonoyan i dr. — MosNIISKH, 2010. — 92 s.
13. Sabirova, T.P. Fotosinteticheskij potencial i produktivnost' viko-ovsyanoj smesi v zavisimosti ot obrabotki pochvy i udobrenij v usloviyah Severo-Zapadnogo regiona / T.P. Sabirova, S.V. Shchukin, R.A. Sabirov, E.V. Noskova // Vestnik APK Verhnevzh'ya. — 2019. — № 1. — С. 16–21.
14. Tret'yakov, N.N. Fiziologiya i biokhimiya sel'skohozyajstvennyh rastenij [Tekst]: ucheb. posobie / Pod red. N.N. Tret'yakova. — 2-e izd. — М.: KolosS, 2005. — 656 s.
15. Shramko, N.V. Agroekologicheskaya effektivnost' vozdel'nyaniya ozimyyh zernovykh kul'tur na dernovo-podzolistykh pochvah v sevooborotah Verhnevzh'ya / N.V. Shramko, G.V. Vihoreva // Vladimirsij zemledec. — 2017. — № 3. — С. 10–14.
16. <https://ryazan.gks.ru/folder/29434>.
17. [https://agrosite.org/publ/agrokhimija/pitanie\\_rastenij/6-1-0-65](https://agrosite.org/publ/agrokhimija/pitanie_rastenij/6-1-0-65).

**М.М. Магомедов, старший научный сотрудник**

**А.З. Шихмуратов, доктор биологических наук**

Дагестанская ОС ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр имени Н.И. Вавилова»

РФ, 368312, Республика Дагестан, Дербентский р-н, с. Вавилово

E-mail: asef121263@mail.ru

УДК 633.11.631.524.825

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/30-33

## МЕСТНЫЕ И СТАРОДАВНИЕ СОРТА ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ ИЗ АЗЕРБАЙДЖАНА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ДАГЕСТАНА\*

*Исследования по твердой пшенице проводили в 2018–2020 годах на опытных участках Дагестанской ОС филиала ВИР. Климатические условия были типичными, сложившимися за последнее десятилетие в связи с глобальным потеплением: теплая осень, снега зимой практически нет, ранняя весна и засушливое лето. Посев осуществляли в третьей декаде октября по овощным предшественникам (семенники свеклы), где вносили повышенные дозы комплекса удобрений (азотные и фосфорные). Теплые и влажные условия зимы-весны, два полива: влагозарядковый (осенью) и вегетационный (весной), а также подкормка аммиачной селитрой (2,0 ц/га) в фазе начала выхода в трубку способствовали формированию хорошего стеблестоя и продуктивных колосьев у растений. Всего было изучено 458 образцов мировой коллекции пшеницы твердой из горной, предгорной и равнинной зон Азербайджана по селекционным и ценным признакам: скороспелость, устойчивость к грибным болезням, продуктивность и ее составляющие. Выделены продуктивные с высоким адаптивным потенциалом сорта твердой пшеницы, которые можно использовать как для генетических исследований, так и в практической селекции для улучшения существующих сортов и выведения новых.*

**Ключевые слова:** пшеница твердая, грибные болезни, устойчивость, продуктивность, сорт, селекция, Южный Дагестан.

**M.M. Magomedov, senior researcher**

**A.Z. Shihmuradov, Grand PhD in Biological sciences**

Dagestan OS FGBNU «N.I. Vavilov Federal Research Center of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources»

RF, 368312, Respublika Dagestan, Derbentskij r-n, s. Vavilovo

E-mail: asef121263@mail.ru

## LOCAL AND TRADITIONAL VARIETIES OF DURUM WHEAT FROM THE AZERBAIJAN IN THE SOUTH DAGESTAN CONDITIONS

*Studies on durum wheat were carried out in 2018–2020 on experimental plots of the Dagestan experimental station branch of the VIR. The climatic conditions were typical over the past decade due to global warming: warm autumn, almost no snow in winter, early spring and dry summer. Sowing was carried out in the third decade of October for vegetable predecessors (beet seed plants), where increased doses of complex fertilizers (nitrogen and phosphorus) were applied. Warm and wet conditions of winter and spring, two water-charging irrigations in autumn and vegetative in spring, as well as a top dressing with ammonium nitrate (2.0 c/ha) in the phase of the beginning of tube emergence contributed to the formation of good stalks and productive ears of plants. In total 458 samples of the durum wheat world collection from the mountain, foothill and plain zones of Azerbaijan for breeding and valuable traits have been studied: early maturity, resistance to fungal diseases, productivity and its components. Highlighted productive varieties of durum wheat with a high adaptive potential, which can be used both for purely genetic research and in practical breeding to improve existing varieties and develop new ones.*

**Key words:** durum wheat, fungal diseases, resistance, productivity, variety, selection, Southern Dagestan.

Известно 28 дикорастущих и культурных видов пшеницы, из которых широко возделываются лишь два — мягкая и твердая. Зерно мягкой пшеницы — лучшее сырье для хлебопечения. Из зерен твердой изготавливают высококачественные макаронные изделия, манную и другие крупы. Она имеет стекловидное строение, содержит больше, чем мягкая пшеница белка и клейковины. Твердая пшеница наиболее требовательна к теплу. Больше всего ее возделывают в условиях сухих субтропиков Средиземноморья (Италия, Тунис, Марокко и др.) и ближнего Востока (Турция и др.), а также в восточных районах США и Канады. В России с высоким качеством зерна ее можно вырастить при весеннем посеве в жарких степных районах Поволжья. [3, 10]

Твердую пшеницу на Кавказе возделывали с древних времен. Еще в конце 30-х годов прошлого

столетия академик Н.И. Вавилов находил в низменных и предгорных зонах Азербайджана преимущественно посевы только твердой пшеницы, которую высевали под зиму в условиях плоскостной зоны или ранней весной в долинах предгорно-горных районов. Местные сорта (*Сары-бугда, Ак-бугда, Кара-кильчик* и др.) характеризовались длинными стеблями, крупными колосьями, высокостекловидным зерном. Из муки выпекали в местных печах (тандыр) ароматный, сытный хлеб (чурек) или лаваш. [2]

С начала 50-х годов прошлого века посевы местных сортов твердой пшеницы в Азербайджане, как и в других регионах Кавказа, постепенно вытесняются более отзывчивыми на минеральные удобрения и урожайными, устойчивыми к полеганию короткостебельными сортами мягкой пшеницы. [1]

\* Работа выполнена в рамках государственного задания ВИР № 0662-2019-0006/ The work was carried out within the framework of the state assignment VIR No. 0662-2019-0006.

В современных условиях с возрастанием потребностей в источниках здорового питания, пищевые продукты из чистой качественной твердой пшеницы приобретают особое значение. Как считают диетологи, крахмал в зерне твердой пшеницы заключен в более прочную кристаллическую структуру белка, расщепляется ферментами на глюкозу медленнее, чем мягкой. В крови не образуется ее избыток, который может отложиться в организме в запасные жиры, как это происходит при расщеплении крахмала мягкой пшеницы. [7, 9]

На Дагестанской опытной станции ВИР со времени ее организации проводится научно-исследовательская работа по сохранению и изучению генетических ресурсов твердой пшеницы. Ежегодно поддерживается в живом виде и изучается около 2000 образцов. Вышеотмеченные местные сорта Азербайджана, всего Кавказа и других регионов, собранные в экспедиционных поездках Н.И. Вавилова, до настоящего времени сохранены и поддерживаются в жизнеспособном состоянии в хранилищах ВИР и, в частности, в филиале Дагестанской опытной станции ВИР.

Цель исследований — изучить местные и стародавние сорта пшеницы твердой из Азербайджана, выявить потенциал ее продуктивности, выделить источники и доноры ценных признаков для их использования в селекционно-генетических программах по созданию новых с высокой адаптивностью более урожайных сортов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дагестанская опытная станция филиал ВИР расположена в плоскостной приморской зоне сухих субтропиков Южного Дагестана. Зима мягкая, непродолжительная. Самые холодные месяцы — январь, февраль (среднегодовоелетная температура 2,2...3,0°C). Весна ранняя, затяжная, прохладная. Лето жаркое, сухое. Самые теплые месяцы — июль, август (среднегодовоелетная температура — 24,4 и 24,1°C — соответственно). Осень теплая, влажная. Основное количество осадков выпадает в осенне-зимний период (80 % годовой нормы). При годовом количестве осадков 400...500 мм испаряется 1000 мм. Почвы каштановые тяжелосуглинистого механического состава со слабо засоленными нижними горизонтами. Содержание гумуса в пределах 2,8...3,5 %.

В течение 2018–2020 годов климатические условия были типичными, сложившимися за последнее десятилетие в связи с глобальным потеплением: теплая осень, снега зимой практически нет, ранняя весна и засушливое лето.

Закладку полевых опытов и лабораторно-полевую оценку проводили в соответствии с Методическими указаниями ВИР. [8] Результаты статистически обрабатывали по Б.А. Доспехову. [4] В качестве стандартов привлечены, допущенный в производство для Северного Кавказа, сорт озимой твердой пшеницы из КНИИСХ *Крупинка*, и полуозимый — *Дербентская черноколосая* селекции Дагестанской ОС ВИР.

Посев проводили в третьей декаде октября по овощным предшественникам (семенники свеклы),

где вносили повышенные дозы комплекса удобрений (азотные, фосфорные). Теплые и влажные условия зимы и весны, два полива: влагозарядковый (осенью) и вегетационный (весной), а также подкормка аммиачной селитрой (2,0 ц/га) в фазе начала выхода в трубку способствовали формированию хорошего стеблестоя и продуктивных колосьев у растений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Продуктивность.** Сорта, выбранные в качестве стандартов по массе зерна с 1 м<sup>2</sup>, в среднем по двухлетним данным, показали следующие результаты: *Крупинка* — 665,0, *Дербентская черноколосая* — 750,5 г/м<sup>2</sup>. Урожай первого года изучения не учитывали из-за различий посевного материала по репродукциям.

Продуктивность коллекционных образцов колебалась от 770,5 до 900,5 г/м<sup>2</sup>, в среднем — 835,0 г/м<sup>2</sup>, что в значительной степени превышает показатели стандартов и свидетельствует о большом потенциале (табл. 1).

**Скороспелость.** В качестве критерия оценки скороспелости приняли дату колошения. Срок колошения стандартов в среднем по трехлетним данным: у *Крупинки* — 14.05; *Дербентская черноколосая* — 12.05. Колебание по этому сроку у изученного набора образцов отмечено в пределах 01.05–21.05. Варьирование признака составляет 20 дней. В целом основная масса сортов выколосилась раньше или на уровне стандартов. Изученные образцы ранне-, средне- и позднеспелые. Из 458 образцов раннеспелых — 7 (1,5 %), среднеспелых — 376 (82,1 %), позднеспелых — 75 (16,4 %). Выделили образцы с наиболее ранним колошением (01.05–07.05). Отметили отрицательную корреляцию между скороспелостью и продуктивностью, определили образцы, сочетающие скороспелость с относительно высокой продуктивностью (табл. 2).

**Высота растений и устойчивость к полеганию.** Средние трехлетние данные высоты растений стандартов: *Крупинка* — 87,5; *Дербентская черноколосая* — 145 см. У изученных образцов показатели высоты колебались от 95,0 до 160,0 см.

**Крупность и качество зерна.** 70 % приведенных в таблице 1 высокопродуктивных сортов имеют массу 1000 зерен более 50,0 г. Очень крупное зерно (масса 1000 шт. более 60 г) и высокую продуктивность сочетают сорта к-15465 (*Сары — бугда*) и к-15312 (*Ак-бугда*).

**Качество зерна.** Органолептическая оценка с учетом стекловидности и выполненности зерна проведена по девятибалльной шкале. Данные оценки коллекционных образцов колебались в пределах 5...9 баллов. У стандарта *Крупинка*, несмотря на устойчивость к полеганию, зерно оказалось худшего качества, чем у *Дербентской черноколосой* (зерно лучшее по стекловидности).

**Структура колоса.** Число колосков у коллекционных образцов — от 15,4 до 23,0 шт. Стандарт *Крупинка* характеризуется формированием большого количества колосков в колосе (22,8 шт.).

**Грибные болезни.** Основные распространенные в зоне болезни (мучнистая роса, желтая и бурая ржавчина) на растениях твердой пшеницы в связи

Таблица 1.

Оценка продуктивности и других селекционно ценных признаков местных и стародавних сортов пшеницы твердой из Азербайджана в Южном Дагестане

№ по каталогу ВИР	Сорт	Масса зерна, г/м <sup>2</sup>	Дата колошения	Высота растения, см	Устойчивость, балл					Масса 1000 зерен, г	Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Масса зерна, г	Оценка зерна, балл
					мучнистой росе	бурой ржавчине	желтой ржавчине	полеганию	полеганию					
15316	<i>Сары – бугда</i>	770,0	09.05	150,0	7	9	9	5	50,2	19,4	32,1	1,6	9	
15314	<i>Бозах</i>	790,0	17.05	160,0	7	7	9	5	51,4	18,8	40,4	2,1	9	
15479	<i>Бозах</i>	790,0	12.05	140,0	9	9	9	3	48,0	17,0	31,6	1,5	8	
15465	<i>Сары – бугда</i>	820,0	8.05	150,0	7	9	9	9	61,2	19,4	43,7	2,7	7	
15552		820,0	14.05	135,0	9	7	9	5	51,4	20,6	39,7	2,1	5	
16720		850,5	14.05	140,0	9	9	9	5	43,9	18,4	38,9	1,7	7	
16726		860,0	15.05	145,0	9	9	9	5	46,2	16,3	38,4	1,8	6	
15336	<i>Сары – бугда</i>	870,5	14.05	145,0	5	9	9	3	53,2	19,1	40,1	2,2	6	
15509	<i>Сары – бугда, Гюрганы</i>	870,5	12.05	145,0	7	7	9	3	60,8	20,6	43,5	2,6	7	
15312	<i>Ак – бугда</i>	900,5	19.05	145,0	7	9	7	3	64,2	21,7	41,2	2,8	7	
64725	<i>Крупинка</i>	665,0	14.05	87,5	7	9	7	9	53,4	22,8	49,1	2,5	6	
32453	<i>Дербентская черноколосая</i>	750,5	13.05	145,0	5	5	5	5	51,1	18,7	40,6	2,1	8	

Таблица 2.

Характеристика селекционно ценных признаков скороспелых сортов пшеницы твердой Азербайджана в Южном Дагестане

№ по каталогу ВИР	Сорт, гибрид	Дата колошения	Устойчивость, балл					Масса зерна, г		Оценка растений, балл	Высота растения, см	Оценка зерна, балл
			мучнистой росе	бурой ржавчине	желтой ржавчине	полеганию	1000 зерен	с деланки				
59132	<i>Вугар</i>	1.05	9	9	9	7	50,2	580	7	95,5	6	
46805		7.05	9	7	9	5	51,4	750	5	120,0	6	
46823		7.05	9	7	9	5	49,8	580	5	130,5	5	
46824		7.05	9	9	9	5	52,4	640	5	150,0	6	
61612	Естественно полбяно-пшеничный гибрид	7.05	9	9	7	3	50,8	640	5	140,5	5	
61633	Естественно полбяно-пшеничный гибрид	7.05	9	9	7	3	52,0	610	5	145,0	9	
61861		7.05	9	9	9	5	53,4	680	5	135,5	7	
64725	<i>Крупинка</i>	14.05	7	9	7	9	53,4	665,0	9	87,5	6	
32453	<i>Дербентская черноколосая</i>	13.05	5	5	5	5	51,1	750,5	7	145,0	8	

с засушливыми условиями вегетации проявились в средней или слабой степени. Большая часть изученных образцов – устойчивые или слабовосприимчивые к этим болезням. К мучнистой росе подавляющее большинство сортов были слабо- и средневосприимчивые. Бурая и желтая ржавчины проявились в слабой степени только на отдельных образцах из засушливых условий, которые сложились за годы изучения. Скороспелые сорта в целом показали себя как более устойчивые в связи с ранним завершением вегетации.

**Комплекс селекционно ценных признаков.** В результате изучения 458 образцов твердой пшеницы Азербайджана выделены сорта, максимально сочетающие селекционно ценные признаки, и могут быть рекомендованы для включения в селекционные программы по созданию новых более совершенных сортов в условиях Дагестана и за его пределами.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Альдеров, А.А. Генетика короткостебельности тетраплоидных пшениц / А.А. Альдеров. – С-Пб.: ВИР, 2001. – 166 с.
2. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы хлебных злаков / Н.И. Вавилов // Пшеница. – М-Л: Наука, 1964. – 124 с.
3. Дорوفеев, В.Ф. Пшеницы мира / В.Ф. Дорوفеев, Р.А. Удачин и др. – Л.: «Агропромиздат», 1987. – 559 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Ляпунова, О.А. Сорта и линии, пополнившие генофонд твердой пшеницы ВИР в 2000–2019 гг. / О.А. Ляпунова, А.С. Андреева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – 181 (4). – С. 7–16.
6. Ляпунова, О.А. Каталог мировой коллекции ВИР / О.А. Ляпунова, М.А. Ахмедов, А.С. Андреева, М.М. Магомедов // Твердая пшеница: результаты многолетнего полевого изучения коллекции твердой

- пшеницы в условиях прикаспийской низменности. – С-Пб: ВИР, 2018. – Вып. 875. – 27 с.
7. Магомедов, М.М. Твердая пшеница в условиях орошаемого земледелия Южного Дагестана / М.М. Магомедов, Б.А. Баташева, У.К. Куркиев // Вестник социально педагогического института – 2018. – № 1 (25). – С. 38–43.
  8. Мережко, А.Ф. Методические указания ВИР. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин. – С-Пб, 1999. – 83 с.
  9. Мкртумян, А.М. Ожирение – глобальная проблема современного мира. Возможные терапевтические подходы к лечению / А.М. Мкртумян // Медицинский Совет – 2018. – № 4. – С. 81–85.
  10. Филатенко, А.А. Сортовые ресурсы твердой пшеницы для условий Дагестана / А.А. Филатенко, Р.Л. Богуславский, К.М. Каflanов // Генетические ресурсы и интродукция кормовых и пищевых растений в Дагестане. – Махачкала, 1988. – С. 5–8.
- LIST OF SOURCES**
1. Al'derov, A.A. Genetika korotkostebel'nosti tetraploidnyh pshenic / A.A. Al'derov. – S-Pb.: VIR, 2001. – 166 s.
  2. Vavilov, N.I. Mirovye resursy hlebnyh zlakov / N.I. Vavilov // Pshenica. – M-L: Nauka, 1964. – 124 s.
  3. Dorofeev, V.F. Pshenicy mira / V.F. Dorofeev R.A. Udachin i dr. – L.: «Agropromizdat», 1987. – 559 s.
  4. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.
  5. Lyapunova, O.A. Sorta i linii, popolnivshie genofond tverdoj pshenicy VIR v 2000–2019 gg. / O.A. Lyapunova, A.S. Andreeva // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. – 2020. – 181 (4). – S. 7–16.
  6. Lyapunova, O.A. Katalog mirovoj kolekcii VIR / O.A. Lyapunova, M.A. Ahmedov, A.S. Andreeva, M.M. Magomedov // Tverdaya pshenica: rezul'taty mnogoletnego polevogo izucheniya kolekcii tverdoj pshenicy v usloviyah prikaspijskoj nizmennosti. – S-Pb: VIR, 2018. – Vyp. 875. – 27 s.
  7. Magomedov, M.M. Tverdaya pshenica v usloviyah oroshayemogo zemledeliya YUzhnogo Dagestana / M.M. Magomedov, B.A. Batasheva, U.K. Kurkiev // Vestnik social'no pedagogicheskogo instituta. Derbent. – 2018. – № 1 (25). – S. 38–43.
  8. Merezko, A.F. Metodicheskie ukazaniya VIR. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kolekcii pshenicy, egilopsa i tritikale / A.F. Merezko, R.A. Udachin. – S-Pb, 1999. – 83 s.
  9. Mkrtumyan, A.M. Ozhirenie – global'naya problema sovremennogo mira. Vozmozhnye terapevticheskie podhody k lecheniyu / A.M. Mkrtumyan // Medicinskij Sovet – 2018. – № 4. – S. 81–85.
  10. Filatenko, A.A. Sortovye resursy tverdoj pshenicy dlya uslovij Dagestana / A.A. Filatenko, R.L. Boguslavskij, K.M. Kaflanov // Geneticheskie resursy i introdukciya kormovyh i pishchevyh rastenij v Dagestane. – Mahachkala, 1988. – S. 5–8.

**А.М. Шпанев, доктор биологических наук**  
**В.В. Воробаев, кандидат сельскохозяйственных наук**  
 Агрофизический научно-исследовательский институт  
 РФ, 195220, г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14

**П.В. Лекомцев, доктор биологических наук**  
 Российский государственный гидрометеорологический университет  
 РФ, 192007, г. Санкт-Петербург, ул. Воронежская, 79  
 E-mail: ashpanev@mail.ru

УДК 631.5:633.11

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/34-36

## ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ АГРОТЕХНИКИ

*Прецизионное управление продукционным процессом полевых культур, реализуемое в системе точного земледелия, подразумевает пространственно-дифференцированное, на основе спектральных измерений, выполнение агротехнических мероприятий. Оптические свойства посевов яровой пшеницы в изменяющихся условиях агротехники изучали в многофакторном микрополевым опыте на Меньковском филиале Агрофизического научно-исследовательского института (Ленинградская область, Гатчинский район). Схема опыта включала изучение влияния норм высева (5 и 6 млн всх. семян/га), доз азотных удобрений (0, 60 и 120 кг д.в./га) и засоренности опытных делянок (естественный фон, применение гербицида). По результатам исследований выявлено, что оптические свойства посевов яровой пшеницы в значительной степени определяются типом засоренности (8,5–48,1 %), в меньшей – внесением азотных удобрений (2,7–21,6 %). Влияние нормы высева на спектральные характеристики посева незначительно (0,1–0,8 %). Под воздействием гербицидной обработки и из-за освобождения значительной части поверхности почвы от сорной растительности отмечается снижение индекса NDVI (на 0,07–0,34), а при внесении азотных удобрений его увеличение (на 0,07–0,08 и 0,13–0,14 при  $N_{60}$  и  $N_{120}$  соответственно) вследствие нарастания надземной массы культурных и сорных растений. На фоне гербицидной обработки возможна корректировка питательного режима с внесением азотных подкормок и достаточно точного прогноза урожайности яровой пшеницы, основанных на значениях NDVI для фазы выхода в трубку и колошения соответственно. Полученные экспериментальные данные послужат основой для совершенствования теоретических и практических основ использования современных возможностей мониторинга в обосновании путей повышения эффективности управления состоянием почвенно-растительных систем и продукционным процессом зерновых культур на северо-западе РФ.*

**Ключевые слова:** яровая пшеница, сорные растения, азотные удобрения, норма высева, спектральная характеристика, вегетационный индекс NDVI, динамика NDVI, северо-запад РФ.

**A.M. Shpanev, Grand PhD in Biological sciences**  
**V.V. Voropaev, PhD in Agricultural sciences**  
 Agrophysical Research Institute  
 RF, 196600, g. Sankt-Peterburg, Grazhdanskiy pr., 14  
**P.V. Lekomtsev, Grand PhD in Biological sciences**  
 Russian State Hydrometeorological University  
 RF, 192007, g. Sankt-Peterburg, ul. Voronezhskaya, 79  
 E-mail: ashpanev@mail.ru

## OPTICAL PROPERTIES OF A SPRING WHEAT SOWINGS IN CHANGING ARGOTHECNICS CONDITIONS

*Accurate control of the production process of field crops, performed in the system of precision agriculture, means a spatially differentiated implementation of agrotechnical measures based on spectral measurements. The study of the optical properties of spring wheat crops under changing conditions of agricultural technology was carried out in a multifactorial microfield experiment at the Menkovsky branch of the Agrophysical Research Institute (Leningrad Region, Gatchinsky District). The experimental scheme included the study of the effect of sowing rates (5 and 6 million seeds per ha), doses of nitrogen fertilizers (0, 60 and 120 kg a.s. per ha) and weed infestation of experimental plots (natural background, application of herbicide). According to the research results, it was revealed that the optical properties of spring wheat crops are largely determined by the degree and type of weed infestation (8,5–48,1 %), to a lesser extent – by the introduction of nitrogen fertilizers (2,7–21,6 %). The influence of the sowing rate on the spectral characteristics of crop is insignificant (0,1–0,8 %). Under the influence of herbicidal treatment and disposal of a significant part of the soil surface from weeds, a decrease in the NDVI index is noted (by 0,07–0,34); the introduction of nitrogen fertilizers influences the increase in the NDVI index (by 0,07–0,08 and 0,13–0,14 at  $N_{60}$  and  $N_{120}$  respectively), due to the growth of the aboveground mass of cultivated and weed plants. Against the background of herbicidal treatment, it is possible to correct the nutritional regime using nitrogen fertilizing and a sufficient forecast of the yield of spring wheat, based on the NDVI values for the stemming and earing phases, respectively. The obtained experimental data will become a framework for improving the theoretical and practical basis for using modern monitoring opportunities to substantiate ways to improve the efficiency of managing the state of soil-plant systems and the production process of grain crops in the North-West of the Russian Federation.*

**Key words:** spring wheat, weeds, nitrogen fertilizers, seeding rate, spectral characteristics, vegetation index NDVI, dynamics NDVI, North-West of the Russian Federation.

Одна из главных особенностей точного земледелия – максимальная реализация принципа дифференциации агротехнических воздействий на почвенно-растительный комплекс, базирующихся на применении геоинформационных систем оценки его состояния. [8, 9]

В последние годы изучение оптических свойств посевов как наземными, так и дистанционными средствами вышло на новый уровень. В многочисленных публикациях приводятся результаты для совершенствования методов мониторинга и управления производственным процессом почвенно-растительных систем. [1, 5, 6]

В спектральной оценке состояния посевов сельскохозяйственных культур широкое применение получил индекс NDVI, который служит надежным показателем сформированной массы фотосинтезирующей растительности. [10] По величине индекса возможно достаточно точно прогнозировать продуктивность посева (количественный показатель меры емкости фотосинтетической системы) и достоверно диагностировать условия минерального питания растений на протяжении всего периода летней вегетации зерновых культур. [2, 4, 7, 11] Успешные попытки в оценке фитосанитарного состояния агроценозов с помощью индекса NDVI связаны со случаями сильного проявления деятельности вредных организмов на культурные растения. [3]

Цель исследований – оценить влияние предпосевного внесения азотных удобрений, гербицидной обработки и нормы высева на оптические свойства посева яровой пшеницы в условиях северо-запада РФ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оптические свойства посева яровой пшеницы изучали в 2017–2018 годах на биополигоне Меньковского филиала АФИ, расположенном в Гатчинском районе Ленинградской области. Схема опыта включала разные нормы высева (5 и 6 млн всх. семян/га), дозы азотных удобрений (0,60 и 120 кг д.в./га) и применение гербицида (с обработкой и без). Размер делянок – 0,25 м<sup>2</sup>, ежегодное их количество при шестикратной повторности – 72. Посев и предпосевное внесение аммиачной селитры выполняли вручную. Гербицидом Линтур, ВДГ (0,135 кг/га) обрабатывали яровую пшеницу в фазе кушения с помощью ранцевого опрыскивателя «Solo 473P». Объект исследования – сорт яровой пшеницы *Дарья*, имеющий допуск к возделыванию на территории Северо-Западного региона РФ. Предшественник – картофель.

В период вегетации яровой пшеницы наблюдали за динамикой нарастания сухой надземной биомассы и величиной NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) с помощью портативного полевого прибора GreenSeeker. Засоренность опытных делянок оценивали в фазе кушения перед гербицидной обработкой. Определяли общее проективное покрытие и численность в отдельности для каждого вида сорных растений.

Погодные условия за годы исследований значительно различались. Наиболее благоприятным для роста и развития пшеницы оказался 2017 год, в котором значения ГТК на протяжении всего пери-

ода вегетации культуры варьировали от 1,23 до 2,26. В начале развития яровой пшеницы наблюдался пониженный температурный фон, а в 2018 году – крайне недостаточное увлажнение и высокие температуры (ГТК = 0,46). Избыточное количество выпавших осадков приходилось на межфазный период колошения-цветение (ГТК = 3,46).

Статистическую обработку данных проводили в программе Statistica 6 – дисперсионный и корреляционный анализы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Стартовые значения индекса NDVI, определяемые в фазе кушения яровой пшеницы, указывают на прямую зависимость данного показателя от степени и характера засоренности опытных делянок. В 2017 году на единице площади насчитывали 681 экз./м<sup>2</sup>, 54 % составляло проективное покрытие, отмечен сложный тип засоренности с преобладанием малолетних видов сорных растений (77,9 %). В 2018 году на опытных делянках была зафиксирована очень сильная степень засоренности – 830 экз./м<sup>2</sup> и 83,3 % проективного покрытия с доминированием сорных растений, характеризующихся многолетним циклом развития (74,3 %). Индекс NDVI – 0,53 и 0,75 соответственно в 2017 и 2018 годах. Выявленные отличия в начальной засоренности делянок с яровой пшеницей определили различия в динамике индекса NDVI, обусловленные и разной густотой стеблестоя культурных растений (542 и 294 стеблей/м<sup>2</sup>).

При нормальной густоте стеблестоя яровой пшеницы и сильной засоренности с преобладанием малолетних видов, как это было в 2017 году, вегетационный индекс постепенно увеличивался независимо от гербицидной обработки (табл. 1). В фазе колошения значения NDVI составили 0,68 и 0,73, а значит, по сравнению с фазой кушения, увеличились на одну и ту же величину – 0,18.

В изреженных делянках опыта 2018 года, вследствие продолжительного засушливого периода, пришедшего на начальное развитие яровой пшеницы, а также очень сильной засоренности с преобладанием многолетников, динамика в вариантах с применением гербицида была иной, чем без обработки. Если мероприятий, направленных на снижение засоренности не проводили, то индекс NDVI в течение первой половины вегетации яровой пшеницы оставался без изменений (0,76 и 0,73 в фазах кушения и цветения). В результате гербицидной обработки и освобождения значительной части поверхности почвы от вегетирующей растительности индекс снижался с 0,73 в фазе кушения до 0,39 выходе в трубку. Последующее повышение индекса фиксировали в межфазный период (колошение – цветение), что было связано с увеличением вегетативной массы растений (табл. 2).

С возрастанием доз азотных удобрений отмечается тенденция к увеличению NDVI во все фазы вегетации независимо от засоренности посева, так как активно потребляют азот как культурные, так и сорные растения. Различия начинают проявляться с фазы кушения пшеницы, а максимальных значений индекс достигает в середине вегетации культуры. В 2017 году в фазе колошения без азотных удобрений величина индекса оказалась равной 0,64, при внесе-

**Таблица 1.**  
**Динамика индекса NDVI по фазам вегетации яровой пшеницы в вариантах с разной нормой высева, дозами азотных удобрений и применения гербицида (2017)**

Вариант			NDVI			
доза азотных удобрений, кг д.в./га	норма высева, млн всх. семян/га	гербицид, кг/га	кущение	выход в трубку	колошение	цветение
0			0,53	0,65	0,68	0,64
60	5		0,55	0,67	0,77	0,71
120		0	0,60	0,70	0,82	0,80
0			0,51	0,65	0,65	0,61
60	6		0,54	0,65	0,71	0,71
120			0,54	0,65	0,77	0,79
	Среднее		0,55	0,66	0,73	0,71
0			0,47	0,54	0,60	0,57
60	5		0,50	0,58	0,69	0,64
120		0,135	0,50	0,62	0,74	0,71
0			0,46	0,56	0,61	0,60
60	6		0,53	0,57	0,67	0,66
120			0,55	0,65	0,77	0,81
	Среднее		0,50	0,59	0,68	0,66

**Таблица 2.**  
**Динамика индекса NDVI по фазам вегетации яровой пшеницы в вариантах с разной нормой высева, дозами азотных удобрений и применения гербицида (2018)**

Вариант			NDVI			
доза азотных удобрений, кг д.в./га	норма высева, млн всх. семян/га	гербицид, кг/га	кущение	выход в трубку	колошение	цветение
0			0,72	0,73	0,63	0,69
60	5		0,75	0,79	0,64	0,70
120		0	0,79	0,78	0,71	0,72
0			0,73	0,71	0,67	0,72
60	6		0,79	0,74	0,77	0,73
120			0,79	0,76	0,77	0,79
	Среднее		0,76	0,75	0,70	0,73
0			0,74	0,38	0,29	0,56
60	5		0,70	0,35	0,36	0,53
120		0,135	0,71	0,43	0,46	0,58
0			0,76	0,37	0,32	0,54
60	6		0,74	0,37	0,45	0,62
120			0,73	0,41	0,48	0,63
	Среднее		0,73	0,39	0,39	0,58

нии 60 и 120 кг д.в./га – 0,71 и 0,78, а в 2018 году – 0,48, 0,56 и 0,61 соответственно.

Для управления питательным режимом яровой пшеницы практическое значение имеют данные индекса, полученные на фоне гербицидной обработки, не испытывающие на себе влияние сорной растительности. На их основе принимаются решения о своевременном проведении подкормки к фазе выхода в трубку. Значения NDVI этого периода

развития пшеницы в неудобренном варианте, имеющем дефицит азота, составляли 0,55 и 0,38 соответственно в условиях нормального и изреженного по густоте стеблестоя культурных растений посева.

Нормой высева определяется густота посева, оказывающая влияние на индекс вегетирующей растительности NDVI. Следует отметить, что отличия норм высева 5 и 6 млн всх. семян/га, по значению NDVI оказались минимальными и недостоверными на протяжении всего периода его замеров. На фоне применения гербицида небольшое преимущество просматривалось при большей норме высева.

Определяющее влияние засоренности на индекс NDVI и его динамику нашло подтверждение при статистической обработке данных. По результатам дисперсионного анализа на долю этого фактора приходилось 8,5...48,1 %, азотных удобрений – 2,7...21,6 %, нормы высева – 0,1...0,8 %.

Корреляционный анализ показал наличие тесных и статистически значимых прямых зависимостей урожая зерна от показаний прибора GreenSeeker в более поздние фазы развития культуры. Согласно полученным за годы исследований коэффициентам корреляции (0,84 и 0,80, при  $P \leq 0,95$ ), достоверный прогноз урожайности осуществим в фазе колошения, но только с применением гербицида. В дополнение к этому, фактические значения сухой надземной массы культуры, полученные в течение периода вегетации яровой пшеницы, объясняют динамику индекса NDVI в варианте с гербицидной обработкой. Они связаны между собой существенными положительными коэффициентами корреляции как по данным 2017 (0,42, 0,68 и 0,73), так и 2018 года (0,77, 0,60 и 0,48 соответственно в фазы выхода в трубку, колошения и цветения).

**Выводы.** Оптические свойства посевов яровой пшеницы определяются степенью и типом засоренности, а также внесением азотных удобрений. Влияние нормы высева на спектральные характеристики посева незначительно. При гербицидной обработке и освобождении значительной части поверхности почвы от сорной растительности индекс NDVI снижается, а при внесении азотных удобрений увеличивается, вследствие нарастания надземной массы культурных и сорных растений. На фоне гербицидной обработки можно корректировать питательный режим, используя азотные подкормки и достаточно точно прогнозировать урожайность яровой пшеницы, с учетом значений NDVI в фазах выхода в трубку и колошения.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Буховец, А.Г. Моделирование динамики вегетационного индекса NDVI озимой пшеницы в условиях ЦФО / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, Е.И. Костенко и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11. – № 2. – С. 186–199.
2. Панеш, А.Х. Прогнозирование урожайности озимой пшеницы на основе сервисов геоинформационных систем / А.Х. Панеш, Г.В. Цалов // Вестник АГУ. – 2017. – № 4. – С. 175–180.
3. Смук, В.В. Дистанционный мониторинг засоренности посадок картофеля в периоды до и после появления всходов / В.В. Смук, А.М. Шпанев // Агрофизика. – 2019. – № 4. – С. 46–53.

4. Степанов, А.С. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе данных дистанционного зондирования Земли (на примере сои) / А.С. Степанов // Вычислительные технологии. – 2019. – Т. 24. – № 6. – С. 125–133.
5. Сторчак, И.Г. Связь урожайности посевов озимой пшеницы с NDVI для отдельных полей / И.Г. Сторчак, Е.О. Шестакова, Ф.В. Ерошенко // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 6. – С. 64–68.
6. Терехин, Э.А. Сезонная динамика проективного покрытия растительности агроэкосистем на основе спектральной спутниковой информации / Э.А. Терехин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16. – № 4. – С. 111–123.
7. Фесенко, М.А. Фотометрическая экспресс-диагностика минерального питания и фитосанитарного состояния посевов зерновых культур / М.А. Фесенко, А.М. Шпанев // Агрофизика. – 2019. – № 2. – С. 54–63.
8. Шпаар, Д. Точное сельское хозяйство / Д. Шпаар, В.А. Захаренко, В.П. Якушев и др. – С-Пб: Санкт-Петербургское социально-реабилитационное предприятие «Павел», 2009. – 397 с.
9. Якушев, В.П. Информационное обеспечение точного земледелия / В.П. Якушев, В.В. Якушев. – С-Пб.: ПИЯФ, 2007. – 384 с.
10. Verhulst, N. The normalized difference vegetation index (NDVI) GreenSeekerTM handheld sensor / N. Verhulst, B. Govaerts // Toward the integrated evaluation of crop management. Part A: Concepts and case studies. – Mexico, 2010. – 14 p.
11. Voropaev, V. Remote means and methods of definition of homogeneous technological areas for precision management of mineral nutrition and phytosanitary condition of agrocenosis / V. Voropaev, A. Shpanev, P. Lekomtsev et al. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2019. – Т. 19. – № 2–2. – С. 605–615.
2. Panesh, A.H. Prognozirovanie urozhajnosti ozimoy pshenicy na osnove servisov geoinformacionnyh sistem / A.H. Panesh, G.V. Calov // Vestnik AGU. – 2017. – № 4. – С. 175–180.
3. Smuk, V.V. Distancionnyj monitoring zasorennosti posadok kartofelya v periody do i posle poyavleniya vskhodov / V.V. Smuk, A.M. Shpanev // Agrofizika. – 2019. – № 4. – С. 46–53.
4. Stepanov, A.S. Prognozirovanie urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya Zemli (na primere soi) / A.S. Stepanov // Vychislitel'nye tekhnologii. – 2019. – Т. 24. – № 6. – С. 125–133.
5. Storchak, I.G. Svyaz' urozhajnosti posevov ozimoy pshenicy s NDVI dlya otdel'nyh polej / I.G. Storchak, E.O. Shestakova, F.V. Eroshenko // Agrarnyj vestnik Urala. – 2018. – № 6. – С. 64–68.
6. Terekhin, E.A. Sezonnaya dinamika proektivnogo pokrytiya rastitel'nosti agroekosistem na osnove spektral'noj sputnikovoj informacii / E.A. Terekhin // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2019. – Т. 16. – № 4. – С. 111–123.
7. Fesenko, M.A. Fotometricheskaya ekspress-diagnostika mineral'nogo pitaniya i fitosanitarnogo sostoyaniya posevov zernovyh kul'tur / M.A. Fesenko, A.M. Shpanev // Agrofizika. – 2019. – № 2. – С. 54–63.
8. Shpaar, D. Tochnoe sel'skoe hozyajstvo / D. Shpaar, V.A. Zaharenko, V.P. Yakushev i dr. – S-Pb: Sankt-Peterburgskoe social'no-reabilitacionnoe predpriyatie «Pavel», 2009. – 397 s.
9. Yakushev, V.P. Informacionnoe obespechenie tochnogo zemledeliya / V.P. Yakushev, V.V. Yakushev. – S-Pb.: PI-YAF, 2007. – 384 s.
10. Verhulst, N. The normalized difference vegetation index (NDVI) GreenSeekerTM handheld sensor / N. Verhulst, B. Govaerts // Toward the integrated evaluation of crop management. Part A: Concepts and case studies. – Mexico, 2010. – 14 p.
11. Voropaev, V. Remote means and methods of definition of homogeneous technological areas for precision management of mineral nutrition and phytosanitary condition of agrocenosis / V. Voropaev, A. Shpanev, P. Lekomtsev et al. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2019. – Т. 19. – № 2–2. – С. 605–615.

**LIST OF SOURCES**

1. Buhovec, A.G. Modelirovanie dinamiki vegetacionnogo indeksa NDVI ozimoy pshenicy v usloviyah CFO / A.G. Buhovec, E.A. Semin, E.I. Kostenko i dr. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – Т. 11. – № 2. – С. 186–199.

**С.М. Хамурзаев, кандидат сельскохозяйственных наук**  
 Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
 РФ, 366021, Чеченская Республика, п. Гикало, ул. Ленина, 1  
 Чеченский государственный университет  
 РФ, 364093, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. А. Шерипова, 32  
**И.М. Анасов, младший научный сотрудник**  
**А.А. Мадаев, младший научный сотрудник**  
 Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
 РФ, 366021, Чеченская Республика, п. Гикало, ул. Ленина, 1  
 E-mail: salman-x1959@mail.ru

УДК 634.11:631:541.11

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/38-39

## ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ НА СЛАБОРОСЛОМ ПОДВОЕ М-9 В УСЛОВИЯХ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*В статье дается сравнительный анализ по продуктивности, плодообразованию и интенсивности роста деревьев интродуцированных сортов яблони. Работу проводили на базе коллекционных насаждений яблони опытного поля Чеченского НИИСХ. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный с подстилающим галечником, содержание гумуса в пахотном слое — 3,9%. Климат умеренно-континентальный. Рельеф ровный, низменный. Температурные условия Чеченской Республики отличаются большим разнообразием. Средняя годовая температура воздуха 10,4°C, минимальная температура — минус 28°C, максимальная — 42°C. Объекты исследований — десять сортов яблони отечественной и зарубежной селекции: Ред Чиф, Энтерпрайз, Флорина, Морден Дуфт, Джонаголд, Пинк Леди, Лигол, Румянец альпиниста, Голден Би, Ренет Симиренко. При постановке опыта руководствовались программой и методикой коллекционного сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, а также методикой исследований в садоводстве. Подвой М-9, широко используемый в южных регионах нашей страны, обеспечивает относительную долговечность деревьев и их высокую продуктивность. Также представляет интерес изучение приспособленности карликовых яблонь на этом подвое и в орошаемых интенсивных садах. На основании многолетних исследований мы рекомендуем для орошаемых интенсивных садов Чеченской Республики и сходных по климату регионов все вышеперечисленные сорта за исключением Морден Дуфт, Джонаголд, Лигол. Их можно выращивать, но в ограниченных масштабах.*

**Ключевые слова:** яблоня, сорт, клоновый подвой, слаборослый подвой, интенсивный сад, Чеченская Республика.

**S.M. Khamurzaev, PhD in Agricultural sciences**  
 Chechen Research Institute of Agriculture  
 RF, 366021, Chechenskaya Respublika, p. Gikalo, ul. Lenina, 1  
 Chechen State University  
 RF, 364093, Chechenskaya Respublika, g. Groznyj, ul. A. Sheripova, 32  
**I.M. Anasov, junior researcher**  
**A.A. Madaev, junior researcher**  
 Chechen Research Institute of Agriculture  
 RF, 366021, Chechenskaya Respublika, p. Gikalo, ul. Lenina, 1  
 E-mail: salman-x1959@mail.ru

## STUDY OF A NEW APPLE TREES VARIETIES ON A WEAKLY GROWING STOCK M-9 IN CHECHEN REPUBLIC CONDITIONS

*The article provides a comparative analysis of productivity, fruit formation and growth rate of introduced apple varieties trees. The work was carried out on the basis of collection apple plantations of the Chechen Research Institute of Agriculture experimental field. The soil of the experimental site is leached chernozem with underlying gravel, the humus content in the arable layer is 3.9%. The climate is moderate continental. The relief is flat and low. The temperature conditions of the Chechen Republic are very diverse. The average annual air temperature is 10.4°C, the minimum temperature is — 28°C, and the maximum is 42°C. The research objects are ten apple varieties of domestic and foreign selection: Red Chief, Enterprise, Florina, Morden Duft, Jonagold, Pink Lady, Ligol, Rumyanets alpinista, Golden Bee, Renet Simirenko. In experimentation were guided by the program and methodology of collection variety study of fruit, berry and nut crops, as well as the methodology of research in horticulture. The stock M-9, which is widely used in the southern regions of our country, ensures the relative durability of trees and their high productivity. It is also of interest to study the biological fitness of dwarf apple trees on this rootstock and in intensive irrigated orchards. Based on the long-term researches we recommend all of the above varieties for irrigated intensive gardens of the Chechen Republic and regions similar in climate, with the exception of Morden Duft, Jonagold, Ligol. They can be grown, but on a limited scale.*

**Key words:** apple tree, variety, clonal rootstock, low-growth rootstock, intensive garden, Chechen Republic.

Почти все клоновые подвои яблони — южного происхождения, поэтому эта культура надежна только в южных и юго-западных районах. [2, 6] Важнейшее требование, определяющее значение клоновых подвоев — экологическая приспособленность к природным условиям района, особенно

устойчивость (иммунность) к неблагоприятным факторам (морозы, засухи, избыточное увлажнение), ограничивающим рост и развитие плодовых растений.

Подвой М-9, широко используемый в южных регионах нашей страны, обеспечивает относитель-

ную долговечность деревьев и их высокую продуктивность. [4, 5]

Также представляет интерес изучение приспособленности карликовых яблонь на этом подвое и в орошаемых интенсивных садах.

Цель исследований – сравнить сорта яблони по уровню продуктивности и сопоставить плодообразование с интенсивностью роста дерева.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили на базе коллекционных насаждений яблони опытного поля Чеченского НИИСХ.

Объекты изучения – десять сортов яблони отечественной и зарубежной селекции. В опыте руководствовались программой и методиками коллекционного сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур и исследований в садоводстве. [1, 3]

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный с подстилающим галечником, содержание гумуса в пахотном слое – 3,9 %.

Климат умеренно-континентальный. Рельеф ровный, низменный. Температурные условия Чечни отличаются большим разнообразием. Средняя годовая температура воздуха 10,4°C, минимальная температура – минус 28°C, максимальная – 42°C.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучали сорта яблони: *Ред Чиф*, *Энтерпрайз*, *Флорина*, *Морден Дуфт*, *Джонаголд*, *Пинк Леди*, *Лигол*, *Румянец альпиниста*, *Голден Би*, *Ренет Симиренко*. Ежегодно отмечали начало и конец цветения, степень цветения, сроки опадения завязей и другие показатели. С 2017 года, когда деревья вступили в пору полного плодоношения, измеряли поперечное сечение штамба и рассчитывали его прирост, определяли индекс продуктивности роста (ИПР), который характеризует уровень преобладания продуктивности над ростом в использовании ресурсов питания дерева.

На наш взгляд, ИПР более точно отражает плодоношение дерева, чем предлагаемая некоторыми исследователями удельная продуктивность (отношение суммарного урожая к толщине штамба), так как последняя не учитывает возрастные изменения проводящей функции ксилемы.

Исследованные сорта с учетом данных по росту и продуктивности деревьев разделили на несколько групп (см. таблицу).

Выявлено, что сорта *Ред Чиф*, *Энтерпрайз*, *Флорина* при относительно слабом росте характеризуются высокой урожайностью и выравненностью. Особенно ярко эта способность выражена в индексах продуктивности роста. Компактную группу по продуктивности представляют четыре сорта: *Пинк Леди*, *Румянец альпиниста*, *Голден Би* и *Ренет Симиренко*, последний на протяжении всех лет наблюдений выделялся слабым ростом и хорошим урожаем, крупными плодами. У сортов *Морден Дуфт*, *Джонаголд* и *Лигол* отмечена тенденция к сильному вегетативному росту, которая явно превалирует над плодоношением.

Рост и продуктивность деревьев на подвое М-9

Сорт	Поперечное сечение штамба, см <sup>2</sup>			Индекс продуктивности роста	Средняя урожайность за четыре года, т/га
	на 1 мая 2017 г.	на 1 октября 2020 г.	прирост		
<i>Ред Чиф</i>	29,3	33,5	4,2	4,2	28,6
<i>Энтерпрайз</i>	34,4	41,7	7,3	4,5	29,9
<i>Флорина</i>	28,4	32,6	4,2	5,3	26,6
<i>Морден Дуфт</i>	41,1	51,1	10,0	1,0	21,3
<i>Джонаголд</i>	44,3	54,1	9,8	1,0	23,6
<i>Пинк Леди</i>	21,1	26,9	5,8	2,6	19,7
<i>Лигол</i>	36,3	45,1	8,8	0,7	20,4
<i>Румянец альпиниста</i>	25,7	32,5	6,8	2,3	23,9
<i>Голден Би</i>	28,6	36,6	7,9	2,3	22,6
<i>Ренет Симиренко</i>	35,3	39,6	4,2	3,6	24,8
НСР <sub>05</sub>					2,2

**Выводы.** На основании многолетних исследований мы рекомендуем для орошаемых интенсивных садов Чеченской Республики и сходных по климату регионов все вышеперечисленные сорта за исключением *Морден Дуфт*, *Джонаголд*, *Лигол*. Их можно выращивать в этих условиях, но в ограниченных масштабах.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волков, Ф.А. Методика исследований в садоводстве / Ф.А. Волков. – М.: Изд-во ВСТИСП, 2005. – 94 с.
2. Колесников, В.А. Плодоводство/В.А. Колесников. – М.: «Колос», 1979. – С. 203–204.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел, 1999. – 607 с.
4. Седов, Е.Н. Интенсивный яблоневый сад на слаброслых подвоях / Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, А.А. Муравьев и др. – Орел: ВНИИСПК, 2009. – 175 с.
5. Седов, Е.Н. Селекция и новые сорта яблони / Е.Н. Седов. – Орел: ВНИИСПК, 2011. – 624 с.
6. Тихомиров, Ф.К. Особенности изучения сортов яблони на слаброслых подвоях / Ф.К. Тихомиров, А.И. Ходько// Садоводство и виноградарство. – 2013. – № 3. – С. 13–14.

### LIST OF SOURCES

1. Volkov, F.A. Metodika issledovaniy v sadovodstve / F.A. Volkov. – M.: Izd-vo VSTISP, 2005. – 94 s.
2. Kolesnikov, V.A. Plodovodstvo/V.A. Kolesnikov. – M.: «Kolos», 1979. – S. 203–204.
3. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / pod. red. E.N. Sedova i T.P. Ogol'covej. – Orel, 1999. – 607 s.
4. Sedov, E.N. Intensivnyy yablonevyj sad na slaboroslyh podvoyah / E.N. Sedov, N.G. Krasova, A.A. Murav'ev i dr. – Orel: VNIISPK, 2009. – 175 s.
5. Sedov, E.N. Selekcija i novye sorta yabloni / E.N. Sedov. – Orel: VNIISPK, 2011. – 624 s.
6. Tihomirov, F.K. Osobennosti izucheniya sortov yabloni na slaboroslyh podvoyah / F.K. Tihomirov, A.I. Hod'ko// Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2013. – № 3. – S. 13–14.

Т.Г. Дахно, *старший научный сотрудник*  
 О.А. Дахно, *кандидат сельскохозяйственных наук*  
 Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
 РФ, 684033, Камчатский край, Елизовский р-н, с. Сосновка, ул. Центральная, 4  
 E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

УДК 634.75:631.524.85

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/40-43

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ КРУПНОПЛОДНОЙ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВУ ПЛОДОВ

В статье представлен сравнительный анализ экологической пластичности и стабильности сортов земляники крупноплодной в условиях Камчатского края. В результате статистического и регрессионного анализов определены сорта с высокой экологической пластичностью продуктивности ( $b_i > 1$ ) и положительной реакцией на улучшение условий выращивания, отнесенные к интенсивному типу: Первокласница, Атлас, Гренада, Японка, Фестивальная ромашка, Галина, Фруктовая; с низкой пластичностью ( $b_i < 1$ ) – экстенсивного типа: Солнечная полянка, Коррадо, Венгерка. Особую ценность представляют наиболее стабильные по продуктивности сорта интенсивного типа Галина и Фруктовая. Установлена положительная корреляция значительной силы между продуктивностью сортов земляники и коэффициентами стабильности ( $r = 0,7$ ) и пластичности ( $r = 0,6$ ), что характеризует эффективность их использования при оценке адаптивности сортов. Выделены высоковитаминные, со средней массой ягоды не ниже 7,0 г, наиболее экологически пластичные и стабильные по содержанию витамина С сорта: Атлас, Фейерверк, Первокласница, Фруктовая. Комплексная оценка параметров адаптивности по продуктивности и качеству плодов (содержание витамина С, растворимых сухих веществ, сахарокислотный коэффициент) установила, что наибольшей экологической пластичностью и стабильностью обладают высоковитаминные сорта интенсивного типа: Первокласница и Фруктовая.

**Ключевые слова:** земляника, сорт, экологическая пластичность, стабильность, адаптивность, продуктивность, биохимический состав, Камчатский край.

T.G. Dakhno, *senior researcher*  
 O.A. Dakhno, *PhD in Agricultural sciences*  
 Kamchatka Research Institute of Agriculture  
 RF, 684033, Kamchatskij kraj, Elizovskij r-n, s. Sosnovka, ul. Central'naya, 4  
 E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

## ASSESSMENT OF A LARGE-FRUITED STRAWBERRY VARIETIES ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY IN TERMS OF PRODUCTIVITY AND FRUIT QUALITY

The article presents a comparative analysis of the ecological plasticity and stability of large-fruited strawberry varieties in the conditions of the Kamchatka region. As a result of statistical and regression analyses, varieties with high ecological plasticity of productivity ( $b_i > 1$ ) and a positive response to improved growing conditions were identified, classified as intensive type: Pervoclassniza, Atlas, Japonka, Grenada, Festivalnay romashka, Galina, Fructovay; with low plasticity ( $b_i < 1$ ) – extensive type: Solnechnay polaynka, Corrado, Wengerca. Of particular value are the most stable in terms of productivity varieties of intensive type Galina and Fruit. A positive correlation of significant strength between the productivity of strawberry varieties and the coefficients of stability ( $r = 0,7$ ) and plasticity ( $r = 0,6$ ) was established, which shows the effectiveness of their use in assessing the adaptability of varieties. High-vitamin varieties with an average berry weight of at least 7,0g, the most environmentally plastic and stable in vitamin C content, were identified: Atlas, Firework, Pervoclassniza, Fructovay. A comprehensive assessment of the parameters of adaptability in terms of fruit productivity and quality (vitamin C content, soluble solids, sugar-acid coefficient) established that the highest ecological plasticity and stability are possessed by high-vitamin varieties of intensive type Pervoclassniza and Fructovay.

**Key words:** strawberry, variety, ecological plasticity, stability, adaptability, productivity, biochemical composition, Kamchatka region.

Земляника крупноплодная или садовая (*Fragaria ananassa* Duch.) – одна из наиболее распространенных ягодных культур в мире. На ее долю приходится свыше 70 % общемирового производства ягод, благодаря высокой экологической пластичности, урожайности и ценным пищевым качествам. Различная стратегия приспособления к воздействию абиотических и биотических факторов среды позволила землянике распространиться в разных климатогеографических зонах. [2, 12, 11] Ее виды, и даже роды, характеризуются широкой или узкой амплитудой пластичности. Отмечено, что распространенные виды наиболее изменчивые. При этом, каждый из них имеет определенные пределы ам-

плитуды пластичности и чем она шире, тем совершеннее приспособляемость к различным факторам внешней среды. Экологическую пластичность растений определяют, как способность приспосабливаться к изменяющимся условиям произрастания, а сортов – давать высокий и качественный урожай в разных почвенно-климатических и агротехнических условиях. В изложении В.А. Зыкина с соавторами это понятие трактуется, как способность стабильно формировать высокий, относительно других сортов или гибридов, урожай генетически обусловленного качества в широком ареале и при достаточном разнообразии погодных и агротехнических условий. [6] Пластичность, то есть способ-

ность к изменчивости признаков, а также стабильность их под действием экологических факторов считают неотъемлемыми свойствами адаптивности. Поэтому наряду с величиной и качеством продуктивности необходимо учитывать адаптивность и стабильность их формирования под действием экологических факторов. [4] Использование адаптивных экологически пластичных сортов позволит повысить устойчивость и продуктивность многолетних земляничных насаждений, обеспечить население северной территории свежими высоковитаминными продуктами питания.

Цель работы – оценить экологическую пластичность и стабильность сортов земляники крупноплодной по продуктивности, содержанию витамина С, растворимых сухих веществ, сахаров и кислотности плодов в условиях Камчатского края.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на экспериментальном участке Камчатского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2012–2016 годах. Объектом изучения служили 24 сортообразца земляники крупноплодной (*Fragaria ananassa* Duch.) различного генетического и эколого-географического происхождения. В качестве стандарта использовали районированный сорт *Фестивальная*. Опыт заложен весной 2011 года, схема посадки – 0,9x0,3 м. Почва охристая, вулканическая. Предшественник – чистый пар. Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта:  $P_2O_5$ -7,50,  $K_2O$ -30,0 мг/100 г почвы,  $CaO$ -4,40,  $MgO$ -0,48,  $Hg$ -8,28 мг-экв/100 г почвы,  $pH_{сол.}$ -4,75.

Метеорологические условия в годы исследований различались по тепло- и влагообеспеченности. Наиболее неблагоприятными погодными условиями характеризовались 2012, 2013 и 2014 годы – недостаточное количество осадков и высокие температуры в летний период и суровые зимы 2011–2012 и 2013–2014 годов. Благоприятное соотношение тепла и влаги для роста и развития растений земляники сложилось в 2015 и 2016 годах.

Продуктивность и среднюю массу ягоды оценивали в 2012–2016 годах по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999). При расчете коэффициента адаптивности (К.А.) использовали метод Л.А. Животкова [3], сравнивая конкретную продуктивность каждого из испытуемых сортов со средней продуктивностью по годам. Определяли биохимический состав ягод земляники в соответствии «Методике биохимического исследования растений» (Ленинград, 1987) в 2012–2015 годах. Параметры экологической пластичности ( $b_i$ ) и стабильности ( $S_i^2$ ) оценивали по методике S.A. Eberchart и W.A. Russel в изложении В.А. Зыкина. [5]

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Продуктивность сорта – наследуемый, генетически закрепленный признак, но несмотря на это и то обстоятельство, что земляника отличается высокой экологической приспособляемостью, ее продуктивность в значительной степени определяется

условиями выращивания. [8] Наиболее высокие показатели получены у сортов: *Атлас*, *Венгерка*, *Коррадо*, *Солнечная полянка*, *Динамовка*, *Гренада*, *Галина*, *Фестивальная ромашка*, *Первоклассница*, *Фруктовая*, *Японка*, превысившие среднюю продуктивность всей совокупности испытуемых сортов (91,6 г/куст) на 6,0...148,6 г/куст (табл. 1). Достоверное увеличение урожайности относительно стандарта отмечено у сортов *Японка* и *Фруктовая* (на 150,6 и 91,8 г/куст соответственно). По коэффициентам пластичности ( $b_i$ ) и стабильности ( $S_i^2$ ) выявили реакцию сортов с наибольшими значениями продуктивности на изменение условий внешней среды. Высокой пластичностью ( $b_i > 1$ ) и положительной реакцией на улучшение условий выращивания, характеризовались сорта, отнесенные к интенсивному типу: *Первоклассница*, *Атлас*, *Гренада*, *Японка*, *Фестивальная ромашка*, *Галина*, *Фруктовая*. Низкой пластичностью ( $b_i < 1$ ) и слабой реакцией, что свойственно сортам экстенсивного типа, отличались сорта: *Солнечная полянка*, *Коррадо*, *Венгерка*. Полное соответствие продуктивности изменению условий выращивания установлено у сорта *Динамовка* ( $b_i = 1,0$ ). К наиболее стабильным и высокопродуктивным сортам интенсивного типа относятся: *Галина* ( $b_i = 2,2$ ;  $S_i^2 = 303,3$ ) и *Фруктовая* ( $b_i = 3,2$ ;  $S_i^2 = 326,4$ ). Исследования показали наличие положительной корреляции значительной силы между продуктивностью сортов земляники и коэффициентами стабильности ( $r = 0,7$ ) и пластичности ( $r = 0,6$ ), что подтверждает эффективность их использования при оценке адаптивности сортов.

Максимальной отзывчивостью на изменение условий выращивания ( $b_i = 1,4...2,8$ ) по массе ягоды характеризовались продуктивные сорта: *Коррадо*, *Японка*, *Фестивальная ромашка*, *Фруктовая*, *Первоклассница*, *Болгарский великан*, *Венгерка*, *Атлас*. В этой группе наиболее высокую стабильность проявили сорта: *Коррадо* ( $S_i^2 = 1,3$ ), *Первоклассница* ( $S_i^2 = 1,7$ ), *Атлас* ( $S_i^2 = 2,3$ ), *Фестивальная ромашка* ( $S_i^2 = 3,8$ ); низкую – *Японка* ( $S_i^2 = 33,3$ ). Сильной реакцией на факторы среды и высокой стабильностью отличались сорта с крупными плодами – *Венгерка* ( $b_i = 2,4$ ;  $S_i^2 = 6,3$ ) и *Болгарский великан* ( $b_i = 2,0$ ;  $S_i^2 = 4,4$ ). Расчеты корреляционной зависимости выявили положительную связь между средней массой ягоды и коэффициентами регрессии ( $b_i$ ) и стабильности ( $S_i^2$ ) соответственно высокой ( $r = 0,8$ ) и средней силы ( $r = 0,6$ ). Коэффициент адаптивности, превышающий 1,0, отмечен у сортов: *Атлас*, *Венгерка*, *Коррадо*, *Динамовка*, *Галина*, *Гренада*, *Фестивальная ромашка*, *Солнечная полянка*, *Первоклассница*, *Фруктовая*, *Японка*, характеризующий их высокую степень адаптивности.

Содержание витамина С в значительной степени определяет пищевую ценность плодов земляники и зависит от условий и способов выращивания культуры. [10] Анализ фактических данных подтвердил, что большинство сортов относится к высоковитаминным (витамин С > 80,0 мг %), исключение составили *Японка*, *Фейерверк* и *Галина* (табл. 2). Оценивая экологическое соответствие сортов к условиям выращивания, следует отметить, что высокой отзывчивостью на изменение условий по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты характеризо-

**Таблица 1.**  
**Параметры экологической пластичности и адаптивности сортов земляники по продуктивности и средней массе ягоды**

Сортообразец	Продуктивность				Средняя масса ягоды		
	г/куст	$b_i$	$S_i^2$	К.А.	г	$b_i$	$S_i^2$
Фестивальная (st)	89,6	0,8	636,1	0,99	5,7	0,7	1,8
Анастасия	73,2	0,3	792,7	0,89	7,9	1,2	7,6
Атлас	97,6	1,3	2180,9	1,04	8,7	2,8	2,3
Белруби	56,6	0,7	2347,6	0,60	6,3	1,1	1,4
Болгарский великан	81,4	0,9	126,4	0,89	10,3	2,0	4,4
Венгерка	97,6	0,8	567,1	1,11	13,2	2,4	6,3
Галина	124,0	2,2	303,3	1,23	7,8	0,6	1,4
Гибрид 0-1	31,8	0,8	621,6	0,30	5,2	0,8	10,0
Гренада	119,6	1,5	2941,8	1,26	5,9	0,5	2,9
Динамовка	105,0	1,0	969,9	1,18	7,5	0,9	1,6
Киевская распутиха	39,0	0,5	1053,4	0,40	5,7	0,1	0,9
Корона	30,0	0,8	72,3	0,27	3,9	0,1	2,9
Коррадо	100,0	0,6	1408,6	1,16	7,7	1,4	1,3
Лидия Норвежская	47,8	0,4	423,8	0,55	4,2	0,9	2,5
Марышка	84,2	1,0	1379,1	0,91	5,3	0,5	1,2
Первоклассница	125,0	1,2	1374,5	1,39	7,6	1,6	1,7
Русановка	46,8	0,9	4,9	0,46	4,3	0,1	0,4
Солнечная полянка	101,6	-0,2	1993,8	1,33	4,8	0,1	4,4
Удивительная	45,8	1,1	106,6	0,41	3,7	-0,3	3,6
Фейерверк	70,6	0,4	1901,4	0,84	7,3	1,4	1,71
Фестивальная ромашка	124,6	1,9	2481,9	1,30	8,8	1,4	3,8
Фея	83,8	0,4	24,6	1,00	4,5	0,8	0,2
Фруктовая	181,4	3,2	326,4	1,80	7,9	1,5	11,5
Японка	240,2	1,7	7433,3	2,73	13,5	1,4	33,3
Среднее по сортам	91,6				7,0		
НСР <sub>05</sub>	53,8						

валились высоковитаминные сорта: *Корона*, *Атлас*, *Русановка*, *Первоклассница*, *Фруктовая*, *Лидия Норвежская*, *Анастасия*, *Венгерка*, *Киевская распутиха* с коэффициентом регрессии от 1,1 до 2,7. Полное

соответствие признака изменению условий произрастания проявляли сорта: *Коррадо* и *Удивительная* ( $b_i = 1,0$ ), а остальные – свойства сортов экстенсивного типа, отличающихся низкой пластичностью ( $b_i < 1$ ). Стабильность признака показали высоко-витаминные экологически пластичные сорта: *Первоклассница* ( $S_i^2 = 3,4$ ), *Атлас* ( $S_i^2 = 16,5$ ), *Фруктовая* ( $S_i^2 = 30,5$ ), *Фейерверк* ( $S_i^2 = 31,3$ ), с массой ягоды не менее 7,0 г.

Вкус земляники определяется генетическими особенностями сорта и зависит от соотношения в ягодах сахаров, кислот, солей, ароматических соединений. [1] Содержание сахаров варьирует от 6,70 % (*Галина*) до 9,38 % (*Фруктовая*) при средних значениях по всем сортам 7,88 %. Высокой экологической пластичностью ( $b_i = 1,2...2,0$ ) и содержанием сахаров не менее 8,0 % отличаются сорта: *Лидия Норвежская*, *Первоклассница*, *Фея*, *Фруктовая*, *Марышка*, *Солнечная полянка*. Один из важных показателей адаптивности сорта - стабильность биохимического состава плодов. [9] Все исследуемые сорта характеризовались высокой стабильностью по содержанию сахаров ( $S_i^2 = 0,1...6,3$ ) и растворимых сухих веществ ( $S_i^2 = 0,1...4,9$ ).

Качество и вкус плодов в достаточной степени зависят от содержания органических кислот и их кислотности. Плоды земляники с кислотностью 0,6...0,8 % обладают невыраженным пресным вкусом и малопригодны для замораживания. [7] У изучаемых сортообразцов кислотность колеблется от 1,09 (*Динамовка*, *Марышка*, *Фея*) до 1,61 % (гибрид 0-1). Сахарокислотный индекс также отражает вкусовые качества земляники. Наиболее благоприятное сочетание сахара и кислоты (сахарокислотный индекс 6-8) отмечается у сортов: *Фестивальная* (6,0), *Коррадо* (6,1), *Гренада* (6,2),

**Таблица 2.**  
**Экологическая пластичность и стабильность сортов земляники по содержанию витамина С, сахаров и кислотности плодов**

Сортообразец	Витамин С			Сахара			Кислотность		
	мг %	$b_i$	$S_i^2$	%	$b_i$	$S_i^2$	%	$b_i$	$S_i^2$
Фестивальная (st)	91,6	0,3	112,3	8,21	0,9	0,7	1,36	1,7	520,7
Анастасия	88,9	2,5	913,1	7,71	-0,1	2,5	1,15	0,1	538,6
Атлас	82,9	1,2	16,5	7,29	0,8	0,1	1,15	0,3	616,6
Белруби	91,1	0,6	226,1	9,20	0,7	1,5	1,15	0,7	168,4
Болгарский великан	100,2	0,3	417,3	7,53	0,6	0,8	1,29	0,8	62,6
Венгерка	91,9	2,7	111	7,61	1,4	4,9	1,36	1,2	582,6
Галина	78,5	-0,3	220,6	6,70	0,2	0,5	1,36	1,2	570,6
Гибрид 0-1	103,4	0,3	103,4	7,57	1,3	0,5	1,61	2,0	1742,7
Гренада	98,6	0,6	39,6	8,25	0,8	3,9	1,34	1,4	494,5
Динамовка	98,1	-1,3	44,8	7,37	0,6	0,6	1,09	1,1	90,2
Киевская распутиха	98,3	2,7	43	8,43	0,7	6,3	1,12	1,3	99,1
Корона	104,3	1,1	24,9	7,36	1,6	0,2	1,28	0,4	456,7
Коррадо	95,0	1,0	7,1	7,54	0,9	0,6	1,24	1,2	789,5
Лидия Норвежская	94,2	2,4	141,1	8,13	1,2	0,2	1,23	0,9	1476,6
Марышка	96,4	0,7	52,7	8,34	1,6	0,2	1,09	1,1	517,9
Первоклассница	88,2	1,5	3,4	8,41	1,3	0,4	1,30	0,9	534,1
Русановка	99,0	1,3	52	7,50	0,8	1,2	1,46	0,7	1041,6
Солнечная полянка	110,1	0,9	82,5	8,75	2	2,8	1,32	1,4	1314,5
Удивительная	104,2	1,0	1,3	7,68	0,9	0,6	1,34	0,4	1121,5
Фейерверк	72,2	1,2	31,3	7,52	1,9	1	1,36	0,8	451,9
Фестивальная ромашка	102,3	0,8	147,5	7,21	0,8	0,1	1,36	1,0	1021,2
Фея	96,4	0,9	84,2	8,23	1,5	1,3	1,09	1,0	28,9
Фруктовая	115,1	2,0	30,5	9,38	1,6	0,2	1,46	2,2	300,3
Японка	64,7	-0,1	157,4	7,2	1,2	1,3	1,24	0,4	813,9
Среднее по сортам	94,4			7,88			1,28		

*Атлас* (6,3), *Фруктовая* (6,4), *Первоклассница* (6,5), *Лидия Норвежская*, *Солнечная полянка* (6,6), *Анастасия* (6,7), *Динамовка* (6,8), *Киевская распутиха* (7,5), *Фея* (7,6), *Марышка* (7,7), *Белруби* (8,0).

Таким образом, высокой экологической пластичностью и адаптивностью при выращивании земляники садовой в условиях Камчатского края отличаются продуктивные сорта интенсивного типа: *Первоклассница*, *Атлас*, *Гренада*, *Японка*, *Фестивальная ромашка*, *Галина*, *Фруктовая* и низкой пластичностью — экстенсивного: *Солнечная полянка*, *Коррадо*, *Венгерка*. Особую ценность представляют наиболее стабильные по продуктивности сорта интенсивного типа *Галина* и *Фруктовая*. Повышенной экологической пластичностью и стабильностью по содержанию витамина С (при массе плода не ниже средней — 7,0 г) обладают высоковитаминные сорта: *Первоклассница*, *Атлас*, *Фруктовая*, *Фейерверк*. Наибольшей экологической пластичностью и стабильностью по продуктивности и качеству плодов характеризуются высоковитаминные сорта интенсивного типа *Первоклассница* и *Фруктовая*.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Айтжанова, С.Д. Селекционная оценка земляники по вкусу ягод, содержанию растворимых сухих веществ и антоцианов/ С.Д. Айтжанова, В.И. Андронов, Ф.Ф. Сазонов// Плодоводство и ягодоводство России. — 2001. — № 8. — С. 85–89.
2. Акимов, М. Ю. Плоды земляники садовой (*Fragaria x ananassa* Duch.) как ценный источник пищевых и биологически активных веществ (обзор)/ М.Ю. Акимов, И.В. Лукьянчук, Е.В. Жбанова, А.С. Лыжин// Химия растительного сырья. — 2020. — № 1. — С. 5–18.
3. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности»/ Л.А. Животков, З.Н. Морозова, Л.И. Секатуева// Селекция и семеноводство. — 1994. — № 1. — С. 3–6.
4. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика): монография в двух томах/ А.А. Жученко. — М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. — Т. II. — 466 с.
5. Зыкин, В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ. Методические рекомендации/ В.А. Зыкин, В.В. Мешкова, В.А. Сапега. — Новосибирск: Редакционно-полиграфическое объединение СО ВАСХНИЛ, 1984. — 24 с.
6. Рыбась, И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор)/ И.А. Рыбась// Сельскохозяйственная биология. — 2016. — № 5. — С. 616–626.
7. Сазонова, И.Д. Сравнительная оценка биохимического состава свежих и замороженных ягод земляники садовой/ И.Д. Сазонова// Плодоводство и ягодоводство России. — 2017. — № 48 (2). — С. 248–252.
8. Хапова, С.А. Научное обоснование технологии культивирования земляники в Северо-Западном регионе РФ: автореф. дисс....д-ра с.-х. н./ С.А. Хапова. — М. — 2016. — 45 с.
9. Di Vittori, L. Pre-harvest factors influencing the quality of berries/ L. Di Vittori, L. Mazzoni, M.A. Battino, B. Mezzetti// Sci Hort. — 2018. — N. 233. — P. 310–322.
10. Cervantes, L. Stability of Fruit Quality Traits of Different Strawberry Varieties under Variable Environmental Conditions/ L. Cervantes, M.T. Ariza, L. Miranda, D. Lozano, J.J. Medina, C. Soria, E. Martínez-Ferri// Agronomy. — 2020. — N. 10 (9). — 1242 p.
11. Hancock, J.F. Ecological genetics of natural strawberry species/ J.F. Hancock// HortScience. — 1990. — N. 25 (8). — P. 869–871.
12. Mezzetti, B. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world/ B. Mezzetti, F. Giampieri, Y. Zhang, C. Zhong// Journal of Berry Research. — 2018. — N. 8 (3). — P. 205–221.

**В.Т. Синеговская, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ**  
**Е.В. Банецкая, научный сотрудник**  
 Всероссийский научно-исследовательский институт сои  
 РФ, 675027, Амурская обл., г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19  
 E-mail: valsin09@gmail.com

УДК 633.11:631.8:631.445.4:631.524.02

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/44-49

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ ЛУГОВОЙ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ

*Представлены результаты изучения структуры микробных комплексов луговой черноземовидной почвы в динамике по фазам развития пшеницы при действии и последствии удобрений. Исследования проводили в почве длительного стационарного полевого опыта под посевами пшеницы сорта Арюна в 2014, 2016–2018 годах. Выявлено увеличение общей численности микроорганизмов относительно контроля: на 75 % при длительном внесении только азотных удобрений, 40 – азотно-фосфорных, 43 % – азотно-фосфорных совместно с навозом. В луговой черноземовидной почве в условиях длительного системного применения удобрений преобладали бактерии, использующие минеральные источники азота, что свидетельствует о высокой интенсивности минерализационных процессов, которая незначительно снижалась под влиянием удобрений. Пик этих процессов при внесении удобрений был выявлен в фазе выхода в трубку, а при последствии – в фазе кущения пшеницы. Внесение минерального азота в дозе  $N_{30}$  способствовало наибольшему суммарному положительному эффекту в системе с длительным применением только азотных удобрений, при этом наибольшая реакция была у аммонифицирующих бактерий и актиномицетов. Установлена тесная корреляционная зависимость между урожайностью и общей численностью микроорганизмов в фазе кущения пшеницы с удобрениями.*

**Ключевые слова:** микробценоз, аммонификаторы азота, иммобилизаторы азота, луговая черноземовидная почва, удобрения, пшеница.

**V.T. Sinegovskaya, Academician of the RAS, Professor, Honored Scientist of Russia**  
**E.V. Banetskaya, researcher**  
 All-Russian Scientific Research Institute of Soybean  
 RF, 675027, Amurskaya obl., g. Blagoveshchensk, Ignat'evskoe shosse, 19  
 E-mail: valsin09@gmail.com

## INFLUENCE OF LONG FERTILIZERS APPLICATION IN A WHEAT SOWINGS ON MEADOW CHERNOZEM-LIKE SOIL'S MICROFLORA

*The results of meadow chernozem-like soil a microbial complexes structure studying in dynamics according to the wheat development phases under the influence and after effect of fertilizers are presented. The studies were carried out in the soil of a long-term stationary field experiment under wheat sowings varieties Aryuna in 2014, 2016–2018. An increase in the total number of microorganisms relative to the control was revealed: by 75 % with prolonged application of nitrogen fertilizers only, 40 – nitrogen-phosphorus, 43 % – nitrogen-phosphorus in combine with manure. In the meadow chernozem-like soil under conditions of long-term systemic fertilizers application, bacteria using mineral sources of nitrogen predominated it indicates a high intensity of mineralization processes, which slightly decreased under the fertilizers influence. The peak of these processes during the application of fertilizers was detected in the steam-extention phase, and with aftereffect – in the phase of tillering of wheat. With the mineral nitrogen in a  $N_{30}$  dose application the greatest total positive effect was noted in the system with long-term use of nitrogen fertilizers only, while the greatest reaction was in ammonifying bacteria and actinomycetes. A close correlation has been established between the yield and the total number of microorganisms in the phase of tillering of wheat under the action of fertilizers.*

**Key words:** microbocenosis, nitrogen ammonifiers, nitrogen immobilizers, meadow chernozem soil, fertilizers, wheat.

В процессе трансформации органического вещества, поступающего в почву, ведущая роль в агробиологической деятельности принадлежит микроорганизмам. [6, 12] Они не только активно участвуют в формировании плодородия, но и исключительно чутко реагируют на изменения, происходящие в почвенной среде, в том числе и под воздействием антропогенных факторов.

В мировой науке в качестве индикаторов, отражающих уровень биологической активности и экофизиологического состояния микробного сообщества, часто используют показатели численности эколого-трофических групп микроорганизмов, а также соотношения между различными микробиологическими параметрами, такими как коэффициент минерализации. [14–16] Следовательно, его можно применять

в качестве контроля над изменениями почвенно-биотического комплекса в результате длительного внесения удобрений в условиях производства. Изучение влияния удобрений на жизнедеятельность полезной микрофлоры, начатое в середине XX века, остается актуальным и в настоящее время. Мнения ученых о характере этого воздействия различны, так как степень развития микроорганизмов зависит от биотических и абиотических факторов. Большинство исследователей отмечали снижение численности микробного пула, участвующего в трансформации азота, при длительном внесении минеральных удобрений. [1, 3, 5, 9] Получены данные о том, что действие и последствие НРК увеличивает активность эколого-трофических групп микроорганизмов до 14 раз [2, 7, 13], а также использование органичес-

Таблица 1.

Схема длительного стационарного опыта

Вариант	Внесено удобрений за ротацию	Овес	Соя	Пшеница	Соя	Пшеница
Контроль (без удобрений)	—	—	—	—	—	—
Фон 1	$N_{120}$	$N_{60}$	$N_{30}$	$N_{30}$	—	—
2	$N_{120} P_{150}$	$N_{60} P_{30}$	$N_{30} P_{60}$	$N_{30}$	$P_{60}$	—
3	$N_{120} P_{150}$ + навоз 24т	$N_{60} P_{30}$ + навоз 12 т	$N_{30} P_{60}$	$N_{30}$	$P_{60}$ + навоз 12 т	—

ких и органо-минеральных удобрений способствует росту общей численности почвенных микроорганизмов и оптимизирует состав и функционирование микробоценоза. [3, 4, 8, 9]

Степень изученности микробоценоза луговых черноземовидных почв недостаточна [10], особенно в условиях длительного систематического применения минеральных удобрений в сочетании с органическими. Необходимы дополнительные исследования.

Цель работы – изучение структуры микробных комплексов луговой черноземовидной почвы в динамике по фазам развития пшеницы при действии и последствии удобрений.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В длительном стационарном опыте ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, заложенном в 1962–1964 годах, исследовали влияние применения минеральных и органических удобрений на численность основных групп почвенных микроорганизмов в слое 0...20 см под посевами пшеницы сорта *Арюна*, идущей третьей и пятой культурой севооборота (табл. 1).

Действие азотных удобрений изучали в 2014, 2016 годах, последствие – 2017, 2018. Повторность вариантов в опыте трехкратная во времени и в пространстве с общей площадью делянки 180 м<sup>2</sup> при учетной 75 м<sup>2</sup>. Норма высева пшеницы – 6 млн всхожих зерен на 1 га. Из азотных удобрений использовали аммиачную селитру, для борьбы с сорняками применяли гербициды Балерина, СЭ, 0,5 л/га и Магнум, ВДГ, 10 г/га в фазе кушения.

Почва опытного участка луговая черноземовидная маломощная в комплексе со среднемощной. В пахотном слое она характеризуется слабокислой реакцией среды (рН<sub>вод</sub> 6,1), средней величиной обменной и гидролитической кислотности (соответственно рН<sub>сол.</sub> 5,1 ед. и 3,82 мг-экв./100 г почвы), повышенной суммой поглощенных оснований (26,2 мг-экв./100 г почвы). В составе поглощенных катионов преобладают ионы кальция. Степень насыщенности основаниями высокая (85...88 %). Почвы этого типа при сравнительно высоком потенциальном плодородии (содержание валовых N – 0,26 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,23 %, K<sub>2</sub>O – 1,23 %) отличаются низкой концентрацией доступных для питания растений форм азота (N-NO<sub>3</sub> + N-NH<sub>4</sub>) и подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – соответственно 25...42 и 28...32 мг/кг почвы, при очень высоком содержании подвижного K<sub>2</sub>O (170...240 мг/кг). Погодные условия в годы исследования значительно различались (рис. 1).

Показатели среднемесячных температур, за исключением июня, как правило, превышали средне-многолетние. В 2014 году очень жаркая погода сопровождалась минимальным количеством осадков

(258 мм), наибольшее количество (458 мм) выпало в 2018, при среднемноголетнем значении 355 мм. По температурному режиму 2018 год был умеренно теплым, а осадки в июне и июле превышали многолетнюю норму в 1,7...2,2 раза, что отразилось на росте и развитии растений пшеницы, жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Погодные условия 2016–2017 годов были близки к среднемноголетним показателям для региона.

Диагностику численности микроорганизмов эколого-трофических групп выполняли классическим методом – посевом на агаризованную селективную питательную среду различного состава. Численность организмов-аммонификаторов – деструкторов белка различной природы определяли на мясо-пептонном агаре (МПА), амилолитических микроорганизмов – иммобилизаторов легкодоступного углерода, ассимилирующих минеральные формы азота и актиномицетов, на крахмало-аммиачном агаре (КАА). Количество грибов учитывали на среде Чапека. [11] Эффект воздействия удобрений

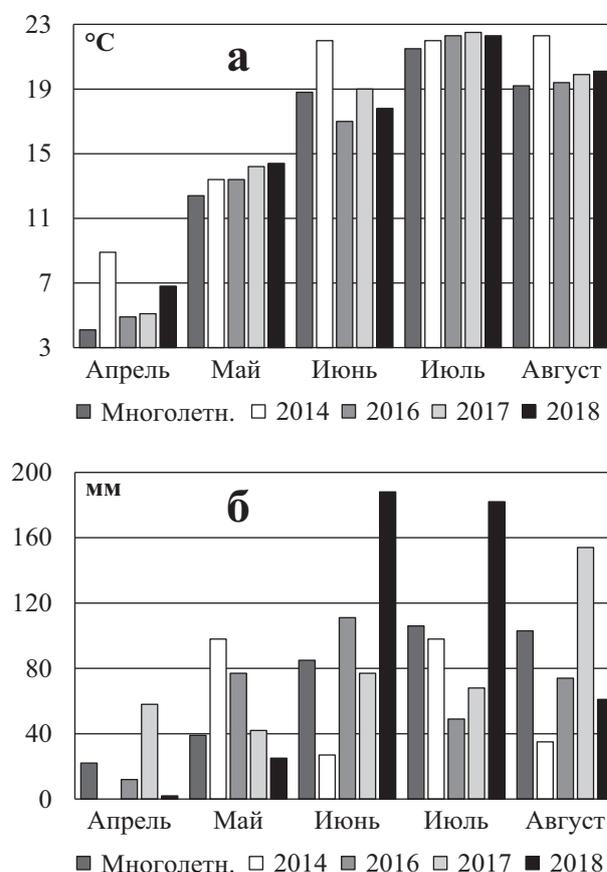


Рис. 1. Среднемесячная температура (а) и количество осадков (б) в годы исследований.

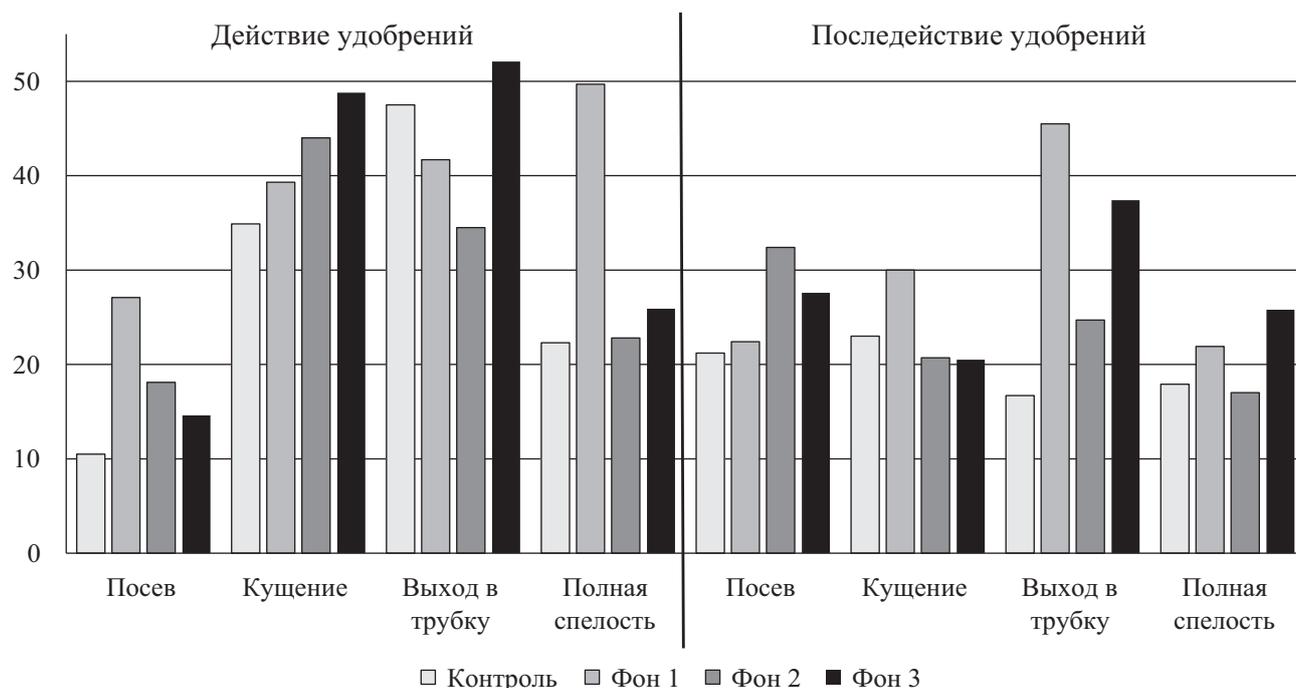


Рис. 2. Общая численность микроорганизмов луговой черноземовидной почвы под посевами пшеницы при внесении удобрений (среднее за 2014 и 2016) и в последствии (среднее за 2017 и 2018), млн КОЕ/1 г почвы.

ний оценивали по изменениям структуры и численности микроорганизмов по сравнению с посевами, где удобрения не использовали (контроль). Для оценки связи между численностью основных групп почвенных микроорганизмов и урожайностью пшеницы рассчитывали коэффициенты корреляции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Луговая черноземовидная почва характеризуется значительной биогенностью, общая численность микроорганизмов (ОЧМ) в контрольном варианте варьирует от 10,5 млн КОЕ в период посева пшеницы до 47,5 млн КОЕ в фазе выхода в трубку. Длительное применение органоминеральных удобрений в севообороте приводит к значительному росту общего числа микроорганизмов в посевах пшеницы (рис. 2). В среднем увеличение относительно контроля составило: 75 % при длительном внесении только азотных удобрений, 40 – азотно-фосфорных, 43 % – азотно-фосфорных совместно с навозом. Наибольшее их количество отмечено в разные фазы роста и развития пшеницы в годы исследований, что указывает на зависимость от влажности почвы и температурного режима.

Показателем интенсивности почвенных процессов, в частности минерализации, служит соотношение числа амилотических бактерий к протеолитическим (КАА/МПА), которое показывает коэффициент минерализации ( $K_{мин}$ ). Он практически во всех исследуемых случаях превышал единицу, что свидетельствует об интенсивной минерализации органического вещества почвы и высвобождении из него азота (рис. 3).

Пик минерализационных процессов при внесении удобрений был отмечен в фазе выхода в трубку, а в последствии – в фазе кушения. Средний показатель  $K_{мин}$  за годы исследования в контроле

составил 3,3, по фонам минеральных удобрений 1,8...2,6, органо-минеральных – на уровне контроля (3,1). Полученные данные выявляют негативное воздействие минеральных удобрений на степень развития бактерий и актиномицетов, минерализующих азот. При внесении минерального азота в небольшой дозе  $N_{30}$  отмечен наибольший суммарный положительный эффект в минеральной системе с длительным применением только азотных удобрений (фон 1), при этом наибольшая реакция была у аммонифицирующих бактерий и актиномицетов (табл. 2).

В засушливом 2014 году в фазе выхода в трубку во всех случаях системного использования удобрений существенно сократилась численность микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота. При благоприятных условиях увлажнения (2016) увеличение бактерий на КАА отмечено только на фоне органо-минеральной системы удобрений. В последствии эффект системного воздействия

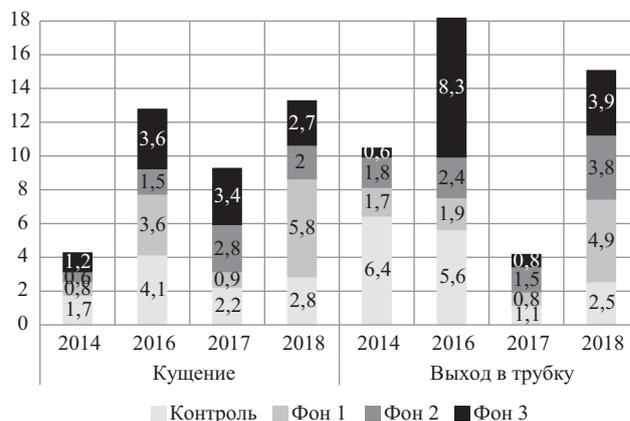


Рис. 3. Коэффициенты минерализации (КАА/МПА), ед.: 2014 и 2016 – действие; 2017 и 2018 – последствие удобрений.

**Таблица 2.**  
**Эффект воздействия системного использования удобрений на почвенную микрофлору при внесении N<sub>30</sub> под посевы пшеницы**

Группа микроорганизмов	Год	Кущение				Выход в трубку			
		Контроль	Фон			Контроль	Фон		
			1	2	3		1	2	3
Бактерии на МПА, млн КОЕ/1 г почвы	2014	13,8	+++	+++	+	9,4	+++	++	+++
	2016	6,3	0	+++	++	3,8	+++	++	+
Микроорганизмы на КАА, млн КОЕ/1 г почвы	2014	23,8	0	-	0	60,5	-	-	-
	2016	25,8	-	-	++	21,2	0	-	++
Актиномицеты, млн КОЕ/1 г почвы	2014	0,67	++	+	0	0,4	+++	++	+
	2016	0,34	+++	++	-	0,4	+++	+	0
Грибы, тыс. КОЕ/1 г почвы	2014	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	2016	45,9	-	-	-	10,1	+	+	0
Общее количество микроорганизмов, млн КОЕ/1 г почвы	2014	37,6	+	+	+	69,4	-	-	0
	2016	32,1	-	+	++	25,0	+	0	++
Общий эффект	Σ		6+	8+	5+	Σ	12+	4+	7+

*Примечание.* — — уменьшение на 51...100 %, - на 6...50 %; 0 ± 5 % нет эффекта; + увеличение на 6...50 %, ++ на 51...100 %, +++ более чем на 100 %; н/о — не определяли (то же в табл. 3).

удобрения на структуру почвенного микробиоценоза изменился (табл. 3). Он был отрицательным в фазе кущения пшеницы при длительном внесении одних азотно-фосфорных удобрений (фон 2) и совместно с навозом (фон 3).

Эффект системного использования удобрения значительно возрастает в посевах пшеницы к фазе выхода в трубку. Увеличение более чем на 100 % выявлено на фоне органо-минеральной системы удобрений у иммобилизаторов азота (на КАА) и актиномицетов. Положительное воздействие на численность агрономически полезной микрофлоры установлено во всех случаях использования удобрений в изучаемых нами системах, но наибольший эффект получен только с азотными удобрениями. Непосредственное внесение удобрений под пшеницу стимулирует активное развитие аммонифицирующих бактерий и актиномицетов, которое начинается значительно раньше по сравнению с посевами, где удобрения не применяли.

Влияние погодных условий на почвенную микрофлору, вне зависимости от системного использования удобрений, можно проследить при сравнении

суммарных показателей эффектов воздействия на микроорганизмы по годам. В посевах с минеральным азотом в дозе N<sub>30</sub> этот показатель в условиях недостатка влаги и высокой суммы активных температур в вегетационный период 2014 года составил 19+, в теплом умеренно влажном 2016 году — 23+, при отсутствии удобрений в умеренно влажном 2017 — 17+, в условиях переувлажнения почвы 2018 года — 11+. Исследованиями Ю.Л. Чевердина и Л.В. Гармашовой [12] установлено, что наилучшие условия для развития микроорганизмов при влажности почвы 60 % ППВ — влаголюбивые микроорганизмы интенсивно размножаются, если другие условия благоприятствуют их развитию. В наших исследованиях подобные условия были в 2016 и 2017 годах, при этом снижение положительного суммарного эффекта для микроорганизмов в сухой и переувлажненный годы наглядно показало, что лимитирующим фактором для развития микрофлоры могут быть как недостаток влаги, так и ее избыток.

Влияние удобрений на почвенный микробиоценоз невозможно рассматривать без взаимосвязи с урожайностью культуры. Внесение минерального азота

**Таблица 3.**  
**Эффект воздействия системного использования удобрения на почвенную микрофлору при последствии удобрений**

Группа микроорганизмов	Год	Кущение				Выход в трубку			
		Контроль	Фон			Контроль	Фон		
			1	2	3		1	2	3
Бактерии на МПА, млн КОЕ/1 г почвы	2017	5,9	+++	-	-	3,7	+	0	++
	2018	7,1	-	+	-	7,3	++	+	+
Микроорганизмы на КАА, млн КОЕ/1 г почвы	2017	13,1	-	0	+	4,0	0	+	+
	2018	19,9	++	-	-	18,2	+++	++	+++
Актиномицеты, млн КОЕ/1 г почвы	2017	0,17	++	+	+++	0,07	+	++	+++
	2018	0,54	-	-	-	0,68	+	-	+
Грибы, тыс. КОЕ/1 г почвы	2017	33,1	+	+	0	9,9	-	-	-
	2018	57,1	+	-	-	81,5	-	-	-
Общее количество микроорганизмов, млн КОЕ/1 г почвы	2017	19,0	+	-	0	7,7	+	0	+
	2018	27,0	+	-	-	25,6	+++	++	+++
Общий эффект	Σ		8+	4-	2-	Σ	10+	4+	12+

**Таблица 4.**  
Урожайность пшеницы при внесении  
и последствии удобрений по годам, ц/га

Вариант	3-я культура севооборота (внесение N <sub>30</sub> )		5-я культура севооборота (последствие удобрений)	
	2014	2016	2017	2018
Контроль	33,4	29,4	32,7	31,0
Фон 1	36,1	33,2	33,5	32,2
2	37,3	37,2	34,2	24,0
3	38,7	38,6	37,8	32,4
НСР05	1,8	3,7	2,5	3,1
Ффакт	18,24	15,39	9,57	4,07
Фкрит	4,76			

**Таблица 5.**  
Коэффициенты корреляции между численностью  
эколого-трофических групп микроорганизмов  
и урожайностью пшеницы ( $r_{\text{крит}} = 0,71$ )

Группа микроорганизмов	Действие удобрений			Последствие удобрений		
	кущение	выход в трубку	полная спелость	кущение	выход в трубку	полная спелость
Бактерии на МПА	0,57	0,48	0,12	-0,32	-0,30	-0,35
Микроорганизмы на КАА	0,27	-0,02	0,44	-0,18	-0,34	-0,45
Грибы	-	-	0,40	0,19	-0,50	-0,50
Актиномицеты	0,15	0,09	0,46	0,28	-0,42	0,58
Общее количество микроорганизмов	0,74	0,30	0,22	-0,32	-0,34	-0,42

в дозе N<sub>30</sub> непосредственно под пшеницу способствовало получению прибавки урожая (2,7...9,2 ц/га) во всех вариантах опыта в оба года исследований (табл. 4). Последствия удобрений были эффективны только при использовании в органоминеральной системе (фон 3) в погодных условиях 2017 года (прибавка 5,1 ц/га). В переувлажненном 2018 году урожайность по вариантам опыта была на уровне контроля, а на Фон 2 (азотно-фосфорные удобрения) снизилась из-за локального затопления участка.

Значимый коэффициент корреляции – 0,74, при  $r_{\text{крит}} = 0,71$ , только между урожайностью и общей численностью микроорганизмов в фазе кушения пшеницы при действии удобрений (табл. 5).

В остальных случаях коэффициенты корреляции лишь указывают на прямую связь урожайности с количеством микроорганизмов при действии удобрений и на обратную – при их отсутствии. Величина коэффициентов корреляции между численностью микроорганизмов и урожайностью пшеницы в целом отражает тенденцию степени их влияния на урожайность в зависимости от фазы развития пшеницы: связь с протеолитической микрофлорой сильнее в фазе кушения, а с амилолитической – полной спелости.

**Выводы.** В посевах пшеницы при ее возделывании на луговой черноземовидной почве при длительном системном применении удобрений преобладают бактерии, использующие минеральные источники азота, что свидетельствует о высокой интенсивности минерализационных процессов в почве, которая

незначительно снижается под влиянием удобрений. Пик минерализационных процессов был выявлен в фазе выхода в трубку при внесении удобрений, а при последствии – уже в фазе кушения пшеницы. Наибольший суммарный положительный эффект на агрономически полезную микрофлору отмечен в посевах с использованием азотных удобрений на фоне их длительного применения. Отмечена тесная корреляционная зависимость между урожайностью и общей численностью микроорганизмов в фазе кушения под действием удобрений. Прибавка урожая (от 2,7 до 9,2 ц/га) получена во всех вариантах опыта при внесении минерального азота в дозе N<sub>30</sub> непосредственно под пшеницу. Установлено положительное влияние последствия удобрений на урожайность только при использовании органо-минеральной системы удобрений в благоприятных погодных условиях 2017 года.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бойко, А.Н. Влияние длительного применения удобрений на соотношение эколого-трофических групп микроорганизмов различных по типу азотного питания / А.Н. Бойко, М.Л. Сидоренко, Р.В. Тимошинов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 9 (167). – С. 40–46.
- Глушень, Е.М. Микробиологическая активность почв как показатель экологического состояния агроценозов / Е.М. Глушень, М.В. Дубойский – Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Сб. науч. тр. – Минск, 2018. – С. 448–457.
- Завьялова, Н.Е. Микробиологическое состояние дерново-подзолистой почвы Предуралья при длительном применении органических и минеральных удобрений / Н.Е. Завьялова, И.Г. Широких, В.Р. Ямалтдинова // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 1. – С. 151–159.
- Зинченко, М.К. Бактерии азотного обмена как индикаторы процессов трансформации органического вещества в агроландшафтах серой лесной почвы / М.К. Зинченко, Л.Г. Стоянова // Владимирский земледелец. – 2015. – № 2 (72). – С. 8–11.
- Зинченко, М.К. Мониторинг почвенно-биологических процессов в серой лесной почве по микробиологическим и биохимическим показателям / М.К. Зинченко // Владимирский земледелец. – 2020. – № 1 (91). – С. 34–38.
- Круглов, Ю.В. Микробиологическая активность чернозема южного в зависимости от агротехнических приемов в засушливой степи Нижнего Поволжья / Ю.В. Круглов, Ю.Ф. Курдюков, Г.В. Шубитидзе // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 20–23.
- Менькина, Е.А. Влияние элементов технологии возделывания на влагообеспеченность и активность эколого-трофических групп микроорганизмов чернозема обыкновенного / Е.А. Менькина // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 2 (12). – С. 19–24.
- Мерзлая, Г.Е. Взаимосвязь микробиологических и агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений / Г.Е. Мерзлая, Н.В. Верховцева, О.М. Селиверстова и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 2. – С. 18–25.
- Сычев, В.Г. Биологическая активность почвы и урожайность яровой пшеницы при использовании органических и минеральных удобрений / В.Г. Сычев,

- Г.Е. Мерзлая, С.П. Волошин, И.В. Понкратенкова // Плодородие. — 2016. — № 6. — С. 2–4.
10. Тильба, В.А. О численности микроорганизмов в почве соевых полей / В.А. Тильба // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. — Л.: Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1972. — С. 236–239.
  11. Титова, В.И. Методы оценки функционирования микробноценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества / В.И. Титова, А.В. Козлов. — Нижний Новгород: Нижегородская гос. с.-х. акад., 2012. — 64 с.
  12. Чевердин, Ю.И. Развитие микроорганизмов, связанных с циклом азота в сезонно переувлажненных почвах / Ю.И. Чевердин, Л.В. Гармашова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2018. — № 6. — С. 24–28.
  13. Шаповалова, Н.Н. Агротехническое состояние и биологическая активность почвы в последствии длительного применения минеральных удобрений / Н.Н. Шаповалова, Е.А. Менькина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2018. — № 5 (73). — С. 43–46.
  14. Dell'Amico, E. Assessment of bacterial community structure in a long-term copper-polluted ex-vineyard soil / E. Dell'Amico, M. Mazzocchi, L. Cavalca, L. Allievi, V. Andreoni // Microbiological Research. — 2008. — V. 163. — I. 6. — P. 671–673.
  15. Gill, S.V. Quantitative isolation of biocontrol agents *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. and actinomycetes from soil with culture media / S.V. Gil, S. Pastor, G.J. March // Microbiological Research. — 2009. — V. 164. — I. 2. — P. 196–205.
  16. Vieira, F.C.S. Comparison of microbial numbers in soils by using various culture media and temperatures / F.C.S. Vieira, E. Nahas // Microbiological Research. — 2005. — V. 160. — I. 2. — P. 197–202.
- anova // Vladimirskij zemledec. — 2015. — № 2 (72). — С. 8–11.
5. Zinchenko, M.K. Monitoring pochvenno-biologicheskikh processov v seroj lesnoj pochve po mikrobiologicheskim i biokhimicheskim pokazatelyam / M.K. Zinchenko // Vladimirskij zemledec. — 2020. — № 1 (91). — С. 34–38.
  6. Kruglov, Yu.V. Mikrobiologicheskaya aktivnost' chernozeма yuzhnogo v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priemov v zasushlivoj stepi Nizhnego Povolzh'ya / Yu.V. Kruglov, Yu.F. Kurdyukov, G.V. Shubitidze // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. — 2018. — № 1. — С. 20–23.
  7. Men'kina, E.A. Vliyaniye elementov tekhnologii vozdeleyvaniya na vlogoobespechennost' i aktivnost' ekologo-troficheskikh grupp mikroorganizmov chernozeма obyknovennogo / E.A. Men'kina // Sel'skokozyajstvennyj zhurnal. — 2019. — № 2 (12). — С. 19–24.
  8. Merzlaya, G.E. Vzaimosvyaz' mikrobiologicheskikh i agrohicheskikh pokazatelej dernovo-podzolistoj pochvy pri dlitel'nom primenenii udobrenij / G.E. Merzlaya, N.V. Verhovceva, O.M. Seliverstova i dr. // Problemy agrohimii i ekologii. — 2012. — № 2. — С. 18–25.
  9. Sychev, V.G. Biologicheskaya aktivnost' pochvy i urozhajnost' yarovoj pshenicy pri ispol'zovanii organicheskikh i mineral'nyh udobrenij / V.G. Sychev, G.E. Merzlaya, S.P. Voloshin, I.V. Ponkратенкова // Плодородие. — 2016. — № 6. — С. 2–4.
  10. Til'ba, V.A. O chislennosti mikroorganizmov v pochve soevykh polej / V.A. Til'ba // Voprosy chislennosti, biomassy i produktivnosti pochvennykh mikroorganizmov. — L.: Izd-vo «Наука», Leningr. отд., 1972. — С. 236–239.
  11. Titova, V.I. Metody ocenki funkcionirovaniya mikroboцenoza pochvy, uchastvuyushchego v transformacii organicheskogo veshchestva / V.I. Titova, A.V. Kozlov. — Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskaya gos. s.-h. акад., 2012. — 64 с.
  12. Cheverdin, Yu.I. Razvitie mikroorganizmov, svyazannykh s ciklom azota v sezonno pereuvlazhnykh pochvah / Yu.I. Cheverdin, L.V. Garmashova // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skokozyajstvennoj akademii. — 2018. — № 6. — С. 24–28.
  13. Shapovalova, N.N. Agrohicheskoe sostoyaniye i biologicheskaya aktivnost' pochvy v posledestvii dlitel'nogo primeneniya mineral'nyh udobrenij / N.N. Shapovalova, E.A. Men'kina // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. — 2018. — № 5 (73). — С. 43–46.
  14. Dell'Amico, E. Assessment of bacterial community structure in a long-term copper-polluted ex-vineyard soil / E. Dell'Amico, M. Mazzocchi, L. Cavalca, L. Allievi, V. Andreoni // Microbiological Research. — 2008. — V. 163. — I. 6. — P. 671–673.
  15. Gill, S.V. Quantitative isolation of biocontrol agents *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. and actinomycetes from soil with culture media / S.V. Gil, S. Pastor, G.J. March // Microbiological Research. — 2009. — V. 164. — I. 2. — P. 196–205.
  16. Vieira, F.C.S. Comparison of microbial numbers in soils by using various culture media and temperatures / F.C.S. Vieira, E. Nahas // Microbiological Research. — 2005. — V. 160. — I. 2. — P. 197–202.

#### LIST OF SOURCES

1. Bojko, A.N. Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobrenij na sootnosheniye ekologo-troficheskikh grupp mikroorganizmov razlichnykh po tipu azotnogo pitaniya / A.N. Bojko, M.L. Sidorenko, R.V. Timoshinov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. — 2018. — № 9 (167). — С. 40–46.
2. Glushen', E.M. Mikrobiologicheskaya aktivnost' pochvy kak pokazatel' ekologicheskogo sostoyaniya agrocenozov / E.M. Glushen', M.V. Dubojkij — Mikrobye biotekhnologii: fundamental'nye i prikladnye aspekty. Sb. nauch. tr. — Minsk, 2018. — С. 448–457.
3. Zav'yalova, N.E. Mikrobiologicheskoe sostoyaniye dernovo-podzolistoj pochvy Predural'ya pri dlitel'nom primenenii organicheskikh i mineral'nyh udobrenij / N.E. Zav'yalova, I.G. Shirokih, V.R. YAmaltdinova // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. — 2020. — № 1. — С. 151–159.
4. Zinchenko, M.K. Bakterii azotnogo obmena kak indikator processov transformacii organicheskogo veshchestva v agrolandshaftah seroj lesnoj pochvy / M.K. Zinchenko, L.G. Stoy-

И.Б. Трифунтова, научный сотрудник  
Т.А. Асеева, член-корреспондент РАН

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
РФ, 680521, Хабаровский край, Хабаровский р-н, с. Восточное, ул. Клубная, 13  
E-mail: borimel@bk.ru

УДК: 633.1:631.52

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/50-53

## КОРМОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОВСА КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Изучали кормовую продуктивность сортов и селекционных линий ярового овса. Полевые опыты заложены в питомнике конкурсного изучения на полях селекционного севооборота ДВ НИИСХ в 2016–2020 годах. В результате исследований выделены сорта и селекционные линии ярового овса: Маршал, Кардинал, Передовик, Дальневосточный кормовой, Дальневосточный золотой, 437-05, 392-15, 474-14, сочетающие высокую урожайность зерна (от 8,0 до 8,9 т/га), зеленой массы (от 79,8 до 90,3 т/га) и сухого вещества (от 11,1 до 12,8 т/га). Установлено, что продолжительность фазы всходы-выметывание зависела от среднесуточной температуры приземного слоя воздуха ( $r = -0,697$ ) и количества выпавших осадков ( $r = 0,847$ ). Существенный вклад в формирование урожайности зеленой массы овса вносит облиственность растений ( $r = 0,521$ ), обусловленная размером листьев ( $r = 0,643$ ). Установлена положительная взаимосвязь продуктивного кушения с урожайностью зерна ( $r = 0,532$ ) и зеленой массы ( $r = 0,548$ ), сбором сухого вещества ( $r = 0,511$ ). Незначительную роль в формировании урожайности зеленой массы овса оказывают высота растений ( $r = 0,451$ ) и устойчивость к полеганию ( $r = 0,421$ ). Определено, что урожайность зеленой массы овса в почвенно-климатических условиях Дальнего Востока зависит в большей степени от площади листьев ( $r = 0,621$ ), чем от высоты растений ( $r = 0,451$ ).

**Ключевые слова:** овес (*Avena sativa* L.), сорт, кормовая продуктивность, урожайность зеленой массы, сухое вещество, Дальний Восток.

I.B. Trifuntova, researcher

T.A. Aseeva, Corresponding member of the RAS  
Far Eastern Agricultural Research Institute

RF, 680521, Habarovskiy kraj, Habarovskiy r-n, s. Vostochnoe, ul. Klubnaya, 13  
E-mail: borimel@bk.ru

## FODDER PRODUCTIVITY OF OATS VARIETIES AND LINES IN COMPETITIVE VARIETY TRIAL IN THE FAR EAST AGRO-CLIMATIC CONDITIONS

A study of the fodder productivity of varieties and selection lines of spring oats was carried out. Field experiments were laid in a competitive study nursery in the fields of a selection crop rotation of the Far East Agricultural Research Institute in 2016–2020. As a result of studying the fodder productivity of oats, varieties and breeding lines were identified: Marshal, Cardinal, Peredovik, Far Eastern fodder, Far Eastern gold 437-05, 392-15, 474-14, combining high grain productivity (from 8.0 t/ha to 8.9 t/ha), green mass (from 79.8 t/ha to 90.3 t/ha) and dry matter (from 11.1 t/ha to 12.8 t/ha). It was found that the duration of the sprouting-sweeping phase depended on the average daily air temperature ( $r = -0.697$ ) and the amount of precipitation ( $r = 0.847$ ). Leafiness of plants ( $r = 0.521$ ), due to the size of leaves ( $r = 0.643$ ), made a significant contribution to the formation of the yield of green mass in our studies. A positive relationship has been established between productive tillering and grain yield ( $r = 0.532$ ), green mass yield ( $r = 0.548$ ), and dry matter collection ( $r = 0.511$ ). An indirect role in the formation of the yield of green mass of oats is played by plant height ( $r = 0.451$ ) and lodging resistance ( $r = 0.421$ ). The yield of green mass of oats in the soil and climatic conditions of the Far East region depends to a greater extent on the leaf area ( $r = 0.621$ ) than on the plant height ( $r = 0.451$ ).

**Key words:** oats (*Avena sativa* L.), cultivar, forage productivity, green mass yield, dry matter, Far East.

Экономическое состояние отраслей животноводства в основном зависит от уровня развития кормопроизводства, так как доля кормов в себестоимости животноводческой продукции составляет 35...70 %. [10] Дальнейшее увеличение производства продуктов животноводства, расширение их ассортимента и повышение качества в значительной степени определяется созданием прочной кормовой базы. [8] Важную роль в этом играет производство зеленых кормов. [9]

Овес посевной (*Avena sativa* L.) — одна из наиболее важных зернофуражных культур, посевы ее в мире занимают около 20 млн га. [7, 11] Зеленую массу овса используют на сочный корм, сено, силос, травяную муку (в чистом виде и в смеси с бобовыми культурами), получают гидропонный зеленый корм, который

можно применять в качестве биостимулирующей добавки в рационах животных в любых климатических условиях. [1]

Один из способов эффективного использования материально-технических и природных ресурсов при возделывании овса — рациональный подбор сортов с учетом экологических ресурсов региона. Сорт будет генетически защищенным от лимитирующих факторов, которые проявляются на определенных этапах онтогенеза. [4] Основной способ повышения урожайности — создание и внедрение в производство специализированных сортов с высоким потенциалом продуктивности и качества, а также устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды. [2] В Дальневосточном регионе необходимы новые высокопродуктивные технологичные сорта ярового овса

зернового и кормового направлений, отвечающие конкретным требованиям производства.

Цель исследований – изучить кормовую продуктивность сортов и селекционных линий овса конкурсного сортоиспытания в агроклиматических условиях Дальнего Востока.

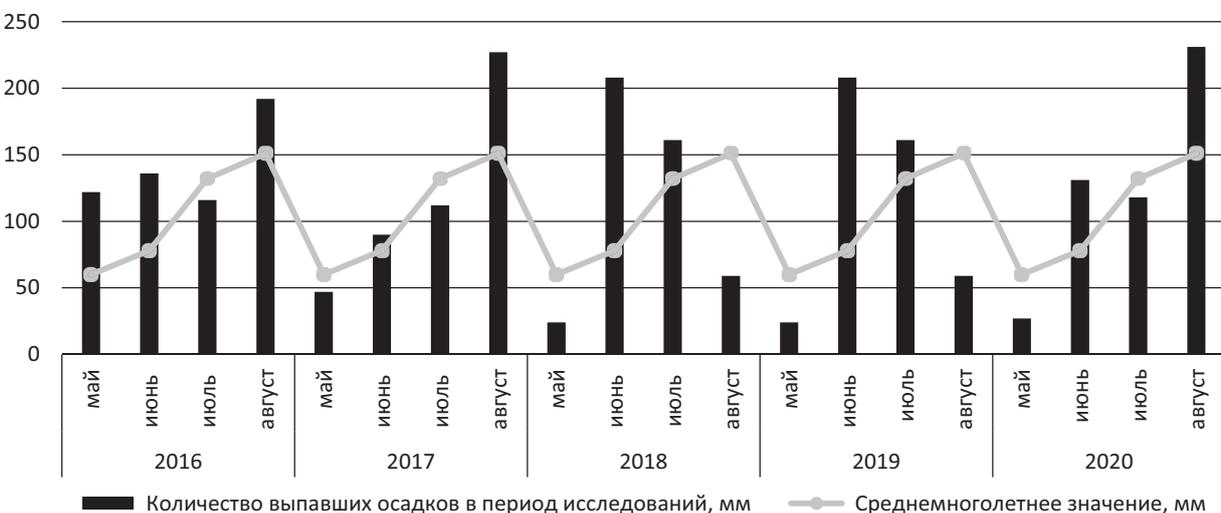
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2016–2020 годах. Объект исследований – сорта ярового овса: *Маршал*, *Кардинал*, *Передовик*, *Дальневосточный золотой*, *Дальневосточный кормовой* и 30 линий селекции ДВ НИИСХ. В качестве стандарта (st) использовали районированный сорт *Экспресс*. Почва севооборота – лугово-бурая оподзоленно-глеявая тяжело-суглинистая. Содержание гумуса в пахотном слое (по Тюрину) составляет 3,6...3,8 %; рН<sub>сол.</sub> – 5,1...5,3; гидролитическая кислотность – 1,14...2,40 мг-экв/100 г почвы; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O (по Кирсанову) – 9,9...15,5 и 27,7...30,4 мг/100 г абсолютно сухой почвы соответственно. Предшественник в опыте – черный пар. Образцы конкурсного сортоиспытания высевали в оптимальные сроки (2...3 декады апреля) сеялкой «ССФК-7М» на делянках площадью 12 м<sup>2</sup>

рендомизировано в трехкратной повторности, норма высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Урожай зеленой массы учитывали в фазе выметывания метелки. Селекционный материал изучали согласно методики Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6] и Международного классификатора СЭВ рода *Avena sativa* L. [5], данные статистически обрабатывали по Б.А. Доспехову. [3]

Гидротермические условия отличались изменчивостью по обеспеченности теплом и влагой в весенне-летний период (см. рисунок).

Условия вегетационного периода варьировали от увлажненных до оптимальных и переувлажненных (ГТК – 2,3; 1,9; 2,8; 3,0; 2,3 соответственно в 2016–2020 годы). Суммы эффективных температур за апрель-август изменялись от 2192,2 до 2505,1°С при среднемноголетнем значении 2301,4 °С. Выметывание метелки овса проходило при накоплении тепла 703,5...874°С. Количество выпавших атмосферных осадков за апрель-август в 2016–2020 годах – 436...620 мм при норме 466 мм и отличалось от среднемноголетнего значения на +30,0, +40,8, +16,0, +263,2 и +61 мм соответственно.



Гидротермические условия в годы исследований.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Реализация продуктивного потенциала зависит от степени соответствия биологических особенностей сорта агроклиматическим и погодным условиям региона. Степень соответствия определяется относительной экологической устойчивостью сорта, которая выражается отношением минимальной урожайности к максимальной за продолжительный период времени. Абсолютную экологическую устойчивость исследуемых сортообразцов оценивали по урожаю, полученному в неблагоприятных (экстремальные) условиях окружающей среды. Благоприятные гидротермические условия в 2019 году способствовали формированию потенциальной урожайности зеленой массы ярового овса. Для зерновой продуктивности наиболее благоприятным оказался 2017 год, когда большая часть сортов и линий конкурсного сортоиспытания имели максимальную реализацию продуктивности (табл. 1).

В агроэкологических условиях Дальнего Востока наибольшая урожайность зеленой массы отмечена у сортов и линий: *Маршал*, *Кардинал*, *Передовик*, *Дальневосточный золотой*, *Дальневосточный кормовой*, 318-06, 474-14 (на 25,0...36,4 т/га больше, чем у стандартного сорта *Экспресс*). По зерновой продуктивности превышение над стандартом в конкурсном сортоиспытании составило от 1,5 до 3,2 т/га. При ухудшении условий окружающей среды минимально снижалась реализация генетического потенциала урожайности зеленой массы у сорта *Маршал* и линии 437-05 (на 19,0 и 20,9 % соответственно). По сбору сухого вещества с гектара превышение над стандартным сортом варьировало от 0,7 до 5,1 т/га, максимальное значение отмечено у сорта *Дальневосточный кормовой*.

В почвенно-климатических условиях Среднего Приамурья продолжительность фазы всходы-выметывание зависела от среднесуточной температуры воздуха ( $r = -0,697$ ) и количества выпавших осад-

ков ( $r = 0,847$ ). Максимальная продолжительность (59 дн.) этого периода отмечена в 2020 году у сорта *Дальневосточный кормовой* и селекционной линии 318-06, выметывание метелки у них наступало на 3...5 дн. позже стандартного *Экспресс*. Минимальная продолжительность периода от всходов до выметывания отмечена в 2016 году у линий: 434-05, 325-04, 355-10, 403-16 (выметывание метелки наступало раньше стандарта на 2...3 дня).

На формирование кормовой продуктивности значительное влияние оказало кушение. В зависимости от гидротермического режима периода вегетации количество продуктивных стеблей у ярового овса изменялось от 2,8 до 4,3 шт. Коэффициент продуктивного кушения у стандартного сорта *Экспресс* в среднем составил 1,8. Выделены сорта с максимальным формированием кушения: *Маршал*, *Передовик*, *Дальневосточный золотой* – 4...6 продуктивных стеблей. В результате исследований установлена положительная взаимосвязь продуктивного кушения с урожайностью зерна ( $r = 0,532$ ) и зеленой массы ( $r = 0,548$ ), сбором сухого вещества ( $r = 0,511$ ).

Существенный вклад в формирование урожайности зеленой массы (табл. 2) вносит, обусловленная размером листьев ( $r = 0,643$ ), облиственность растений ( $r = 0,521$ ), максимальные значения которой (58...60 %) выявлены у сортов *Дальневосточный кормовой*, *Маршал*, *Кардинал*, *Передовик* и у линий 318-06 и 437-05, превышение над стандартом – 21...27 %. Минимальный (36,6 %) признак облиственности растений отмечен у селекционных линий ярового овса 403-16 и 318-14. Большинство растений формируют 6...7 листьев на главном стебле. Максимальная площадь листьев овса была в 2019 (200,2 см<sup>2</sup>/раст.), минимальная – в 2016 году (100 см<sup>2</sup>/раст.). Наибольшая площадь листьев у образцов: *Маршал*, *Передовик*, *Дальневосточный золотой*, *Дальневосточный кормовой*, 437-05, 474-14.

Таблица 1.  
Потенциальная продуктивность и экологическая устойчивость зернокусных сортов и линий овса селекции ДВ НИИСХ (2016–2020 годы)

Сорт, линия	Потенциальная урожайность, т/га		Сбор сухого вещества, т/га	Экологическая устойчивость			
	зеленой массы	зерна		абсолютная, т/га		относительная, %	
				зеленой массы	зерна	зеленой массы	зерна
<i>Экспресс</i> (st)	55,0	5,7	7,7	40,0	3,4	72,0	59,6
<i>Маршал</i>	81,0	8,5	11,3	66,2	5,4	81,0	63,5
<i>Кардинал</i>	90,1	7,9	12,6	60,3	5,4	66,9	68,4
<i>Передовик</i>	90,3	8,6	12,6	65,4	5,9	72,4	68,6
<i>ДВ золотой</i>	89,3	8,9	12,5	68,2	5,8	76,3	65,2
<i>ДВ кормовой</i>	91,4	7,5	12,8	70,1	4,6	76,7	61,3
318-06	82,0	7,6	11,5	65,3	4,8	79,6	63,1
434-05	75,3	7,5	10,5	54,2	4,7	71,9	62,6
437-05	79,8	8,2	11,7	63,1	4,9	79,1	59,8
436-05	75,9	7,2	10,6	55,0	4,7	72,4	65,2
339-11	68,6	7,4	9,6	54,8	4,5	79,0	60,1
355-10	78,2	7,7	10,9	56,3	4,6	71,9	59,8
403-16	71,0	7,9	8,4	51,3	4,7	72,0	59,9
352-10	76,7	7,5	10,7	53,6	4,5	69,8	60,0
383-10	62,3	7,3	8,7	49,2	4,7	78,9	64,3
392-15	79,1	8,0	11,1	57,3	5,1	72,4	63,7
474-14	80,0	8,3	11,2	62,5	4,8	78,1	63,7
НСР <sub>05</sub>	5,4	1,5	0,5	5,1	1,1	4,5	0,1

**Таблица 2.**  
**Матрица коэффициентов парных корреляций**  
**кормовой продуктивности сортов**  
**и линий овса конкурсного сортоиспытания**

Признак	ПК	ВР	УП	О	ПЛ	УЗМ	ССВ	УЗ
ПК	1,000							
ВР	0,311	1,000						
УП	0,223	-0,601	1,000					
О	0,212	0,170	0,012	1,000				
ПЛ	0,340	0,353	0,210	0,643*	1,000			
УЗМ	0,548*	0,451	0,421	0,521*	0,621*	1,000		
ССВ	0,511*	0,141	-0,201	0,471	0,410	0,891*	1,000	
УЗ	0,532*	0,412	0,637*	0,241	0,324	0,230	0,210	1,000

*Примечание.* ПК – продуктивное кушение, ВР – высота растений, УП – устойчивость к полеганию, О – облиственность растений, ПЛ – площадь листьев, УЗМ – урожайность зеленой массы овса, ССВ – сбор сухого вещества, УЗ – урожайность зерна.

\* Достоверно при  $P < 0,05$ .

Высота растений варьировала от 105 в 2016 году (линия 383-10) до 165 см (Дальневосточный кормовой) в 2019. Отмечено, что в сложных климатических условиях Дальневосточного региона на формирование зеленой массы овса в средней степени влияют высота растений ( $r = 0,451$ ) и устойчивость к полеганию ( $r = 0,421$ ).

В сложных стрессовых условиях 2018–2019 годов наблюдалось сильное полегание образцов в период цветения – 2...3 балла. В оптимальных гидротермических условиях вегетационного периода (2016, 2017 и 2020 годов) у всех выделившихся сортов и линий отмечена высокая устойчивость к полеганию – 8...9 баллов.

Таким образом, в результате изучения кормовой продуктивности овса выделены сорта и селекционные линии: *Маршал, Кардинал, Передовик, Дальневосточный кормовой, Дальневосточный золотой, 437-05, 392-15, 474-14*, сочетающие высокую урожайность зерна, зеленой массы и сухого вещества. Установлено, что урожайность зеленой массы овса в почвенно-климатических условиях Среднего Приамурья зависит в большей степени от площади листьев ( $r = 0,621$ ), чем от высоты растений ( $r = 0,451$ ).

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Баталова, Г.А. Использование овса на кормовые цели / Г.А. Баталова, Н.Р. Андреев, И.Г. Лоскутов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – М: Угрешская типография, 2015. – С. 178–187.
2. Дейнес, Н. В. Результаты изучения исходного материала овса в условиях Алтайского края / Н.В. Дейнес // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2017. – Т. 178. – № 4. – С. 36–42.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агрпромиздат, 1985. – 351 с.
4. Жаркова, С.В. Изменчивость показателей продуктивности и качества зерна овса ярового (*Avena sativa* L.) в зависимости от сорта и лет исследования / С.В. Жаркова, Р.В. Шмидт // Вестник Алтайского ГАУ. – 2018. – № 5. – С. 28–32.

5. Международный классификатор СЭВ рода *Avena*. – Л., 1984. – 38 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – Вып. 2. – 267 с.
7. Пай, О.А. Перспективные источники для селекции ярового овса в зоне Северного Зауралья / О.А. Пай, Ю.П. Логинов, М.Н. Фомина // Мир инноваций. – 2018. – № 2. – С. 47–53.
8. Садохина, Т.А. Кормовая продуктивность смешанных агроценозов в лесостепной зоне Западной Сибири / Т.А. Садохина, Д.Ю. Башкаев, Т.Г. Ломова // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1. – С. 52–59.
9. Сапега, В.А. Потенциал продуктивности и экологическая пластичность сортов овса на корм / В.А. Сапега // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 4. – С. 34–39.
10. Сидоров, А.В. Использование пшеницы для заготовки зернофуража / А.В. Сидоров, Д.Ф. Федосенко, С.С. Голубев // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 4. – С. 59–63.
11. Tosta, M.R. Effect of processing methods (Rolling, steam-flaking, pelleting) on protein molecular structure profile, rumen degradation, and intestinal digestion of cool-climate adapted oats grain in comparison with barley grain in western Canada / M.R. Tosta, L.L. Prates, P. Yu // Livestock Science. – 2020. – Iss. 232. – P. 1–11.

**LIST OF SOURCES**

1. Batalova, G.A. Ispol'zovanie ovsa na kormovye celi / G.A. Batalova, N.R. Andreev, I.G. Loskutov // Mnogofunkcional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo. – M: Ugrshskaya tipografiya, 2015. – S. 178–187.
2. Dejnes, N.V. Rezul'taty izucheniya iskhodnogo materiala ovsa v usloviyah Altajskogo kraja / N.V. Dejnes // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. – 2017. – T. 178. – № 4. – S. 36–42.
3. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
4. Zharkova, S.V. Izmenchivost' pokazatelej produktivnosti i kachestva zerna ovsa yarovogo (*Avena sativa* L.) v zavisimosti ot sorta i let issledovaniya / S.V. Zharkova, R.V. Shmidt // Vestnik Altajskogo GAU. – 2018. – № 5. – S. 28–32.
5. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda *Avena*. – L., 1984. – 38 s.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. – M.: Kolos, 1985. – Vyp. 2. – 267 s.
7. Paj, O.A. Perspektivnye istochniki dlya selekcii yarovogo ovsa v zone Severnogo Zaural'ya / O.A. Paj, Yu.P. Loginov, M.N. Fomina // Mir innovacij. – 2018. – № 2. – S. 47–53.
8. Sadohina, T.A. Kormovaya produktivnost' smeshannyh agrocenozov v lesostepnoj zone Zapadnoj Sibiri / T.A. Sadohina, D.Yu. Bashkaev, T.G. Lomova // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 1. – S. 52–59.
9. Sapega, V.A. Potencial produktivnosti i ekologicheskaya plastichnost' sortov ovsa na korm / V.A. Sapega // Vestnik OmGAU. – 2016. – № 4. – S. 34–39.
10. Sidorov, A.V. Ispol'zovanie pshenicy dlya zagotovki zernofurazha / A.V. Sidorov, D.F. Fedosenko, S.S. Golubev // Vestnik KrasGAU. – 2018. – № 4. – S. 59–63.
11. Tosta, M.R. Effect of processing methods (Rolling, steam-flaking, pelleting) on protein molecular structure profile, rumen degradation, and intestinal digestion of cool-climate adapted oats grain in comparison with barley grain in western Canada / M.R. Tosta, L.L. Prates, P. Yu // Livestock Science. – 2020. – Iss. 232. – P. 1–11.

В.А. Исаев, кандидат сельскохозяйственных наук  
 В.П. Белобров, доктор сельскохозяйственных наук  
 С.А. Юдин, кандидат биологических наук  
 А.А. Воронин, кандидат сельскохозяйственных наук  
 Д.С. Фомин, младший научный сотрудник  
 Н.Р. Ермолаев, аспирант  
 Ю.А. Духанин, доктор сельскохозяйственных наук  
 А.Л. Иванов, академик РАН  
 ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»  
 РФ, 119017, Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2  
 Ю.И. Чевердин, доктор биологических наук  
 В.А. Беспалов, кандидат биологических наук  
 Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева  
 РФ, 397463, Воронежская обл., Таловский р-н, пос. 2  
 E-mail: isva@mail.ru

УДК 631.474

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/54-60

## ПОЧВО-ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ (ВЕРХОВОДКА) В ЧЕРНОЗЕМАХ КАМЕННОЙ СТЕПИ

На примере одного из водораздельных участков степи, где ведутся многолетние научные исследования по минимизации агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур, изучен почвенно-геоморфологический профиль длиной 1 км, на котором пробурено 8 скважин, до уровня грунтовых вод с отбором проб воды на минерализацию и химический состав. Результаты показали, что в профиле черноземов отсутствуют визуальные признаки оглеения, уровень грунтовых вод (УГВ) коррелирует с дневной поверхностью рельефа, а в почвенно-грунтовой толще на глубине 2,0–3,9 м выделяется горизонт «шоколадной» глины, формирующий локальный водоупор. Сульфатно-натриевый состав пресных вод потенциально опасный для засоления черноземов при высоком стоянии УГВ. Верховодка, опресняя грунтовые воды, расположенные над водоупором, выполняет роль локального фактора рассоления почвенно-грунтовой толщи отложений. С 2013 года в Каменной степи, по данным колодца № 1, УГВ постоянно находится на глубине свыше 7 м, что может привести к очередной природно-антропогенной аридизации. В условиях недостатка поверхностной влаги рекомендуем прямой посев, как фактор снижения испаряемости и накопления влаги в черноземах степи.

**Ключевые слова:** уровень грунтовых вод, вскипание, карбонатность, микрорельеф, минерализация, технология земледелия.

V.A. Isaev, *PhD in Agricultural sciences*  
 V.P. Belobrov, *Grand PhD in Agricultural sciences*  
 S.A. Yudin, *PhD in Biological sciences*  
 A.Ya. Voronin, *PhD in Agricultural sciences*  
 D.S. Fomin, *junior researcher*  
 N.R. Ermolaev, *PhD student*  
 Yu.A. Dukhanin, *Grand PhD in Agricultural sciences*  
 A.L. Ivanov, *Academisian of RAS*  
 FRC «V.V. Dokuchaev Soil Science Institute»  
 RF, 119017, g. Moskva, Pyzhevskij per., 7, str. 2  
 «Yu.I. Cheverdin, *Grand PhD in Biological sciences*  
 V.A. Bepalov, *PhD in Biological sciences*  
 V.V. Dokuchaev «Voronezh FASC»  
 RF, 397463, Voronezhskaya obl., Talovskij r-n, pos. 2  
 E-mail: isva@mail.ru

## SOIL AND SUBSOIL WATERS (TOP WATER) IN THE STONE STEPPE CHERNOZEMIC SOILS

Upper groundwater level (*verhovodka*) is considered as one of the factors of soil waterlogging associated with both the natural features of the territory and anthropogenic impact. On the case of one of the watershed areas of the steppe, where many years of scientific research are being conducted to assess the minimization of agrotechnical methods of cultivation of agricultural crops, a soil-geomorphological profile 1 km long was studied on which 8 wells were drilled, to a depth of groundwater with water sampling for salinity and chemical composition. The results showed that there are no visual signs of gleying in the profile of chernozems, the groundwater level correlates with the daytime surface of the relief, and in the soil-ground layer at depths of 2.0–3.9 m there is a horizon of «chocolate» clay, which forms a local aquiclude. Sulphate-sodium composition of fresh waters potentially dangerous for the salinization of chernozems at a high level of GWL (ground water level). *Verhovodka* is important to desalinating groundwater located above the confining layer, playing the role of a local factor of desalinization of the soil-ground layer of sediments. Since 2009, in the Kamennaya Steppe, according to the data of the main hydrogeological well No. 1, the GWL is constantly at a depth of over 7 m, which characterizes the beginning of the next natural-anthropogenic aridization. In conditions of a lack of surface moisture, no-till techniques should be recommended as a factor in reducing evaporation and moisture accumulation in the steppe chernozems.

**Key words:** ground water level, effervescence, carbonate, microrelief, mineralization, farming technology.

Настоящая работа продолжает серию статей [4, 5], посвященных проблеме динамики факторов почвообразования черноземов и их влияния на земледелие в Каменной степи. Один из таких факторов – верховодка – природно-климатический временной показатель почвенно-грунтового гидроморфизма обыкновенных и типичных черноземов степи. Верховодку и УГВ в черноземах Каменной степи изучали многие специалисты: Г.Ф. Басов, М.Н. Грищенко, С.В. Овечкин, Н.Б. Хитров, Ю.И. Чевердин, Ю.Н. Зборищук, И.Ф. Поротиков и др. По мнению большинства из них, главная причина ее возникновения – двучленное строение почвенно-грунтовой толщи и тяжелый гранулометрический состав почвообразующих и подстилающих пород, создающих временный водоупор, преимущественно в фазе разгрузки поверхностных вод после таяния снега весной и в результате летних ливневых атмосферных осадков, превышающих среднемесячные нормы.

Приведем несколько определений верховодки, расположенных в порядке убывания по времени их публикации: 1) «...временно возникающий локальный водонасыщенный горизонт почвы или осадочной породы, не имеющий гидравлической связи с грунтовыми водами» [7]; 2) «...временное скопление подземных вод в зоне аэрации над поверхностью отдельных слоев и линз, обладающих слабой проницаемостью» [6]; 3) «...свободная гравитационная влага, образующая временный водоносный горизонт, находящийся в почвенной толще» [10]; 4) «...безнапорные подземные воды в зоне аэрации, не имеющие сплошного распространения. Периодически накапливаются за счет интенсивных осадков и исчезают в результате испарения и перетекания в более глубокие горизонты» [14]; 5) «...это не вполне определенный гидрогеологический термин, означающий верхний горизонт грунтовых вод, часто временный, различного происхождения» [9]. Можно сделать вывод, что генезис верховодки, кроме самого раннего по времени определения, не связан с влиянием грунтовых вод и обусловлен лишь временным избыточным количеством атмосферных осадков.

Поскольку в Каменной степи трудно отделить верховодку от грунтовых вод, будем пользоваться распространенным термином «верховодка», хотя вполне подходящий – «почво-грунтовые» воды.

Крупномасштабные исследования верховодки черноземов в Каменной степи начали в 80-х годах прошлого столетия с усилением гидроморфизма почв. [4] Объективные предпосылки процессов переувлажнения черноземов были описаны в трудах В.В. Докучаева, где он рассматривал их в совокупности с другими «природными невзгодами», для борьбы с которыми предлагал комплекс мер (формирование систем лесополос, строительство каскадов прудов и систематического орошения, совершенствование систем земледелия). Для их успешной реализации потребовалась коренная мелиорация земель, своевременная и обоснованная коррекция мелиоративных мероприятий, постоянный временной и пространственный контроль (наблюдения) за происходящими изменениями в агроландшафтах, то есть фактически периодический мониторинг. Для этого была создана уникальная сеть гидроклиматических и почвенно-

геологических постов наблюдений, организована агрометеорологическая обсерватория.

Однако комплексное преобразование природы свелось преимущественно к лесопосадкам. Мониторинг и коррекцию мелиоративных проектов постепенно прекратили, лесополосы чахнут и гибнут, пересыхают пруды. Разработанные системы земледелия для черноземов не всегда дают ожидаемые результаты. Почвы уплотняются, снижается водопрочность агрегатов, на поверхности почв формируется корка, местами подкисляются, засоляются, осолонцовываются и переувлажняются. Предложения В.В. Докучаева были реализованы в локально-временной форме, причем длительность и комплексность мелиоративных мероприятий прерывались по разным причинам.

Во второй половине XX века стал проявляться процесс переувлажнения почв, не свойственный автоморфным черноземам. [3, 5, 7, 11] Увеличилось количество осадков, повысился УГВ и их минерализация. На фоне многолетнего влагосбережения и борьбы с эрозией, поверхностный сток сменился на внутриводный. [2] Из-за этого обострились проблемы использования в земледелии переувлажненных черноземов, их диагностика и таксономия. Оценка степени гидроморфизма почв, особенно в период глобальных изменений климатических параметров, а также в годовом цикле, определяет и разный характер применяемых технологий в земледелии, севооборотов, удобрений, методов борьбы с сорняками.

Цель работы – оценить состояние верховодки и УГВ в агрочерноземах Каменной степи на основе характеристики глубины залегания и минерализации грунтовых вод, особенностей рельефа и двучленности почвенно-грунтовой толщи.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследований – почвы и почвенный покров отдела земледелия площадью ~ 1 км<sup>2</sup>, ограниченный со всех сторон лесополосами, с севера – лесополосой 133. В данной СПП господствуют черноземы типичные в комбинации с перерытыми и выщелоченными черноземами. [12] На расположенном в контуре опытном поле № 2 (координаты – 51°03' 16,1" с.ш. и 40°44' 45,4" в.д., размер – 250 x 75 м) с 2013 года изучается влияние обработок и прямого посева на свойства типичных черноземов (Chernozems).

Поверхность опытного поля имеет общий уклон на восток к балке Таловая. Детальные полевые работы проводили в конце августа 2018 года после уборки ячменя в самый сухой период времени. С севера на юг заложен гидрогеолого-геоморфологический профиль из 8 скважин глубиной до 4 м с замером УГВ и отбором воды на анализ. Описания почв и грунтов вели по образцам (кернам скважин) через 10 см, определяя вскипание, визуальные признаки оглеения, гранулометрический состав. Анализы выполнены в Испытательном лабораторном центре Почвенного института имени В.В. Докучаева.

Пробоподготовку к гранулометрическому составу выполняли на диспергаторе зондового типа Digital Sonifier 450 (Branson, USA). Образец почвы

массой 0,02...0,03 г помещали в пластиковый стакан с 15 мл дистиллированной воды и диспергировали при энергии 450 Дж/мл. Гранулометрический состав определяли методом лазерной дифракции на анализаторе размеров частиц Bluewave (Microtrac, USA).

Положение скважин намечали по типу рельефа и контролировали профильной съемкой (георадар «Лоза», Россия). По характеру дифракции электромагнитных волн в подповерхностной среде установили литологическую неоднородность почвообразующих и подстилающих пород и оценивали предварительную глубину залегания верховодки и/или грунтовых вод. Принимали во внимание характер растительности, так как предположили, что почвы под пятнами зеленых сорняков (дурнишник обыкновенный – *Xanthium strumarium*) более влажные, а водонасыщенный горизонт может быть расположен ближе к поверхности.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поверхность опытного поля имеет полого-волнистый выровненный многолетней пахотой рельеф, что подтверждается плавными уклонами на север и юг соответственно 0,4 и 0,7 %. Максимальное превышение гребней «волн» над понижениями (следы «русел») составляет 1,45 м (см. рисунок). Нанорельеф, образованный вспашкой, характеризуется превышениями над основной поверхностью менее 0,5 м.

Черноземы сформированы на сильно карбонатных покровных суглинках разного цвета: бурых, коричневых, шоколадных, плотных, иловатых по гранулометрическому составу. Часто встречаются суглинки с морозобойными трещинами или усыхания, «работающие» как вертикальные дрены, через которые верховодка пополняется водой. [1] По генезису суглинки коричневого цвета представляют собой водные осадки, накопившиеся на поверхности морены после ухода ледника в пределах озер,

приуроченных к неровностям послеледникового рельефа. Гранулометрический состав пород, трещиноватость и пористость, обилие кротовин создают благоприятные условия для питания и циркуляции грунтовых вод в надморенных суглинках.

Вода в бурых (реже коричневых) покровных суглинках удерживается на тяжелых по гранулометрическому составу иловатых отложениях. Наиболее вероятные пути циркуляции воды в суглинках – многочисленные широкие вертикальные трещины, в настоящее время часто заполненные карбонатными новообразованиями. Степень карбонатности отдельных слоев сильно различается по степени вскипания и форме новообразований (от рыхлой белоглазки до журавчиков размером ~1 см).

Весной и после летних обильных дождей уровень грунтовых вод поднимается, профиль почвенно-грунтовой толщи насыщается влагой. Происходит, вероятно, смыкание верховодки с грунтовыми водами. В результате формируется временный водоносный горизонт (верховодка) на период, пока грунтовые воды за счет испарения и фильтрации не опустятся на свой сезонный или многолетний уровень.

По данным гранулометрического анализа нет существенной разницы между лёссовидными суглинками и более глубокими надморенными коричневыми отложениями, причем в обоих случаях преобладает фракция 0,05...0,005 мм (табл. 1). В какой-то степени это свидетельствует об однородности водоупорного и водовмещающего материала.

С 1892 по 2020 год в колодце № 1 Каменной степи УГВ изменялся в среднем по десятилетиям: 6,9 – 6,5 – 5,7 – 6,7 – 7,3 – 6,1 – 7,1 – 5,6 – 4,6 – 4,0 – 3,8 – 4,8 – 6,3 м. [1, 5] Эти колебания УГВ в 3 и более метров характеризуют два периода – засушливый, когда грунтовые воды на глубине 7...8 м, и влажный, продолжавшийся три десятилетия, начиная с 1977 года [5] Материнские и подстилающие породы насыщались водой на значительной площади,

Таблица 1.

Гранулометрический состав материнской породы почв Каменной степи

№ скважины	Глубина, см	Предполагаемая функция	Морфологический признак	Содержание, %		Гранулометрический состав
				ил	физическая глина	
2	290...300	Водовмещающая толща	Бурый суглинок	11	57	Суглинок тяжелый
	340...350	Водоупор	То же	9	46	То же
3	330...340	Водовмещающая толща	–//–	12	54	–//–
	400...410	Водоупор	«Шоколадная» глина	15	61	Глина легкая
4	260...270	Водовмещающая толща	Сильнокарбонатный суглинок	13	55	Суглинок тяжелый
	330...340	Водоупор	«Шоколадная» глина	16	64	Глина легкая
5	230...240	Водовмещающая толща	Карбонатная глина	15	62	То же
	270...280	Водоупор	«Шоколадная» глина	16	63	–//–
6	200...210	Водовмещающая толща	То же	16	64	–//–
	300...310	То же	–//–	17	65	–//–
	360...370	Водоупор	–//–	10	45	Суглинок тяжелый
7	200...210	Водовмещающая толща	–//–	16	64	Глина легкая
	240...250	То же	–//–	12	62	То же
	300...310	Водоупор	–//–	18	66	–//–
8	280...290	Водовмещающая толща	Бурый суглинок	10	51	Суглинок тяжелый
	350...360	Водоупор	То же	10	47	То же

что привело к локальному переувлажнению черноземов. [8, 12]

В 2009 году УГВ в колодце № 1 резко (за два предыдущих года) снизился на 2,5 м до отметки 6,6 м и по настоящее время постоянно находится на глубине 6,7...7,7 м. На фоне глобальных изменений климата последнее десятилетие относится к засушливому периоду, что подтверждается многочисленными проявлениями аридизации в Каменной степи в смене растительности, снижении уровня воды в водохранилище, пересыхании прудов, водоемов и колодцев.

Верховодка возникает и исчезает довольно быстро, с ней связаны темпы обводнения и иссушения почв, формирование влагозапасов и обеспеченность ими растений в вегетационный период. Основной фактор образования верховодки – тяжелый гранулометрический состав и двучленный характер пород. Не менее важен изменившийся в XX веке характер распределения осадков за год. На фоне их общего увеличения наблюдается одновременное повышение среднемесячных температур в зимний период. [5, 11] Формированию верховодки способствует динамика природных факторов почвообразования и антропогенное воздействие (лесоразведение, мелиорация, орошение, технологии земледелия в агроландшафтах степи, направленные на влагосбережение, защиту от водной эрозии, дефляции и т. д.).

Повышение температуры воздуха и уменьшение поступления влаги в почву за вегетационный сезон привели в последние годы к возрастанию степени аридизации почв на всей территории степи. Следует ожидать, что сухостепным условиям будут соответствовать не отдельные месяцы, а вегетационный период в целом, что может привести к потерям потенциала почвенного плодородия и снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Таким образом, наряду с глобальными и региональными изменениями климатических условий, локальные особенности почвообразующих и подстилающих пород определяют формирование верховодки и глубину ее залегания (годовая и сезонная).

Ниже приводятся краткие описания скважин с характеристикой морфометрических показателей свойств почв и грунтов (см. рисунок). Координаты

скважины: 1. – 51° 03' 08,8" с.ш. 40° 44' 42,4" в.д.; 2. – 51° 03' 34,6" с.ш. 40° 44' 51,6" в.д.

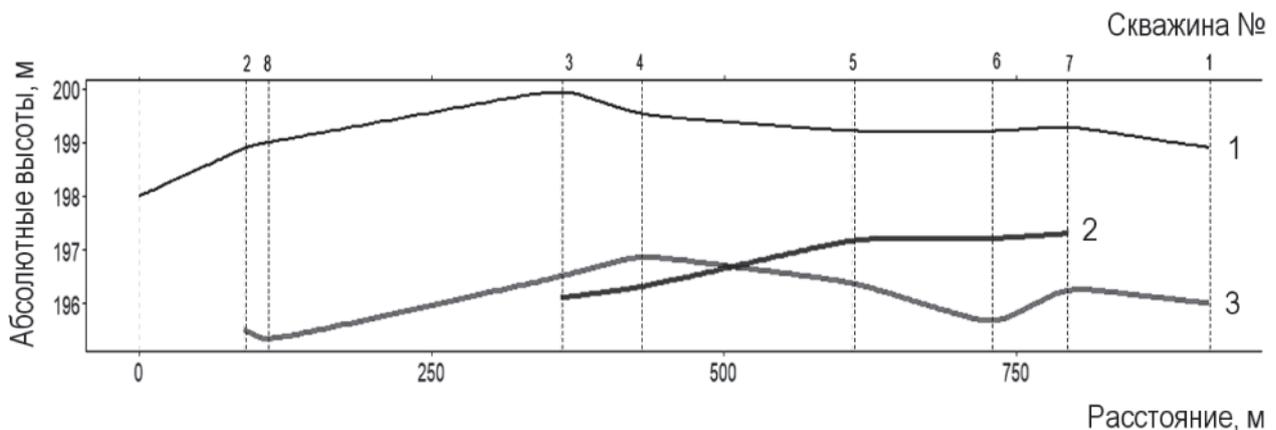
*Скважина 1* расположена в тех же условиях рельефа, что и 2 и 8. Главная особенность – отсутствие горизонта «шоколадной» глины. Вода отобрана с глубины 2,9 м.

*Скважина 2* заложена на пологом склоне, пятно дурнишника. Серо-бурый суглинок вскипает с 70 см, признаков оглеения нет, однородный по гранулометрическому составу; на глубине 200...240 см серо-бурый, влажный, непрочнокомковатый с многочисленной карбонатной плесенью и белоглазкой, тяжелый суглинок (глина); 240...300 см – сырой, буро-палевый тяжелый суглинок с редкими серыми затеками глинистого материала; 300...350 см – сырой, бурый с редкими серыми затеками, тяжелый суглинок; 350...400 см – буро-палевый, легкая глина. Вода с 3,4 м.

*Скважина 3* находится на максимальной высоте гидрогеолого-геоморфологического профиля, поверхность почвы сухая. Серо-бурый суглинок вскипает с 70 см; на глубине 200...350 см влажный, бурый, бурно вскипающий от 10 % HCL тяжелый суглинок с редкими выцветами карбонатов и марганцевыми конкрециями размером 1...2 мм; 350...390 см – водонасыщенная (мокрая) бурая глина с обильными новообразованиями белоглазки; 390...450 см – водонасыщенная однородная «шоколадного» цвета глина, очень плотная, вскипает от 10 % HCL, вода в скважине напорного характера.

*Скважина 4* на небольшом уклоне, стерне. Почвенная масса бурно вскипает с 60 см; на глубине 200...240 см серо-бурый тяжелый суглинок, влажный, с обильными выделениями белоглазки до 1...1,5 см; 240...260 см – мокрая, коричнево-бурая (не «шоколадная») глина с обильной белоглазкой, встречаются мелкие твердые конкреции 5...7 мм; 260...320 см – мокрый, подобен предыдущему тяжелый суглинок, с обильными выделениями белоглазки и журавчиков; 320...350 см – мокрая, однородная «шоколадная» глина, очень плотная, вскипает. Вода с 2,6 м.

*Скважина 5* в понижении мезорельефа на пятно дурнишника. С глубины 120 см бурый, бурно вскипающий тяжелый суглинок с белоглазкой; 200...250 см – сырая очень плотная карбонатная



Гидрогеолого-геоморфологический профиль: 1 – дневная поверхность почвы, 2 – уровень залегания «шоколадной глины», 3 – УГВ.

глина с белоглазкой и мелкими (3...5 мм) твердыми конкрециями (журавчики); 250...300 см – мокрая, очень плотная «шоколадная» глина, пропитана карбонатами различных форм. Вода с 2,8 м.

*Скважина* 6 расположена в тех же условиях мезорельефа, что и 5, на пятне дурнишника. Темно-серая с буроватостью почвенная масса вскипает с глубины 50 см; 200...250 см – свежая, типичная «шоколадная» глина, слабо вскипает от HCL; 250...300 см – свежая карбонатная в разной степени «шоколадная» глина; 300...360 см – влажная, типичная «шоколадная» карбонатная глина; 360...400 см – мокрая, типичная «шоколадная» карбонатная глина, очень плотная из-за карбонатов насыщающих минеральную массу породы. Вода с 3,6 м.

*Скважина* 7 заложена на относительно ровной поверхности, стерне. Буровато-серая почвенная масса вскипает с 50 см; 200...260 см – типичная влажная «шоколадная» глина, пропитанная разными формами новообразований карбонатов (белоглазка, плесень, присыпка на гранях агрегатов и разломов); 260...300 см – сырая, а с 300...320 см – мокрая карбонатная «шоколадная» глина, при высыхании покрывается белым налетом из карбонатной плесени. Вода с 3,0 м.

*Скважина* 8 на склоне, пятно дурнишника. Свежая, серо-бурая почвенная масса вскипает с 60 см; 200...240 см – бурый с серым оттенком, влажный, непрочно ореховато-комковатый тяжелый суглинок, встречаются карбонаты в форме присыпки; 240...370 см – бурый с серым оттенком тяжелый суглинок, сырой, вскипает; глубже 370 см – вода.

Все скважины вскрывают близкую по гранулометрическому составу, но разнородную по цвету и карбонатности почвогрунтовую массу, особенно глубже 200 см. Глубина залегания «шоколадной» глины сильно варьирует (от 2 до 4 м) и не коррелирует с рельефом (см. рисунок). В скважине 2 на глубине 200...240 см залегает погребенная почва и/или перерытый землероями горизонт почвообразующей породы (привнесенный из гумусового горизонта минеральный материал, насыщенный органикой). В этой скважине, как в 1 и 8, пробуренной для контроля обнаруженного погребения, до глубины 4 м не была вскрыта «шо-

коладная» глина, что, по нашему мнению, говорит в пользу гипотезы о перерытости горизонта 200...240 см. Отсутствие «шоколадной» глины в этих скважинах маркирует более рыхлый и благоприятный для жизнедеятельности землероев материал. Вероятно, что «шоколадные» глины в качестве водоупора расположены гораздо глубже, определяя разный уровень залегания верховодки и грунтовых вод. Это связано с особенностями ее отложения на поверхности морены. Заполняя неровности, горизонт «шоколадной» глины формирует внутрисочвенный рельеф территории Каменной степи, определяющий УГВ в разных ее частях.

Визуальные признаки оглеения в образцах почв и грунта не были обнаружены, что характеризует автоморфность. Зеленые пятна сорняков маркируют мезопонижения рельефа и близкое подстиление «шоколадных» глин, что диагностирует переувлажненные с поверхности черноземы.

Можно констатировать, что в августе (в сухой период после уборки урожая) УГВ изменяется в скважинах проложенного профиля от 2,6 до 3,7 м и расположен за пределами достаточно условной трехметровой зоны проявления гидроморфизма и коррелирует с рельефом.

Минерализация грунтовых вод в Каменной степи отличается высокой пространственной и временной вариабельностью, но на водоразделе она редко превышает 2 г/л при сохранении закономерности: рН близок к нейтральному, преобладают анионы  $SO_4$  или  $HCO_3$ . Среди катионов доминирует Na, что может привести к засолению почв. [13]

Минерализация воды во всех скважинах менее 1 г/л (исключение скважина 1: 1,44 г/л – слабоминерализованная), воды пресные (табл. 2). Скважины расположены на небольшом расстоянии друг от друга и принадлежат к одному потоку грунтовых вод, а скважину 1 можно отнести к другому бассейну их питания. Реакция (рН) воды из всех скважин нейтральная. Выявлено повышенное содержание нитратов, поступающих, вероятно, не только из удобрений, но и при разложении органики из верхних горизонтов почвы.

Таблица 2.

Химический состав и минерализация вод из скважин

Показатель	Скважина							
	1	2	3	4	5	6	7	8
рН	7,20	7,48	7,39	7,48	7,00	7,15	7,49	7,53
Сухой остаток, г/дм <sup>3</sup>	1,44	0,55	0,81	0,59	0,57	0,60	0,66	0,74
Щелочность общая, ммоль/дм <sup>3</sup>	73,04	34,48	38,16	37,28	29,12	38,32	46,08	47,52
Перманганатная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	7,72	2,72	4,32	4,00	2,64	4,00	3,52	3,68
$NO_3$	87,29	162,55	211,28	53,10	166,29	49,12	97,99	106,19
$SO_4$	304,34	28,19	121,86	78,57	71,52	75,52	87,82	78,16
Cl	9,75	18,65	10,05	16,00	13,68	14,23	15,45	21,52
$NH_4$	1,980	0,198	0,377	0,360	0,597	0,404	0,352	0,413
Na	324,29	49,79	147,57	117,94	13,55	116,26	131,93	174,84
Ca	59,25	124,72	112,56	62,53	183,42	67,49	47,44	99,64
Mg	37,04	50,07	39,66	33,37	43,40	36,70	44,76	34,87
K	1,11	0,64	0,82	1,54	0,67	1,13	0,89	0,98

При ПДК для питьевой воды 45 мг/л в скважине 3 содержание  $\text{NO}_3$  более 211 мг/л, возможно, связано с воздействием применяемых удобрений в условиях переувлажненных почв и пестроты почвенного покрова. Корреляция содержания  $\text{NO}_3$  с элементами рельефа не обнаружена. Имеется достаточно стабильный состав анионов и катионов в водах, что отражает их грунтовое происхождение, в отличие от верховодки, которая, формируясь в почвенном профиле, зависит от особенностей и пестроты его минерального состава.

Полученные данные характеризуют локальную и низкую концентрацию солей в грунтовых водах на данном участке Каменной степи, что может говорить о воздействии на грунтовые воды пресных атмосферных осадков, поступающих с верховодкой.

**Заключение.** Современный почвенный покров Каменной степи существенно отличается от впервые увиденного В.В. Докучаевым в XIX веке. Засухи того времени были восприняты как бедствие и все усилия направлены на мелиоративные мероприятия по обводнению территории, созданию местных водохранилищ, что в совокупности с изменением климата, увеличением осадков и их распределением в течение года привело к переувлажнению почв. В результате исследований на опытных полях установлено, что спорадическое переувлажнение почв пока не сказалось на гидроморфизме профиля черноземов, поскольку отсутствуют визуальные признаки оглеения. Но это не дает оснований для «перевода» черноземов из разряда автоморфных в полугидроморфные и/или черноземно-луговые.

Вместе с тем, вода, находящаяся на глубине около 3 м, безусловно, оказывает влияние на водный режим почв в более обильные по осадкам весенне-летние месяцы, а также на период формирования верховодки.

Сульфатно-натриевый состав пока еще пресных вод исследованной территории может быть потенциально опасен для засоления черноземов. В этом процессе важную роль будет играть верховодка, смыкающаяся с более глубокими грунтовыми водами.

Устойчивый с 2012 года УГВ в Каменной степи (по данным колодца № 1) находится ниже 7 м. В марте 2021 года вода в колодце не появилась. Последние десятилетние наблюдения – начало очередной природно-антропогенной аридизации. Увеличение атмосферных осадков зимой способствует формированию верховодки к началу посевов, которая создает хороший влагозапас на весь летний вегетационный период.

Прогнозировать длительность наступившей аридизации, ориентируясь на цикличность имеющих метеоданных и УГВ по Каменной степи, дело ближайшего времени. Современная технология земледелия в степи, ориентированная на традиционную и частично минимизированную обработку почв, остается приоритетной там, где влияние верховодки хорошо выражено. При недостатке поверхностной влаги рекомендуется прямой посев – фактор снижения испаряемости и накопления влаги в почве, апробированный на примере засушливой зоны Ставрополя.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Алифанов, В.М. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская, А.Ю. Овчинников. – М.: ГЕОС, 2010. – 158 с.
- Гребенников, А.М. Влияние разных способов обработки агрочерноземов на их влажностный и температурный режим в условиях высокой обеспеченности почв влагой / А.М. Гребенников, В.А. Беспалов, В.А. Исаев и др. // Современное состояние черноземов. Мат. Межд. научн. конф.: в 2-х томах. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2018. – Том 1. – С. 376–383.
- Зборишук, Ю.Н. Состояние черноземов обыкновенных Каменной степи / Ю.Н. Зборишук, В.Т. Рымарь, Ю.И. Чевердин. – М.: МГУ им. Ломоносова, 2007. – 158 с.
- Исаев, В.А. Обзор исследований периодически избыточно-увлажненных почв в Каменной Степи / В.А. Исаев, А.Л. Иванов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 1. – С. 17–23.
- Исаев, В.А. Динамика факторов почвообразования и их влияние на технологию земледелия в Каменной степи / В.А. Исаев, А.Л. Иванов, В.П. Белобров. – Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2020. – Вып. 104. – С. 5–30.
- Мониторинг земель: термины и определения Словарь-справочник. – М., 2003. – 402 с.
- Разумова, Н.В. Переувлажнение и подтопление почв и земель в Центральном регионе России / Н.В. Разумова, В.В. Разумов, Э.Н. Молчанов // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2016. – Вып. 82. – С. 3–27.
- Сорокина, Н.П. Факторы дифференциации и агрогенной трансформации почвенного покрова распаханых склонов в Каменной Степи / Н.П. Сорокина // Каменная Степь: проблемы изучения почвенного покрова / Науч. тр. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2007. – С. 97–120.
- Толковый словарь по почвоведению. – М.: Наука, 1975. – 286 с.
- Физико-агрономический словарь. – С-Пб., 2000. – 137 с.
- Хитров, Н.Б. Распространение сезонно переувлажненных и затопленных почв в Каменной степи (2006) / Н.Б. Хитров, Ю.И. Чевердин // Каменная степь: проблемы изучения почвенного покрова. / Науч. тр. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2007. – С. 121–133.
- Хитров, Н.Б. Структура почвенного покрова Каменной Степи / Н.Б. Хитров // Разнообразие почв Каменной Степи / Науч. тр. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. – С. 41–71.
- Чевердин, Ю.И. Минерализация грунтовых вод и особенности соленакопления сезонно переувлажненных черноземных почв / Ю.И. Чевердин, И.Ф. Поротиков // Разнообразие почв Каменной степи / Науч. тр. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. – С. 145–158.
- Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. – М.: Сов. энциклопедия, 1980. – 703 с.

## LIST OF SOURCES

- Alifanov, V.M. Paleokriogenez i raznoobrazie pochv centra Vostochno-Evropejskoj ravniny / V.M. Alifanov, L.A. Gugalinskaya, A.Yu. Ovchinnikov. – M.: GEOS, 2010. – 158 s.

2. Grebennikov, A.M. Vliyanie raznyh sposobov obrabotki agrochernozemov na ih vlazhnostnyj i temperaturnyj rezhim v usloviyah vysokoj obespechennosti pochv vlagoj / A.M. Grebennikov, V.A. Bespalov, V.A. Isaev i dr. // *Sovremennoe sostoyanie chernozemov. Mat. Mezhd. nauchn. konf.: v 2-h tomah.* – Rostov-na-Donu: Yuzhnyj federal'nyj universitet, 2018. – Tom 1. – S. 376–383.
3. Zborishchuk, Yu.N. Sostoyanie chernozemov obyknovennyh Kamennoj stepi / Yu.N. Zborishchuk, V.T. Rymar', Yu.I. Cheverdin. – M.: MGU im. Lomonosova, 2007. – 158 s.
4. Isaev, V.A. Obzor issledovaniy periodicheski izbytochno-uvlazhnyennyh pochv v Kamennoj Step'i / V.A. Isaev, A.L. Ivanov // *Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki.* – 2020. – № 1. – S. 17–23.
5. Isaev, V.A. Dinamika faktorov pochvoobrazovaniya i ih vliyanie na tekhnologiyu zemledeliya v Kamennoj stepi / V.A. Isaev, A.L. Ivanov, V.P. Belobrov. – *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva.* – 2020. – Vyp. 104. – S. 5–30.
6. Monitoring zemel': terminy i opredeleniya Slovar'-spravochnik. – M., 2003. – 402 s.
7. Razumova, N.V. Pereuvlazhnenie i podtoplenie pochv i zemel' v Central'nom regione Rossii / N.V. Razumova, V.V. Razumov, E.N. Molchanov // *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva.* – 2016. – Vyp. 82. – S. 3–27.
8. Sorokina, N.P. Faktory differenciacii i agrogennoj transformacii pochvennogo pokrova raspahannyh sklonov v Kamennoj Step'i / N.P. Sorokina // *Kamennaya Step': problemy izucheniya pochvennogo pokrova / Nauch. tr. – M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2007. – S. 97–120.*
9. *Tolkovoj slovar' po pochvovedeniyu.* – M.: Nauka, 1975. – 286 s.
10. *Fiziko-agronomicheskij slovar'.* – S-Pb., 2000. – 137 s.
11. Hitrov, N.B. Rasprostranenie sezonno pereuvlazhnyennyh i zatoplennyh pochv v Kamennoj stepi (2006) / N.B. Hitrov, Yu.I. Cheverdin // *Kamennaya step': problemy izucheniya pochvennogo pokrova. / Nauch. tr. – M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2007. – S. 121–133.*
12. Hitrov, N.B. Struktura pochvennogo pokrova Kamennoj Step'i / N.B. Hitrov // *Raznoobrazie pochv Kamennoj Step'i / Nauch. tr. – M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2009. – S. 41–71.*
13. Cheverdin, Yu.I. Mineralizaciya gruntovyh vod i osobennosti solenakopleniya sezonno pereuvlazhnyennyh chernozemnyh pochv / Yu.I. Cheverdin, I.F. Porotikov // *Raznoobrazie pochv Kamennoj stepi / Nauch. tr. – M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2009. – S. 145–158.*
14. *Chetyrekh'yazychnyj enciklopedicheskij slovar' terminov po fizicheskoj geografii.* – M.: Sov. enciklopediya, 1980. – 703 s.

Г.Ю. Рабинович, доктор биологических наук, профессор  
И.А. Трешкин, кандидат сельскохозяйственных наук  
ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»  
РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2  
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

УДК 631.559.2

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/61-65

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОСТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА И ИХ ОКУПАЕМОСТЬ ПРИБАВКОЙ УРОЖАЯ

*В статье рассмотрены сравнительные характеристики компостов традиционного торфонавозного и многоцелевого назначения (КМН), получаемого по технологии ускоренной ферментации органического сырья. Описан химический состав компостов и приведены биохимические показатели качества получаемого зерна. Исследования проводили на дерново-среднеподзолистой глееватой супесчаной почве и дерново-сильноподзолистой глееватой легкосуглинистой. Наибольшее количество элементов питания поступило с торфонавозным компостом, КМН с высоким содержанием калия и фосфора благоприятен для обедненных калием и в некоторых случаях фосфором дерново-подзолистых почв. Эффективность применения органических удобрений – основополагающий элемент повышения плодородия дерново-подзолистых почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Приведены результаты исследований влияния различных видов и доз компостов на формирование урожайности звена зерно-травяного севооборота. В первый год действия удобрений получена прибавка урожайности от внесения КМН в дозе 15 т/га – 70,4–85,1 %. За три года звена зерно-травяного севооборота прибавка урожая от использования КМН в разных дозах составила 19,7–76,4 %. От торфонавозного компоста урожай увеличился на 19,6–35,1 %. Наибольшее количество зольных элементов присутствовало в вариантах с торфонавозным компостом и КМН, что свидетельствует о богатстве компостов элементами питания. Самую большую окупаемость 21,6–31,2 кг д.в./кг NPK обеспечил КМН во всех дозах. При этом торфонавозный компост значительно меньше – 5,0–11,4 кг д.в./кг NPK. Максимальный коэффициент энергетической эффективности с применением КМН во всех дозах 27,9–37,1. Торфонавозный компост показал эффективность на уровне минеральных удобрений.*  
**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, торфонавозный компост, компост многоцелевого назначения (КМН), урожайность, продуктивность севооборота, окупаемость.

G.Yu. Rabinovich, *Grand PhD in Biological sciences, Professor*  
I.A. Treshkin, *PhD in Agricultural sciences*  
FRC «V.V. Dokuchaev Soil Science Institute»  
RF, 119017, g. Moskva, Pyzhevskij per., 7, str. 2  
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

## INFLUENCE OF ORGANIC COMPOSTS ON THE CROP ROTATION PRODUCTIVITY AND THEIR PAYBACK BY INCREASING THE YIELD

*The article deals with the comparative characteristics of traditional peat-manure compost and multipurpose compost (KMN) obtained by the technology of accelerated fermentation of organic raw materials. The chemical composition of composts as organic fertilizers is described and biochemical indicators of the quality of the resulting grain are given. The studies were carried out on soddy-medium-podzolic gley sandy loamy soil and on soddy-strongly podzolic gley light loamy soil. The largest amount of nutrients came from peat-manure compost, while KMN with a high content of potassium and phosphorus is most favorable for sod-podzolic soils depleted in potassium and, in some cases, phosphorus. The effectiveness of the use of organic fertilizers is a fundamental element in increasing the fertility of sod-podzolic soils and increasing the productivity of agricultural crops. The results of studies of the influence of various types and doses of composts on the formation of the yield of the link of grain-grass crop rotation are presented. In the first year of fertilization, the increase in yield from the application of KMN at a dose of 15 t/ha was 70.4–85.1 %. In general, over 3 years of the link of grain-grass crop rotation, the increase in yield from the use of KMN in different doses amounted to 19.7–76.4 %. At the same time, an increase in yield was obtained from peat-manure compost at the level of 19.6–35.1 %. The greatest amount of ash elements was observed in variants with peat-manure compost and KMN, which indicates the richness of composts with nutrients. The greatest payback of 21.6–31.2 kg a.i./kg NPK was provided by KMN in all doses. At the same time, peat-manure compost is much less – 5.0–11.4 kg a.i./kg NPK. The maximum coefficient of energy efficiency was provided by KMN in all doses of 27.9–37.1. Peat manure compost has shown efficiency at the level of mineral fertilizers.*  
**Key words:** sod-podzolic soil, peat-manure compost, multipurpose compost (KMN), yield, crop rotation productivity, payback.

Сохранение плодородия пахотных угодий связано с ежегодным накоплением почвами элементов питания и гумуса. Почвенный перегной – основной аккумулятор солнечной энергии на поверхности земли и гарант продуктивности почв. На малогумусовых почвах невозможно получить стабильно высокие урожаи возделываемых культур, поэтому важно его сохранить при интенсивном ведении сельскохозяйственного производства. Содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхневолжья

варьирует от 0,8 до 3,5 % при ежегодной минерализации 0,5...0,7 т/га. Такие почвы характеризуются низким содержанием элементов питания, невысокой биологической активностью, неблагоприятными агрофизическими свойствами. [1, 2, 4]

До 80 % урожая формируется за счет элементов питания, содержащихся в пахотном слое почвы, 20 % обеспечивают удобрения. Опыт хозяйств Тверской области подтверждает, что продуктивность полей в 1,5...2 раза выше на гумусированных почвах.

Поэтому для получения стабильных урожаев необходимо поддерживать достаточное содержание гумуса в почвах. При этом стандартное применение традиционных органических удобрений (навоз, торф и торфонавозный компост) не дают долгосрочного эффекта. Навоз в почве подвергается интенсивной минерализации ввиду наличия в нем свежего органического вещества, богатого белками, углеводами и зольными элементами. Его внесение не способствует накоплению дополнительного количества гумуса.

Кроме того, низкая поглотительная способность дерново-подзолистых почв даже при внесении высоких доз органических удобрений не позволяет повысить их гумусированность из-за того, что минеральная часть почвы плохо закрепляет вновь образованные гумусовые вещества. Гумус выносится из перегнойного слоя, для поддержания его уровня необходимо постоянно добавлять органические удобрения. [4]

При внесении навоза и торфонавозных компостов (ТНК) в почву вместе с питательными веществами заносится огромное количество семян сорняков, из-за которых теряется до 50...70 % питательных веществ. Применение всех видов навоза приводит к интенсивному заражению патогенной микрофлорой, жизнеспособность которой сохраняется в почве до 4...6 мес. Сельскохозяйственные культуры, выращенные на таких угодьях, обсеменяются патогенами и становятся небезопасными для человека и сельскохозяйственных животных. [1]

Восполнить содержание органического вещества в почве возможно внесением удобрений, отвечающим требованиям санитарно-бактериологического и санитарно-паразитологического контроля.

Финансовые затруднения товаропроизводителей Тверской области обязывают обратить внимание на доступные органические субстраты: навоз, помет, торф, солому и другие. Следует отметить, что использование навоза или помета в чистом виде малоэффективно ввиду их экологической небезопасности, поэтому на их основе лучше готовить компосты и другие биологически активные удобрения.

Актуальное направление по использованию технологий производства новых видов высокоэффективных удобрений – в рамках единого производственного цикла. Получаемые удобрения должны обогащать почву не только доступными элементами питания, но и полезной микрофлорой, а также быстро окупаться. Такие разработки следует внедрять на малогумусных почвах Верхневолжья.

Цель работы – изучить химический состав органических удобрений, определить их влияние на урожайность возделываемых в звене севооборота полевых культур и дать биоэнергетическую оценку.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на почвах: дерново-среднеподзолистой глееватой супесчаной на моренном суглинке и дерново-сильноподзолистой глееватой легкосуглинистой на морене. Дерново-подзолистая супесчаная почва – высокогумусированная, с вертикальным распределением по профилю гумуса и зольных элементов, сосредоточенных больше всего в пахотном слое. Дерново-сильноподзолистая легко-

суглинистая почва – относительно высокогумусированная в горизонте  $A_{\text{пах}}$  со средней насыщенностью обменными основаниями.

Сравнивали влияние компостов – торфонавозного и многоцелевого назначения (КМН) на урожайность звена зернотравяного севооборота. Один из вариантов сравнения – минеральные удобрения. При выборе доз удобрений исходили из полномасштабной дозы ТНК в 50 т/га. КМН вносили в норме 0,1; 0,2 и 0,3 от дозы ТНК, что составляло 5, 10 и 15 т/га соответственно. Минеральные удобрения вносили в эквивалентной КМН дозе по азоту. Количество вносимых элементов питания рассчитывали исходя из химического состава конкретного удобрения. Органические удобрения применяли весной перед посевом под первую культуру звена севооборота. Изучали последствие органических компостов.

КМН получали по технологии ускоренной ферментации из органических субстратов (навоз, помет, торф, опилки, солома и др.). Она достаточно проста для использования в любом сельскохозяйственном предприятии, в том числе фермерском хозяйстве. Технология позволяет эффективно переработать высоковлажные и низкобелковые отходы животноводства, использовать в биологическом круговороте инертные органические вещества торфа, опилок и соломы.

Компост многоцелевого назначения производился на основании ТУ 9841-003-00668732-2011 «Компост многоцелевого назначения». КМН – однородная сухая (55...70 % влаги), сыпучая, темно-коричневая субстанция без неприятного запаха; средняя плотность – 750 кг/м<sup>3</sup>. Удобрение легко перевозить и вносить в почву. Срок хранения не ограничен, так как в нем переработанные микрофлорой питательные вещества трансформируются незначительно и не теряют качества при хранении без укрытия. КМН отличается от традиционных компостов большей концентрацией (в 3...4 раза) питательных веществ, в 1 т КМН до 53 кг (табл. 1). [3, 5]

КМН способен в почве быстро мобилизовать элементы питания из верхнего горизонта. Это экологически чистый продукт, не содержащий тяжелые металлы, патогенную микрофлору, яйца и личинки гельминтов, вредных насекомых и всхожие семена сорняков.

На дерново-подзолистой супесчаной почве последовательность звена севооборота: ячмень – овес – викоовсяная смесь. На дерново-подзолистой легкосуглинистой: викоовсяная смесь – озимая рожь – ячмень. Агротехника возделываемых культур была типичная для Тверской области. Урожайность культур учитывали поделяночным, сплосным методом.

Количество элементов питания в почве и составов органических удобрений определяли общепринятыми способами, биоэнергетический КПД – методом энергетической эффективности: отношение

Таблица 1.  
Содержание питательных веществ в 1 т КМН, кг

Компост многоцелевого назначения	NPK	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
на основе навоза КРС	20...25	10...12	8...10	2...3
на основе птичьего помета	49...53	20...21	20...23	до 9

**Таблица 2.**  
**Химический состав органических удобрений, % а.с.в.**

Удобрение	Сорг.	pH сол.	N общ.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> общ.	K <sub>2</sub> O общ.	C:N	Сырая зола	Влажность
Торфонавозный компост	40,8	5,8	1,65	1,20	1,0	24,7:1	16,1	66,7
Компост многоцелевого назначения	40,6	6,7	4,28	3,07	1,7	9,5:1	18,7	59,1

количества энергии, накопленной в урожае и гумусе, к энергетическим затратам при внесении органических компостов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав органических удобрений представлен в таблице 2. Мы использовали торфонавозный компост – в основном подстилочный КРС с соотношением C:N – 24,7:1, и КМН – торф и навоз – 9,5:1. Оптимальным соотношением углерода к азоту в удобрениях считается 20...25:1. При разложении органических, бедных азотом (менее 1,8 %) удобрений, микроорганизмы будут использовать азот из почвы. Таким образом, ТНК, содержащий 1,65 % азота, не должен провоцировать микрофлору на извлечение минеральных соединений.

В то же время соотношение C:N КМН было довольно узкое – 9,5:1. Поэтому при избытке азота микрофлора почвы после разложения легкодоступного углерода из самого КМН, пожнивных и корневых остатков может начать минерализовать углерод почвы, изымая его из гумуса. Процессы гумификации едва ли будут покрывать убыль гумуса от его минерализации. Но благодаря большому количеству углерода в КМН (40,6 %) в почву поступает достаточное количество органического вещества для питания микрофлоры и положительного баланса гумуса в процессе гумификации.

Удобрительные свойства компостов зависят и от наличия в них доступных форм фосфора, калия и других элементов питания. КМН присуще высокое содержание фосфора и калия, что особенно благоприятно для обедненных калием и в некоторых случаях подвижным фосфором дерново-подзолистых почв.

Вместе с органическими составляющими в почву поступало и разное количество НРК. Выделили варианты с ТНК и КМН в дозе 15 т/га (рис. 1, 2-я стр. обл.).

Наибольшее количество элементов питания поступило с торфонавозным компостом (642 кг д.в./га), минимальное – с КМН в дозе 5 т/га – 186 кг д.в./га.

Результаты наших исследований свидетельствуют о значительном удобрительном эффекте органических компостов в год внесения их в почву. Эффективность органических компостов, их доз определяли, учитывая прибавку урожайности возделываемых культур относительно контроля. На дерново-подзолистой супесчаной почве в первый год внесения удобрений наибольший эффект был получен от КМН в максимальной дозе, прибавка урожая составила 85,1 % (табл. 3). Несколько меньший показатель урожайности ячменя (55,3 %) был в варианте с КМН в дозе 10 т/га; с минеральными удобрениями получена прибавка лишь 29,3 %, минимальная доза КМН 5 т/га – 21,8 %, близкая к ТНК – 20,7 %.

На второй год после внесения удобрений последствие компостов обеспечило прибавку урожайности овса аналогично первому. Только минеральные удобрения дали дополнительный урожай в размере математической погрешности – 1,1 %. На третий год была получена прибавка урожайности викоовсяной смеси: максимальная (73,4 %) от КМН в дозе 15 т/га, минимальная (11,1 %) с N<sub>88</sub>P<sub>88</sub>K<sub>88</sub>.

В среднем за три года действия удобрений максимальную урожайность 28,3 и 25,4 т зерн.ед./га удалось получить в вариантах с применением КМН в дозах 15 и 10 т/га, даже при минимальной дозе КМН (5 т/га) обеспечивала прибавку 35,6 %.

Аналогичную ситуацию прослеживали в севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (табл. 4). Максимальную урожайность викоовсяной смеси (29,4 т зерн.ед./га) в первый год действия удобрений получили на варианте с КМН (15 т/га), во второй (4,07 т зерн.ед./га) под озимой рожью. На третий год последствие удобрений с КМН в дозе 15 т/га максимальный урожай был получен у ячменя (2,31 т зерн.ед./га). КМН в дозе 10 т/га относительно ТНК обеспечил большую прибавку урожая, как в первый год, так и во второй. На третий год прибавка урожая ячменя на варианте с ТНК составила 47,8 %, от КМН в той же дозе – 38,3 %.

При внесении минеральных удобрений самая низкая прибавка урожая получена как в первый год действия удобрений, так и в последующие. За три года звена севооборота выявлена максимальная прибавка урожайности от внесения КМН в дозах 15 и 10 т/га.

Компосты влияют не только на урожайность сельскохозяйственных культур, но и на качество

**Таблица 3.**  
**Влияние органических компостов на урожайность культур на дерново-подзолистой супесчаной почве, т зерн.ед./га**

Вариант	Урожайность ячменя, первый год севооборота	+ к контролю, %	Урожайность овса, второй год севооборота	+ к контролю, %	Урожайность викоовсяной смеси, третий год севооборота	+ к контролю, %	Всего за три года звена севооборота	+ к контролю, %
Контроль	1,88	–	1,82	–	12,61	–	16,3	–
ТНК 47,9 т/га	2,27	20,7	2,02	11,0	15,17	20,3	19,5	19,6
КМН 5 т/га	2,29	21,8	2,01	10,4	17,84	41,5	22,1	35,6
КМН 10 т/га	2,92	55,3	2,51	37,9	19,97	58,4	25,4	55,8
КМН 15 т/га	3,48	85,1	2,94	61,5	21,87	73,4	28,3	73,6
N <sub>88</sub> P <sub>88</sub> K <sub>88</sub>	2,43	29,3	1,84	1,1	14,01	11,1	18,3	12,3

Таблица 4.

## Влияние органических компостов на урожайность культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, т зерн.ед./га

Вариант	Урожайность викоовсяной смеси, первый год севооборота		Урожайность озимой ржи, второй год севооборота		Урожайность ячменя, третий год севооборота		Всего за три года звена севооборота	+ к контролю, %
		+ к контролю, %		+ к контролю, %		+ к контролю, %		
Контроль	17,25	–	1,78	–	1,80	–	20,8	–
ТНК 47,9 т/га	22,41	29,9	2,99	68,0	2,66	47,8	28,1	35,1
КМН 5 т/га	20,14	16,8	2,51	41,0	2,24	24,4	24,9	19,7
КМН 10 т/га	24,95	44,6	3,36	88,8	2,49	38,3	30,8	48,1
КМН 15 т/га	29,40	70,4	4,07	128,7	3,21	78,3	36,7	76,4
N <sub>88</sub> P <sub>88</sub> K <sub>88</sub>	19,83	15,0	1,94	9,0	1,93	7,2	23,7	13,9

получаемой продукции. Важный показатель питательной ценности зерна – содержание белка. Оно целиком зависит от обеспеченности азотным питанием в сочетании с оптимальным фосфорным и калийным. Внесение КМН во всех дозах увеличило содержание сырого протеина в зерне ячменя на 6,0...6,7 % и переваримого – 7,9...8,8 % (табл. 5).

В вариантах с КМН и ТНК в зерне ячменя содержание нитратного азота было значительно ниже предельно допустимых норм. Внесение торфонавозного компоста способствовало максимальному накоплению в зерне кальция (0,8 г/кг).

В современных условиях большое значение имеет окупаемость затрат на внесение удобрений полученной прибавкой урожая возделываемых культур. Для получения сравнительных результатов по разным культурам мы перевели урожайность в зерновые единицы по общепринятым коэффициентам. Эффективность исследуемых доз удобрений рассчитывали окупаемостью 1 кг питательных веществ (NPK) полученной прибавкой урожая за три года проведения опыта: первый год – действие; два последующих – последствие (табл. 6).

На дерново-подзолистой супесчаной почве окупаемость вносимого КМН варьировала от 5,0 до 31,2 кг д.в. /кг NPK. Причем при меньшей дозе КМН (5 т/га) установлена большая окупаемость удобрений – 31,2; 10 т/га – 24,6; 15 т/га – 21,6. Следует отметить, что на дерново-подзолистой супесчаной почве окупаемость вносимых доз КМН оказалась обратно пропорциональна количеству вносимых удобрений. Этот показатель при внесении торфонавозного компоста и минеральных удобрений достигал 5,0 и 7,6 соответственно.

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве окупаемость возрастала с увеличением дозы КМН.

Таблица 5. Влияние органических компостов на биохимические показатели качества зерна ячменя

Вариант	Содержание питательных веществ в 1 кг зерна, г						
	протеин		клетчатка	зола	кальций	фосфор	нитратный азот, мг
	сырой	переваримый					
Контроль	90,8	66,8	43,6	21,2	0,6	4,1	42
ТНК 47,9 т/га	90,2	67,6	42,6	23,7	0,8	4,4	45
КМН 5 т/га	96,6	72,4	34,7	22,2	0,6	4,3	44
КМН 10 т/га	96,9	72,7	42,0	23,1	0,6	4,2	50
КМН 15 т/га	96,2	72,1	36,5	23,6	0,6	4,8	52

Несмотря на сбалансированность питательными веществами ТНК, в варианте с его использованием, как и в варианте с минеральными удобрениями, окупаемость была самой низкой (11,4 и 11,0 соответственно).

Выше отмечали (рис. 1), что КМН в дозе 15 т/га и торфонавозный компост были выровнены по содержанию азота (263 кг д.в./га). Но по содержанию фосфора (188 и 191 кг д.в./га) и калия (104 и 188 кг д.в./га) компосты различались (с фосфором не существенно). Гумусированность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы – 2,35, супесчаной – 2,22 %. По содержанию подвижного фосфора (240 мг/кг) и калия (182 мг/кг) эта почва превалировала над супесчаной, в которой содержание указанных элементов питания достигало лишь 212 и 142 мг/га соответственно. Окупаемость возрастающих доз КМН на легкосуглинистой почве пропорционально увеличивалась, а на супесчаной снижалась. Такая зависимость возможна изначально большей насыщенностью легких суглинков элементами питания.

Вместе с тем, слабая поглотительная способность дерново-подзолистых супесчаных почв и несбалансированность вносимых удобрений по элементам питания привели к обратно пропорциональной зависимости окупаемости удобрений от их доз. Недостаточное количество подвижных форм фосфора и калия стало лимитирующим фактором. Несбалансированность удобрений наблюдалась и на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в вариантах с ТНК и КМН в дозе 5 т/га. Поэтому более обеспеченный элементами питания ТНК дал прибавку урожайности выше, чем КМН в дозе 5 т/га. На дерново-подзолистой супесчаной почве этого удалось избежать из-за биологической активности КМН – недостающие элементы питания получены из почвы.

Энергетическая эффективность (биоэнергетический КПД) определяется отношением количества энергии, накопленной в урожае, к энергетическим затратам при внесении органических компостов. Коэффициент энергетической эффективности возделываемых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве аналогичен данным по окупаемости удобрений от вносимых видов и доз удобрений (рис. 2, 2-я стр. обл.).

Наибольший коэффициент энергетической эффективности получили от применения КМН. При этом, чем ниже доза внесения КМН, тем выше коэффициент (5 т/га – 34,4; 10 т/га – 32,0 и 15 т/га – 27,9), а энергия, накопленная урожаем, прямо пропорциональна вносимым дозам (144,9; 277,3; 366,4 соответственно). В такой же последовательности возрастали и затраты на их внесение. Максимальные затраты энер-

Таблица 6.

Сравнительная оценка окупаемости удобрений полученной прибавкой урожайности возделываемых культур за три года

Вариант	Внесено NPK с удобрениями, кг д.в./га	Дерново-подзолистая почва			
		супесчаная		легкосуглинистая	
		прибавка урожайности за три года звена севооборота, т зерн. ед./га	окупаемость удобрений прибавкой урожайности, кг д.в./кг NPK	прибавка урожайности за три года звена севооборота, т зерн. ед./га	окупаемость удобрений прибавкой урожайности, кг д.в./кг NPK
ТНК 47,9 т/га	642	3,2	5,0	7,3	11,4
КМН 5 т/га	186	5,8	31,2	4,1	22,0
КМН 10 т/га	370	9,1	24,6	10,0	27,0
КМН 15 т/га	555	12,0	21,6	15,9	28,6
N <sub>88</sub> P <sub>88</sub> K <sub>88</sub>	264	2,0	7,6	2,9	11,0

гии требовались для внесения ТНК (36,7), при этом коэффициент энергетической эффективности (7,4) находился на уровне, близком к варианту с применением минеральных удобрений (5,3).

Результаты окупаемости и энергетической эффективности схожи на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (рис. 3, 2-я стр. обл.). Количество накопленной растениями энергии оказалось прямо пропорционально урожайности возделываемых культур. Также возрастали и энергетические затраты на их внесение. Но максимальный коэффициент выдавал вариант с КМН в дозе 10 т/га – 37,1, другие варианты с КМН имели приблизительно равные показатели – 31,1...32,2.

На легкосуглинистой почве ТНК обеспечивал значительное накопление энергии урожаем, достигая – 437 ТДж/га. При этом коэффициент энергетической эффективности был также не высок, но на 42 % больше, чем в варианте с внесением минеральных удобрений.

#### Выводы:

1. КМН обеспечил значительный удобрительный эффект в первый год действия удобрений. Максимальная прибавка урожая ячменя (85,1 %) на дерново-подзолистой супесчаной почве и викоовсяной смеси (70,4 %) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве получен с КМН в дозе 15 т/га.

2. В последствии КМН на дерново-подзолистой супесчаной почве максимальная прибавка урожая овса – 61,5 % на второй год и викоовсяной смеси – 73,4 % на третий год (с дозой 15 т/га). Аналогичные результаты получены на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

3. Максимальная продуктивность звена зерно-травяного севооборота получена в варианте с КМН при максимальной дозе на дерново-подзолистой супесчаной почве – 28,3 и легкосуглинистой – 36,7 т зерн.ед./га. Продуктивность звена севооборота от применения ТНК (19,5...28,1) была на уровне варианта с минеральными удобрениями (18,3...23,7).

4. Наибольшую окупаемость затрат на внесение удобрений обеспечил КМН во всех дозах как на дерново-подзолистой супесчаной почве (21,6...31,2 кг д.в./кг NPK), так и легкосуглинистой (22,0...28,6). Окупаемость от внесения ТНК значительно уступала – 5,0...11,4 кг д.в./кг NPK.

5. Наибольший коэффициент энергетической эффективности установлен от внесения КМН во всех дозах на дерново-подзолистой супесчаной почве (27,9...34,4) и легкосуглинистой (31,1...37,1); от приме-

нения ТНК (7,4...11,6) был незначительно выше при использовании минеральных удобрений (4,9...5,3).

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акимов, А.А. Влияние баковой смеси современных гербицидов и удобрений на основе куриного помета на засоренность и урожайность ячменя / А.А. Акимов, П.С. Шоля // Вестник ТвГУ. Серия «Химия». – 2016. – № 4. – С. 194–205.
2. Замятин, С.А. Гумусовое состояние дерново-подзолистой почвы длительного стационарного опыта в Республике Марий Эл / С.А. Замятин, Р.Б. Максимова, А.Ю. Ефимова, С.А. Максуткин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 8. – С. 192–196.
3. Мельцаев, И.Г. Агротехника зерновых культур на дерново-подзолистой и серой лесной почвах Верхневолжского региона / И.Г. Мельцаев, С.Т. Эседуллаев // Владимирский земледелец. – 2019. – № 1. – С. 11–16.
4. Рабинович, Г.Ю. Научные основы, опыт продвижения и перспективы биотехнологических разработок: монография / Г.Ю. Рабинович. – Тверь: Твер. гос. ун-т., 2016. – 196 с.
5. Трусова, Л.А. Влияние органических удобрений на урожайность и качество свеклы столовой и шавеля / Л.А. Трусова, Д.В. Петров // Известия Санкт-Петербургского государственного университета. – 2017. – С. 52–58.

#### LIST OF SOURCES

1. Akimov, A.A. Vliyaniye bakovoj smesi sovremennykh gerbi-cidov i udobrenij na osnove kurinogo pometa na zasorennost' i urozhajnost' yachmenya / A.A. Akimov, P.S. Sholya // Vestnik TvGU. Seriya «Himiya». – 2016. – № 4. – S. 194–205.
2. Zamyatin, S.A. Gumusovoe sostoyaniye dernovo-podzolistoj pochvy dlitel'nogo stacionarnogo opyta v Respublike Marij El / S.A. Zamyatin, R.B. Maksimova, A.Yu. Efimova, S.A. Maksutkin // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2020. – № 8. – S. 192–196.
3. Mel'caev, I.G. Agrotekhnika zernovykh kul'tur na derno-vo-podzolistoj i seroj lesnoj pochvah Verhnevolszhskogo regiona / I.G. Mel'caev, S.T. Esedullaev // Vladimirskij zemledec. – 2019. – № 1. – S. 11–16.
4. Rabinovich, G.Yu. Nauchnye osnovy, opyt prodvizheniya i perspektivy biotekhnologicheskikh razrabotok: monografiya / G.Yu. Rabinovich. – Tver': Tver. gos. un-t., 2016. – 196 s.
5. Trusova, L.A. Vliyaniye organicheskikh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo svekly stolovoj i shchavelya / L.A. Trusova, D.V. Petrov // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2017. – S. 52–58.

**А.А. Евглевский, доктор ветеринарных наук, профессор**  
 Курский федеральный аграрный научный центр  
 РФ, 305021, г. Курск, ул. К. Маркса, 70 б  
**В.Н. Скира, доктор ветеринарных наук, профессор**  
 Российская академия наук  
 РФ, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 32А  
 E-mail: evgl46@yandex.ru

УДК 619:636.2:615.272

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/66-69

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЙОДИНОЛА В КОМПЛЕКСЕ С ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ ПРИ РИСКЕ РАЗВИТИЯ ЖИРОВОГО ГЕПАТОЗА КОРОВ

*Представлены результаты инъекционного применения йодметаболической композиции на основе хорошо известного в ветеринарии препарата йодинол в комбинации с янтарной кислотой в прогнозируемые периоды риска развития у лактирующих коров жирового гепатоза. Данные послеубойной экспертизы свидетельствуют о том, что жировое перерождение печени выявляют у 80 % выбракованных коров. Основная причина жирового перерождения печени у лактирующих коров — интенсивное вовлечение в энергетический обмен жировых запасов собственного тела. При этом часть из них не успевает метаболизироваться и откладывается в клетках печени, что ведет к ее коме и гибели коров. Теоретической основой применения йодметаболической композиции для профилактики жирового гепатоза послужили экспериментальные исследования ученых Института биофизики АН СССР по эффективности применения сукцинатов для активации энергетического обмена. Ими установлено, что янтарная кислота и ее соли-сукцинаты в десятки раз усиливают детоксикационную и метаболическую активность печени. Экзогенно вводимая янтарная кислота, даже в абсолютно низких дозировках, способствует нетипично высокому метаболическому эффекту, в частности увеличивает потребление кислорода клетками печени в 60 раз. По результатам клинических испытаний установлено, что инъекционное применение йодметаболической композиции обеспечило выраженную коррекцию патобioхимических процессов у высокоудойных коров при интенсивном вовлечении в энергетические процессы липидов собственного тела. Это благоприятным образом отразилось на показателях здоровья и сохранности коров.*

**Ключевые слова:** коровы, липолиз, жировой гепатоз, йодинол, янтарная кислота.

**A.A. Evglevskiy, Grand PhD in Veterinary sciences, Professor**  
 Kursk Federal Scientific Agricultural Center  
 RF, 305021, g. Kursk, ul. K. Marksa, 70 b  
**V.N. Skira, Grand PhD in Veterinary sciences, Professor**  
 Russian Academy of Sciences  
 RF, 119991, g. Moskva, Leninskij prospekt, 32A  
 E-mail: evgl46@yandex.ru

## EFFECTIVENESS OF IODINOL IN COMBINATION WITH SUCCINIC ACID AT RISK OF DEVELOPING FATTY HEPATOSIS IN COWS

*In this report, we present the results of injecting an iodometabolic composition based on the well-known veterinary drug yodinol in combination with succinic acid during the predicted periods of risk of developing fatty hepatosis in lactating cows. The results of the post-slaughter examination indicate that fatty liver degeneration is detected in about 80 % of culled cows. The main cause of fatty liver degeneration in lactating cows is the intensive involvement of the body's own fat reserves in the energy metabolism. With the intensive involvement of fats in the energy processes, some of them do not have time to be metabolized and are deposited in the liver cells, which leads to a liver coma and the death of cows. Theoretical basis for the application of iodotyrosines composition for the prevention of fatty liver was the experimental research of scientists of Institute of Biophysics on the assessment of the effectiveness of succinates activation energy metabolism. They found that succinic acid and its succinate salts increase the detoxification and metabolic activity of the liver tenfold. Exogenously administered succinic acid, even in absolutely low dosages, nevertheless provides an atypically high metabolic effect, in particular, to increase the oxygen consumption of liver cells by 60 times. According to the results of clinical trials, it was found that the injectable use of this composition provided a pronounced correction of pathobiochemical processes in high-yielding cows under conditions of intensive involvement of their own body lipids in energy processes. This had a positive impact on the health and safety of the cows.*

**Key words:** cows, lipolysis, fatty hepatosis, iodinol, succinic acid.

Экономически значимая проблема современного молочного животноводства — жировое перерождение печени у высокопродуктивных коров, которая выявляется у 80 % выбракованных по результатам послеубойной экспертизы. Главная причина жирового гепатоза — интенсивное вовлечение в энергетический обмен жировых запасов собственного тела. [1, 10, 11, 13] Это естественный физиологический процесс: вследствие глюкогенеза жиры в печени превращаются в глюкозу — основной ис-

точник энергии. Опасность заключается в том, что организм высокоудойных коров способен быстро использовать очень большое количество жиров — до 60 кг (1...2 кг/сут.). При столь интенсивном вовлечении в энергетические процессы жиров часть из них не успевает метаболизироваться и откладывается в клетках печени. По мере прогрессирования жировой инфильтрации печени в ней снижаются все метаболические процессы, в том числе энергетическая активность митохондрий. Она может

полностью утратить метаболическую и дезинтоксикационную функции, что ведет к коме печени и гибели животного. [4, 10, 14] Поэтому ключевое значение в профилактике гепатозов, в том числе жирового, приобретает активация энергетического обмена. Наиболее эффективный его активатор — янтарная кислота и ее соли-сукцинаты. [4, 6, 7, 9] И это не случайно. Экзогенно вводимая янтарная кислота, даже в абсолютно низких дозировках, обеспечивает нетипично высокий метаболический эффект, увеличивает потребление кислорода клетками печени в 60 раз. [6, 7] Значительное влияние малых доз янтарной кислоты при алиментарном ацидозе и кетозе было установлено еще в 1970-е годы М.Н. Кондрашовой. [6, 7] Эффективность применения сукцината натрия и аммония для купирования метаболического ацидоза показана в многочисленных работах ученых Института биофизики АН СССР [6, 7, 9] и в наших клинических исследованиях [2–4, 13], что и предопределяет перспективу использования янтарной кислоты или ее солей для активации вовлечения в энергетический обмен наиболее проблемных энергетических субстратов, таких как лактат (при метаболическом ацидозе), кетокислоты (кетозе), липиды (интенсивном липолизе). [4] При этом упускается самый важный фактор — йодная недостаточность. [2–4] Все виды обмена веществ (белковый, жировой, углеводный, макро- и микроэлементный, энергетический) зависят от гормонов щитовидной железы. В условиях тотального дефицита йода невозможна нормальная выработка гормонов, а отсюда и низкая эффективность тех или иных лечебно-профилактических и стимулирующих метаболизм препаратов [5, 8], в том числе препаратов с гепатопротекторной активностью. Это обстоятельство служит основанием для новых подходов коррекции патобиохимических процессов в части применения йод-метаболических композиций. [2–4, 13, 14] Наибольший клинический интерес представляет комплекс на основе хорошо известного в ветеринарии и медицине препарата йодиола и метаболита — гепатопротектора янтарной кислоты. [2–4, 13]

В ходе испытаний препарат оказался эффективным для коррекции метаболизма и купирования симптомов метаболического ацидоза. [2–4, 13]

Цель работы — обобщить результаты инъекционного метода применения композиции для профилактики жирового гепатоза у высокопродуктивных коров в прогнозируемые периоды риска развития болезни.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве йодметаболического препарата использовали комбинацию йодиола, содержащую 1 % янтарной кислоты (1 г кислоты на 100 мл йодиола). Сравнивали с действием стандартного фармакопейного йодиола.

Объекты испытаний — глубокостельные коровы молочной фермы СХПК «Амосовский» Курской области. Средняя молочная продуктивность на одну фуражную корову — 6000 кг молока. Клинический статус по стаду: у коров второй лактации ожирение тела 60 %; третьей — более 70 %. Тип кормления обычный — силосно-концентратный. Мероприятий

по профилактике жирового гепатоза в хозяйстве не проводили. В подопытные группы включали коров с высокой степенью упитанности (ожиревшие). У таких коров содержание гликогена в печени очень низкое, а риск интенсивного вовлечения липидов собственного тела в энергетические процессы самый высокий. Как правило, такие коровы заболевают в первый месяц лактации и быстро выбывают из стада. Принимая во внимание тяжелый, угрожающий здоровью, клинический статус коров, курс применения испытываемого препарата посчитали целесообразным сделать учащенным — один раз в 7 дней. Тестируемые препараты вводили внутримышечно в объеме 10 мл. Состояние здоровья подопытных животных контролировали клиническими наблюдениями и сопоставлением биохимических показателей с контрольной группой коров.

Биохимические исследования крови провели на автоматическом анализаторе Bio Chem FC-200.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе клинических наблюдений не было выявлено побочных эффектов при внутримышечном введении испытываемого препарата и фармакопейного йодиола. Тем не менее, у отдельных животных отмечалась несколько повышенная болезненная реакция. Припухлостей на месте укола не образовывалось. Это свидетельствовало об отсутствии раздражающего действия препаратов. Автор препарата «Йодиола» В.О. Мохнач установил, что йод и йодиды в составе высокополимеров, в частности, с крахмалом или поливиниловым спиртом, утрачивают раздражающее действие на ткани. Он первый допускал возможность применения йодиола не только внутрь или наружно, но и подкожно, внутримышечно, внутривенно, этим заложил основу для расширения сферы применения йодиола. Вплоть до отела не выявили существенных изменений в клиническом статусе животных.

Видимые изменения стали проявляться спустя 10...15 дней после отела. Как и следовало ожидать, у коров контрольной группы эти изменения проявились наиболее выражено — быстро начала снижаться масса тела. Это свидетельствовало об интенсивном вовлечении в метаболизм жировых запасов собственного тела. Вскоре обозначилась тенденция к снижению аппетита и молочной продуктивности. Спустя месяц после отела у большинства коров контрольной группы волосяной покров приобрел тусклый вид. В области шеи стали интенсивно выпадать волосы, кожа сухая и грубая. Во многом схожие, но менее выраженные клинические симптомы на 20...25 сут. лактационного периода проявились и у отдельных коров второй опытной группы, которым вводили фармакопейный йодиола. Качественно иной клинический статус имели коровы первой опытной группы, обработанные йодиолом в комплексе с янтарной кислотой. В этой группе наблюдалась хорошо выраженная тенденция увеличения молочной продуктивности, волосяной покров на теле ровный, блестящий.

При изучении влияния тестируемых препаратов на метаболические процессы коров установлена динамика биохимических показателей (табл. 1).

Таблица 1.

Влияние йодинола в комплексе с янтарной кислотой и фармакопейного йодинола на биохимический статус коров

Показатель	Фоновые данные (за 30 дн. до отела)	За 2...3 дня до отела	На 15-е сут. после отела	На 30-е сут. после отела
Общий белок, г/л	83,2±2,7	81,3±2,5	81,4±3,8	81,5±3,3
	82,8±3,5	82,3±2,7	85,6±2,7	87,1±2,8
	84,3±2,7	83,3±2,6	86,5±3,3	92,3±4,1
Глюкоза, ммоль/л	2,1±0,03	2,2±0,03	2,5±0,04	2,7 ±0,05
	2,0±0,02	1,9±0,02	2,2±0,03	2,3±0,02
	2,1±0,03	1,8±0,02	2,2±0,03	1,9±0,02
Триглицериды, ммоль/л	4,25±0,31	4,02±0,24	3,96±0,14	3,84±0,17
	3,98±0,27	4,26±0,31	4,28±0,17	4,25±0,21
	4,02±0,31	4,45±0,37	4,72±0,23	4,75±0,19
Холестерол, ммоль/л	4,25±0,22	3,86±0,14	3,96±0,19	3,89±0,18
	4,31±0,15	3,95±0,22	4,28±0,21	4,85±0,19
	4,26±0,12	4,02±0,27	5,35±0,29	6,23±0,32
Билирубин общий, мкмоль/л	6,72±0,91	8,31±0,78	8,37±0,76	8,39±0,87
	7,04±0,85	8,69±0,91	9,04±0,68	9,75±1,03
	7,03±0,82	8,02±7,69	9,78±1,02	11,27±1,19
Кетоновые тела, ммоль/л	0,4±0,01	0,6±0,02	0,7±0,02	0,9±0,03
	0,5±0,02	0,8±0,03	0,9±0,3	1,2±0,04
	0,5±0,02	0,9±0,04	1,3±0,04	3,1±0,07
АлАТ, ед/л	47,4±3,2	43,6±2,9	41,7±3,1	43,3±3,3
	48,2±3,1	45,8±3,0	56,3±3,1	54,5±3,4
	49,3±3,1	48,6±3,6	63,5±3,3	62,8±4,5
АсАТ, ед/л	89,5±3,7	87,4±4,1	90,3±4,6	89,8±4,1
	90,2±4,2	91,4±4,3	93,6±4,7	95,7±4,5
	90,4±4,1	93,5±4,2	98,2±4,5	98,4±4,3

Примечание. Показатели: верхняя строка – первой опытной группы (йодиол+ ЯК); средняя – второй (фармакопейный йодиол); нижняя – контрольной группы.

Исходный биохимический статус коров. Показатели общего белка, общих липидов, холестерина, общего билирубина, основных ферментов переаминирования аспартат-аминотрансферазы (АсАТ) и аланин-аминотрансферазы (АлАТ) в основном находились выше верхней границы физиологических значений. Уровень глюкозы в пределах нижней границы.

Наиболее выраженные изменения в биохимическом статусе подопытных коров проявились спустя две недели после отела. У коров первой опытной группы, на которых тестировался йодиол в комплексе с янтарной кислотой, содержание белка общих липидов, холестерина, и глюкозы было в пределах средних физиологических значений. Следовательно, энергетические процессы окисления жиров в печени протекают без отклонений. Об этом свидетельствует и низкий уровень кетоновых тел. Применение фармакопейного йодинола на коровах второй группы не оказало столь выраженного метаболического действия. У животных этой группы все биохимические показатели были или ниже (глюкоза) или выше (общие липиды, общий билирубин, холестерол, кетоновые тела, ферменты переаминирования АсАТ и АлАТ) физиологических значений. В этот период на порядок более выраженные отклонения от физиологических значений обозначились у коров контрольной группы. Это связано с активацией вовлечения в метаболизм липидов собственного тела, на что указывает и интенсивность образования кетоновых тел.

На 30-е сут. сохранилась стабилизация биохимических показателей у коров первой и второй опытных групп. У коров контрольной группы показатели

общего белка, липидов, билирубина, холестерина, кетоновых тел, ферментов переаминирования АсАТ и АлАТ были на 20...30 % выше физиологических значений, ниже нормы – уровень глюкозы (выраженный энергодефицит).

В течение 60 дн. лактационного периода в первой группе из 83 коров выбыло 3 (3,5 %), во второй из 84 – 9 (10,7 %), контрольной из 98 – 25 (25,5 %) (табл. 2).

Обобщая полученные результаты клинических наблюдений и биохимических исследований, можно сделать заключение о том, что применение йодинола в комплексе с янтарной кислотой в условиях белкового перекорма высокопродуктивных коров и интенсивного вовлечения в энергетические процессы липидов собственного тела обеспечивает эффективную нормализацию жирового обмена и профилактику развития жирового гепатоза.

Таблица 2.

Показатели выбытия коров на фоне применения фармакопейного и модифицированного йодинола

Группа	Препарат	Количество выбывших коров, %		
		20...30 дн.	30...60 дн.	Всего за 60 дн.
Первая опытная (n=83)	Йодиол + янтарная кислота	2 (2,4)	1 (1,2)	3 (3,5)
Вторая опытная (n=84)	Фармакопейный йодиол	4 (4,7)	5 (5,9)	9 (10,7)
Третья контрольная (n=98)		11 (11,2)	14 (14,3)	25 (25,5)

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Душкин, Е.В. Жировая дистрофия печени у молочных коров: методическое пособие / Е.В. Душкин. – Краснодар: СКНИИЖ, 2012. – 28 с.
2. Евглевский, Ал.А. Препараты йода – йодиол – неизвестные страницы, известное и новые качества при его модификации / Ал.А. Евглевский, И.И. Михайлова, Е.П. Евглевская и др. // Вестник Курской ГСХА. – 2015. – № 8. – С. 194.
3. Евглевский, А.А. Обоснование нового подхода к профилактике йодной недостаточности и коррекции метаболизма / А.А. Евглевский, В.Н. Скира, Г.Ф. Рыжкова, И.И. Михайлова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 2. – С. 67–70.
4. Евглевский, Ал.А. Дефицит энергии у высокопродуктивных коров: проблемы и решения / Ал.А. Евглевский, Е.П. Евглевская, И.И. Михайлова и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 4. – С. 61–64.
5. Ивницкий, Ю.Ю. Янтарная кислота в системе средств метаболической коррекции резистентности организма / Ю.Ю. Ивницкий, А.И. Головкин, Г.А. Сафронов. – С-Пб: Лань, 1998. – 82 с.
6. Кондрашова, М.Н. Терапевтическое действие янтарной кислоты / М.Н. Кондрашова. – Пушкино, 1976. – 234 с.
7. Кондрашова, М.Н. Выяснение и намечившиеся вопросы на пути исследования регуляции физиологического состояния янтарной кислотой / М.Н. Кондрашова // Тр. ин-та биофизики АН СССР. – Пушкино, 1976. – С. 12.
8. Коваленко, А.Л. Янтарная кислота: Фармакологическая активность и лекарственные формы / А.Л. Коваленко, Л.В. Леонов // Фармация. – 2000. – № 5. – С. 40–43.
9. Маевский, Е.И. Сукцинат аммония как средство коррекции ацидоза в условиях рабочей гипоксии / Е.И. Маевский и др. // Российский биомедицинский журнал Medline.ru. – 2001. – № 2. – С. 114.
10. Мищенко, В.А. Анализ причин заболеваний высокопродуктивных коров / В.А. Мищенко // Вестник Орел ГАУ. – 2008. – № 2. – С. 20–24.
11. Мищенко, В.А. Анализ нарушений обмена веществ у высокоудойных коров / В.А. Мищенко, А.В. Мищенко, В.В. Думова и др. // Ветеринария Кубани. – 2012. – № 6. – С. 15–17.
12. Мохнач, В.О. Йодиол в медицине и ветеринарии / В.О. Мохнач, А.В. Вальдман, П.Д. Евдокимов. – Л.: Наука, 1967. – 187 с.
13. Патент РФ 2664438 РФ от 17.08.2018 г. «Способ профилактики йодной недостаточности и коррекции метаболизма у коров».
14. Турнаев, С.Н. Причины выбытия высокопродуктивных коров на молочных комплексах Курской области: состояние, проблемы, пути решения / С.Н. Турнаев, Ал.А. Евглевский // Вестник Курской ГСХА. – 2014. – № 9. – С. 67–69.

**LIST OF SOURCES**

1. Dushkin, E.V. Zhirovaya distrofiya pecheni u molochnyh korov: metodicheskoe posobie / E.V. Dushkin. – Krasnodar: SKNIIZH, 2012. – 28 s.
2. Evglevskij, Al. A. Preparaty joda-jodinol – neizvestnye stranicy, izvestnoe i novye kachestva pri ego modifikacii / Al.A. Evglevskij, I.I. Mihajlova, E.P. Evglevskaya i dr. // Vestnik Kurskoj GSKHA. – 2015. – № 8. – S. 194.
3. Evglevskij, A.A. Obosnovanie novogo podhoda k profilaktike jodnoj nedostatochnosti i korrekcii metabolizma / A.A. Evglevskij, V.N. Skira, G.F. Ryzhkova, I.I. Mihajlova // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2019. – № 2. – S. 67–70.
4. Evglevskij, Al.A. Deficit energii u vysokoproduktivnyh korov: problemy i resheniya / Al.A. Evglevskij, E.P. Evglevskaya, I.I. Mihajlova i dr. // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2017. – № 4. – S. 61–64.
5. Ivnickij, Yu.Yu. YAntarnaya kislota v sisteme sredstv metabolicheskoy korrekcii rezistentnosti organizma / Yu.Yu. Ivnickij, A.I. Golovko, G.A. Safronov. – S-Pb: Lan', 1998. – 82 s.
6. Kondrashova, M.N. Terapevticheskoe dejstvie yantarnoj kisloty / M.N. Kondrashova. – Pushchino, 1976. – 234 s.
7. Kondrashova, M.N. Vvyasnenie i nametivshiesya voprosy na puti issledovaniya regulyacii fiziologicheskogo sostoyaniya yantarnoj kislotoj / M.N. Kondrashova // Tr. in-ta biofiziki AN SSSR. – Pushchino, 1976. – S. 12.
8. Kovalenko, A.L. Yantarnaya kislota: Farmakologicheskaya aktivnost' i lekarstvennye formy / A.L. Kovalenko, L.V. Leonov // Farmaciya. – 2000. – № 5. – S. 40–43.
9. Maevskij, E.I. Sukcinat ammoniya kak sredstvo korrekcii acidoza v usloviyah rabochej gipoksii / E.I. Maevskij i dr. // Rossijskij biomedicinskij zhurnal Medline.ru. – 2001. – № 2. – S. 114.
10. Mishchenko, V.A. Analiz prichin zabolevanij vysokoproduktivnyh korov / V.A. Mishchenko // Vestnik Orel GAU. – 2008. – № 2. – S. 20–24.
11. Mishchenko, V.A. Analiz narushenij obmena veshchestv u vysokoudojnyh korov / V.A. Mishchenko, A.V. Mishchenko, V.V. Dumova i dr. // Veterinariya Kubani. – 2012. – № 6. – S. 15–17.
12. Mohnach, V.O. Jodinol v medicine i veterinarii / V.O. Mohnach, A.B. Val'dman, P.D. Evdokimov. – L.: Nauka, 1967. – 187 s.
13. Patent RF 2664438 RF ot 17.08.2018 g. «Sposob profilaktiki jodnoj nedostatochnosti i korrekcii metabolizma u korov».
14. Turnaev, S.N. Prichiny vybytiya vysokoproduktivnyh korov na molochnyh kompleksah Kurskoj oblasti: sostoyanie, problemy, puti resheniya / S.N. Turnaev, Al.A. Evglevskij // Vestnik Kurskoj GSKHA. – 2014. – № 9. – S. 67–69.

**А.Н. Семикрасова, кандидат биологических наук**  
**И.В. Петрова, кандидат ветеринарных наук**  
**К.В. Жилина, младший научный сотрудник**

Научно-исследовательский институт пушиного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева  
 РФ, 140143, Московская обл., Раменский р-н, пос. Родники, ул. Трудовая, 6  
 E-mail: niipzk@mail.ru

УДК 636.09:636.92:616-002.1

DOI:10.30850/vrsn/2021/3/70-74

## ЕСТЕСТВЕННАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КРОЛИКОВ КРОССА РОДНИК В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СЕПСИСА, ВЫЗВАННОГО *STREPTOCOCCUS PYOGENES*

*На базе отдела экспериментального кролиководства ФГБНУ НИИПЗК создан межпородный мясной кросс кролика Родник с участием трех пород: белый великан, советская шиншилла и калифорнийская. Новый кросс отличается своей плодовитостью и скороспелостью, достоверно превышая своих сверстников исходных пород по мясной продуктивности. Важной задачей стало изучение биологических особенностей нового кросса, факторов неспецифической защиты его организма. В статье представлены данные об изучении неспецифической резистентности кросса Родник и исходных пород в условиях экспериментального сепсиса, вызванного *Streptococcus pyogenes*. Проведено экспериментальное заражение кроликов патогеном в дозе  $LD_{50}$ , в сравнительном аспекте изучены гематологические показатели крови, бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови, оценена выживаемость кроликов после заражения, изучены патологоанатомические и гистологические изменения в органах и тканях зараженных животных, проведены микробиологические исследования для выделения возбудителя из крови и внутренних органов. Установлено, что кролики кросса Родник имеют более высокую сохранность после заражения, в сравнении с исходными породами. При гистологическом исследовании внутренних органов патологические изменения у нового кросса менее выражены. Изучение качественной и количественной характеристики форменных элементов крови, а также лизоцимной и бактерицидной активности сывороток позволяют заключить, что кролики кросса Родник характеризуются более высокой резистентностью и реактивностью организма, по сравнению с исходными породами.*

**Ключевые слова:** кролик, кросс Родник, сепсис, заражение, *Streptococcus pyogenes*, резистентность, общий анализ крови, лизоцимная активность, бактерицидная активность, гистология.

**A.N. Semikrasova, PhD in Biological sciences**  
**I.V. Petrova, PhD in Veterinary sciences**  
**K.V. Zhilina, junior researcher**

Research Institute of Fur Farming and Rabbit Breeding named after V.A. Afanasyev  
 RF, 140143, Moskovskaya obl., Ramenskij r-n, pos. Rodniki, ul. Trudovaya, 6  
 E-mail: niipzk@mail.ru

## NATURAL RESISTANCE OF RODNIK CROSS RABBITS UNDER EXPERIMENTAL SEPSIS CONDITIONS CAUSED BY A *STREPTOCOCCUS PYOGENES*

*On the basis of the department of experimental rabbit breeding of the FGBNU NIIPZK, an interbreed meat cross of the Spring rabbit was created with the participation of three breeds: the white giant, the Soviet chinchilla and the California. The new cross is distinguished by its fertility and precocity, significantly exceeding its peers of the original breeds in meat productivity. An important task was to study the biological features of the new cross, the factors of non-specific protection of its body. The article presents data on the study of the nonspecific resistance of the Spring cross and the source rocks in the conditions of experimental sepsis caused by *Streptococcus pyogenes*. Experimental infection of rabbits of the Rodnik cross and the original breeds with the pathogen at a dose of  $LD_{50}$  was carried out, and the hematological parameters of blood, bactericidal and lysozyme activity of blood serum were studied in a comparative aspect, the survival rate of rabbits after infection was estimated, pathoanatomical and histological changes in the organs and tissues of infected animals were studied, microbiological studies were conducted to isolate the pathogen from the blood and internal organs. According to the results of the conducted studies, it was found that rabbits of the Spring cross have a higher safety after infection, in comparison with the original breeds. In the histological examination of the internal organs, the pathological changes in the new cross are less pronounced. The study of the qualitative and quantitative characteristics of the shaped blood elements, as well as the lysozyme and bactericidal activity of blood sera, allows us to conclude that the rabbits of the cross Spring have a higher resistance and reactivity of the body, compared to the original breeds.*

**Key words:** rabbit, cross Rodnik, sepsis, infection, *Streptococcus pyogenes*, resistance, complete blood count, lysozyme activity, bactericidal activity, histology.

В условиях интенсивно развивающегося кролиководства, наряду с разработкой рациональных методов кормления и содержания, а также селекционно-племенной работой, особое внимание следует уделять профилактике болезней животных. Отбор, разведение и выращивание наиболее выносливых и устойчивых к различным болезням животных

служат научно обоснованной предпосылкой к созданию здорового племенного стада, пригодного к длительному и интенсивному использованию. [7]

В связи с дефицитом качественного племенного молодняка кроликов актуальная задача – выведение альтернативного отечественного кросса для обеспечения ферм племенным материалом россий-

Таблица 1.

Определение LD<sub>50</sub> для белых мышей

Доза, см <sup>3</sup>	Заражающие единицы	Количество павших				
		Сутки				
		1-е	2-е	3-е	4-е	5-е
0,2	4,4*10 <sup>7</sup>	0	0	1	1	0
0,3	6,6*10 <sup>7</sup>	0	0	2	1	0
0,4	8,8*10 <sup>7</sup>	0	1	1	0	2
0,5	1,1*10 <sup>8</sup>	0	2	2	1	0
0,5	Физ. р-р	0	0	0	0	0

ского происхождения. [3] Молодняк кросса Родник, проявляя эффект гетерозиса по живой массе, достигает убойной кондиции не в 90-, а в 77-суточном возрасте, что интенсифицирует производство крольчатины и дает возможность получать в течение года дополнительную продукцию в тех же клетках. [1] Кросс достоверно превосходит контроль по плодовитости и живой массе молодняка. [4]

Чистопородные кролики восприимчивы ко многим инфекционным и паразитарным заболеваниям, устойчивость кросса Родник не установлена.

Цель исследования – изучить антибактериальную резистентность кросса Родник и исходных пород в условиях экспериментального сепсиса. Выбран возбудитель *Streptococcus pyogenes*, так как заболевания, вызываемые им, наиболее распространены в кролиководстве и составляют 30 % всех болезней (данные отчета ФГБНУ НИИПЗК).

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на базе ФГБНУ НИИПЗК. Сформированы 4 опытные группы кроликов (по 10 гол.) 45-дневного возраста: 1-я – кросс Родник, 2-я – белый великан, 3-я – советская шиншилла, 4-я – калифорнийская.

Кроликов заражали в дозе LD<sub>50</sub>. Для определения LD<sub>50</sub> *Str. pyogenes* выполнено предварительное исследование с заражением мышей патогеном. Исследуемую культуру, выращенную на мясо-пептонном агаре, смывали изотоническим раствором хлорида натрия и стандартизировали по McFarland так, чтобы в 1 мл этого раствора содержалось определенное количество микробных тел. Исследуемую взвесь бактерий вводили внутрибрюшинно. После предварительных исследований на мышках пересчитали дозировки для кроликов. [10]

Второй этап – основное исследование. Во всех группах оценивали выживаемость кроликов по показателям: общего анализа крови, бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, обнаружения возбудителя в крови и внутренних органах, а также пораженных органов.

До заражения на 3-и, 6 и 14-е сут. выполнен забор крови из краевой ушной вены для общего анализа крови, определения лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки. Кровь собирали в пробирки с ЭДТА, морфологические показатели определяли на гематологическом анализаторе BC-2800 Vet, Mindray. Сыворотку получали по общепринятой методике и исследовали в день взятия крови. [8, 9]

Павших во время опыта кроликов вскрывали для патологоанатомических и гистологических исследований, фиксированные ткани обезжировали и делали срезы на замораживающем микротоме, их окрашивали гематоксилин-эозином и исследовали световой микроскопией.

У всех животных проведен посев крови и внутренних органов на плотные и жидкие питательные среды по общепринятым микробиологическим методикам [5], идентифицировали микроорганизмы на анализаторе MicroTax.

В работе руководствовались правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных. [2]

Полученный в опытах цифровой материал обрабатывали статистически с применением компьютерной программы Microsoft Excel. [6]

### РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе проведено предварительное исследование по установлению LD<sub>50</sub> для возбудителя *Str. pyogenes* на мышках, во всех группах оценена смертность животных (табл. 1).

На основании первичных данных построили линейную регрессионную модель, учитывающую смертность животных в конце срока наблюдения (на 5-е сут.) под действием различных дозровок исследуемого агента. По результатам линейной регрессии рассчитана LD<sub>50</sub> для кроликов – 1,8 × 10<sup>8</sup> заражающих единиц.

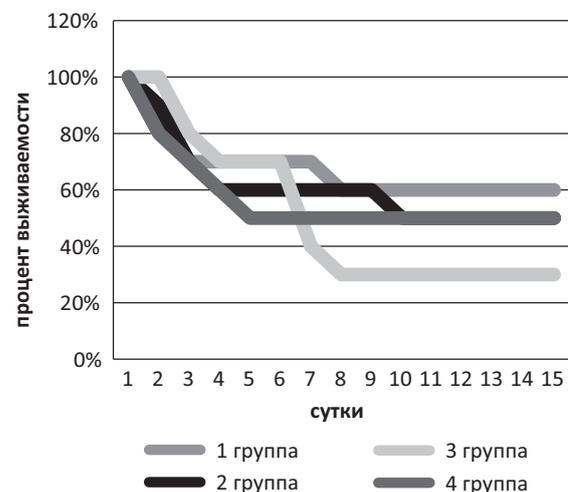
На втором этапе проведено основное исследование по изучению резистентности кроликов.

После заражения патогенной культурой *Str. pyogenes* учитывали падеж и выживаемость животных (см. рисунок).

Самая высокая выживаемость на последний день исследования у опытных кроликов была в 1-й группе – 60 % (6 гол.), в 3 и 4-й группах – 50, во 2-й – 30 %. Таким образом, у кроликов кросса Родник сохранность после заражения *Str. pyogenes* выше, чем у исходных пород.

В начале опыта, через 3, 6 и 14 сут. после заражения у всех кроликов определяли морфологический состав крови (табл. 2-5).

До заражения группы 1-я и 2-я были сопоставимы по всем показателям. В 3-й группе уровень



Динамика выживаемости животных.

Таблица 2.

Результаты общего анализа крови кроликов до заражения (M±m)

Показатель	Группа (n=10)			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	3,08±0,28	2,99±0,22	4,27±0,16***	3,22±0,16
Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	0,98±0,25	1,07±0,35	1,59±0,33	1,96±0,27
Лимфоциты, *10 <sup>9</sup> /л	0,19±0,06	0,21±0,03	0,30±0,04	0,14±0,02
Моноциты, *10 <sup>9</sup> /л	1,95±0,23	1,71±0,32	2,38±0,28	1,12±0,24**
Гранулоциты, *10 <sup>9</sup> /л	29,26±7,09	33,85±10,58	36,80±7,65	60,59±7,68***
Лимфоциты, %	6,04±1,18	7,5±0,83	7,59±0,98	4,69±0,56
Моноциты, %	63,80±6,38	58,25±9,79	55,61±6,82	34,72±7,25***
Гранулоциты, %	5,42±0,29	5,91±0,50	6,56±0,27**	6,11±0,50
Эритроциты, *10 <sup>12</sup> /л	104,40±7,32	123,60±9,98	134,30±6,29***	125,30±9,38*
Гемоглобин, г/л	37,03±2,08	40,23±3,71	43,59±1,53**	39,2±3,00

Примечание. \* – статистически значимое отличие от группы 1: \* p<0,95; \*\* p<0,99; \*\*\* p<0,999 (то же в табл. 3–7).

Таблица 3.

Результаты общего анализа крови кроликов через 3 сут. после заражения (M±m)

Показатель	Группа			
	1-я (n=7)	2-я (n=7)	3-я (n=8)	4-я (n=7)
Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	22,11±2,98	17,18±0,47	13,23±0,58***	16,96±0,69
Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	3,50±0,42	3,96±0,59	3,34±0,41	3,74±0,35
Лимфоциты, *10 <sup>9</sup> /л	0,61±0,09	0,69±0,08	0,54±0,16	0,90±0,11*
Моноциты, *10 <sup>9</sup> /л	18,00±3,23	12,54±0,58	9,35±0,55**	12,21±0,65*
Гранулоциты, *10 <sup>9</sup> /л	17,23±2,75	22,93±3,02	25,18±2,90*	22,07±1,80
Лимфоциты, %	3,10±0,56	3,99±0,57	3,94±1,16	6,61±0,78***
Моноциты, %	79,66±3,13	73,09±3,37	70,89±3,45*	71,43±1,78**
Гранулоциты, %	4,92±0,31	4,94±0,08	5,63±0,12*	4,88±0,16
Эритроциты, *10 <sup>12</sup> /л	96,00±2,70	98,86±1,34	112,50±6,28*	95,86±1,66
Гемоглобин, г/л	32,97±0,50	35,96±1,66	40,04±1,10***	34,46±0,43**

Таблица 4.

Результаты общего анализа крови кроликов через 6 сут. после заражения (M±m)

Показатель	Группа			
	1-я (n=7)	2-я (n=6)	3-я (n=7)	4-я (n=5)
Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	26,73±2,50	20,18±1,21***	16,60±0,31***	20,52±0,36**
Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	3,91±0,48	4,35±0,60	4,07±0,54	3,74±0,38
Лимфоциты, *10 <sup>9</sup> /л	0,67±0,10	0,90±0,24	1,23±0,15***	1,04±0,15*
Моноциты, *10 <sup>9</sup> /л	22,23±2,77	14,93±1,75***	11,59±0,41***	15,74±0,43**
Гранулоциты, *10 <sup>9</sup> /л	15,91±2,37	22,12±3,81	24,10±2,67***	18,34±1,65
Лимфоциты, %	2,87±0,55	4,87±1,44	7,51±0,77***	5,26±0,86**
Моноциты, %	82,21±2,78	73,27±4,82	68,96±3,32***	77,04±1,95
Гранулоциты, %	4,59±0,14	4,32±0,15	4,76±0,38	4,37±0,15
Эритроциты, *10 <sup>12</sup> /л	92,57±0,78	91,50±1,12	98,71±2,16***	92,00±0,35
Гемоглобин, г/л	32,51±0,36	33,07±0,41	40,50±1,58***	33,86±0,14***

лейкоцитов и эритроцитарные показатели статистически значимо выше, чем в 1-й. В 4-й содержание лимфоцитов и гемоглобина достоверно выше, а гранулоцитов ниже, чем в 1-й.

Через 3 сут. после заражения во всех группах резко повысились лейкоцитарные показатели, преимущественно за счет гранулоцитов, и снизились эритроцитарные. Такая картина крови характеризует развитие острого воспаления у животных. Группы 1-я и 2-я остались сопоставимы по всем показателям. В 3-й груп-

пе концентрация лейкоцитов и, в частности, гранулоцитов достоверно ниже, а содержание эритроцитов, гемоглобина и гематокрит выше, чем в 1-й. В группе 4 статистически значимы различия в концентрации моноцитов, гранулоцитов и гематокрита.

Через 6 сут. после заражения отмечается нарастание лейкоцитоза и эритропении. В 1-й группе лейкоцитоз, преимущественно за счет гранулоцитов, статистически выше, чем в других. У животных 3-й группы было самое высокое содержание гемо-

Таблица 5.

Результаты общего анализа крови кроликов через 14 сут. после заражения (M±m)

Показатель	Группа			
	1-я (n=6)	2-я (n=5)	3-я (n=3)	4-я (n=5)
Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	9,57±0,46	10,64±0,60	13,27±0,64***	10,32±0,47
Лимфоциты, *10 <sup>9</sup> /л	2,68±0,27	2,78±0,08	3,57±0,15**	3,08±0,15
Моноциты, *10 <sup>9</sup> /л	0,52±0,09	0,48±0,07	0,81±0,07**	0,48±0,06
Гранулоциты, *10 <sup>9</sup> /л	6,42±0,25	7,38±0,49	8,92±0,63***	6,76±0,35
Лимфоциты, %	27,67±1,85	26,42±0,91	27,28±1,41	30,01±1,17
Моноциты, %	5,67±0,73	4,41±0,57	6,55±0,71	4,60±0,45
Гранулоциты, %	66,83±1,91	69,20±0,96	67,17±1,87	65,41±1,35
Эритроциты, *10 <sup>12</sup> /л	5,69±0,19	5,23±0,13*	4,94±1,16**	5,13±0,10*
Гемоглобин, г/л	107,17±1,91	103,00±1,66	99,00±0,71***	102,10±1,12
Гематокрит, %	37,27±2,00	40,26±0,55	40,17±0,43	40,64±0,60

Таблица 6.

Бактерицидная активность сыворотки крови кроликов (M±m)

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
До заражения	20,83±0,47 (n=10)	22,81±0,38*** (n=10)	20,32±0,42 (n=10)	21,11±0,48 (n=10)
После заражения				
сутки				
3-и	37,14±0,72 (n=7)	34,71±0,70** (n=7)	34,38±0,92** (n=8)	32,14±0,59*** (n=7)
6-е	38,14±0,86 (n=7)	38,33±0,83 (n=6)	35,57±0,88* (n=7)	38,21±0,74 (n=5)
14-е	30,33±0,92 (n=6)	30,00±1,00 (n=5)	26,67±1,08** (n=3)	26,80±0,74** (n=5)

Таблица 7.

Лизоцимная активность сыворотки крови кроликов (M±m)

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
До заражения	36,1±0,66 (n=10)	38,00±0,65* (n=10)	36,31±0,47 (n=10)	34,91±0,43 (n=10)
сутки				
3-и	46,14±0,80 (n=7)	45,29±0,73 (n=7)	42,13±0,68*** (n=8)	43,43±0,66** (n=7)
6-е	41,71±0,31 (n=7)	41,67±0,37 (n=6)	39,57±0,62*** (n=7)	40,41±0,45** (n=5)
14-е	37,00±0,63 (n=6)	38,00±0,35 (n=5)	39,67±0,41*** (n=3)	38,60±0,57* (n=5)

глобина и гематокрит, разница с 1-й группой была также статистически значимой (p < 0,999).

Через 14 сут. после заражения наступило выздоровление выживших кроликов, нормализовались показатели крови. Однако отмечено пограничное значение уровня лейкоцитов в 3-й группе и достоверно (p < 0,999) выше, чем в 1-й. Также, у животных 1-й группы концентрация эритроцитов в крови статистически выше, чем в других.

До начала опыта, через 3, 6 и 14 сут. после заражения в опытных и контрольных группах кроликов оценили бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови (табл. 6, 7).

После заражения бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови у кроликов 1-й группы статистически выше, чем 3 и 4-й групп.

Также до начала опыта, через 3, 6 и 14 сут. после заражения проведен бактериологический анализ крови опытных и контрольных животных. До заражения бактерии не выделены, через 3 и 6 сут. после заражения у 100 % животных выделена патогенная культура *Str. Pyogenes*, через 14 сут. после заражения у кроликов 1, 2 и 4-й групп микрофлора не выделена, у одного кролика 3-й группы обнаружен *Str. pyogenes*.

После падежа кроликов выполнена полная necropsia трупов животных, с документацией всех отклонений от нормы, и микробиологические высевы из внутренних органов.

В результате патологоанатомического исследования у павших животных всех групп установлено: дряблость сердечной мышцы и печени (легко рвется), отек легких, скопление экссудата в грудной и брюшной полостях, вздутие желудка. При микробиологическом исследовании из сердца, легких, печени, почек, экссудата выделена патогенная культура *Str. pyogenes*.

По окончании опыта проводили эвтаназию выживших животных, а также патологоанатомическое и гистологическое исследования трупов.

Группа № 1 – кросс Родник: легкие серого цвета, с точечными кровоизлияниями, печень кровенаполнена, экссудат в брюшной полости, вздутие желудка и кишечника. В кишечнике эпителий имеет меньше повреждений, чем в других группах, мышечный слой стенки не поврежден, подслизистая нарушена, наблюдаются очаги воспаления. Собственная пластинка слизистой менее деградирует, чем в других группах (фото 1, а также 2, 3 на 4-й стр. обл.). В печени практически отсутствует воспаление, структура балок не

изменена (фото 2). В легких альвеолы не заполнены мокротой, сосуды не кровенаполнены, в сравнении с другими группами (фото 3).

При микробиологическом исследовании из экссудата выделена патогенная культура *Str. pyogenes*.

Группа № 2 — белый великан: легкие отечны, сероватого цвета, печень кровенаполнена, желудок и кишечник вздуты. В кишечнике собственная пластинка слизистой отслаивается от подслизистой, структура ворсинок нарушена (фото 4, а также 5, 6 на 4-й стр. обл.). В легких наблюдаются очаги воспаления, слизь скапливается в альвеолах (фото 5). В печени находятся незначительные клетки воспаления, в основном вокруг центральных вен (фото 6). В почках заметно воспаление, отек клубочков.

При микробиологическом исследовании патогенная микрофлора не выделена.

Группа № 3 — советская шиншилла: некроз брюшной стенки, легкие отечны, серого цвета, с кровоизлияниями, экссудат в брюшной полости, печень кровенаполнена, вздутие желудка и кишечника.

При гистологическом исследовании в кишечнике установлено нарушение структуры ворсинок и деградация собственной пластинки слизистой с расслоением подслизистой и мышечных волокон в мышечном слое стенки кишечника. В печени нарушена балочная структура клеток, отмечено воспаление, особенно вокруг центральных и портальных вен, а также в корковой зоне. В легких — накопление экссудата в альвеолах и воспаление с кровенаполнением сосудов.

При микробиологическом исследовании из легких и экссудата выделена патогенная культура *Str. pyogenes*.

Группа № 4 — калифорнийская: легкие отечны, сероватого цвета, печень кровенаполнена, экссудат в брюшной полости, желудок и кишечник вздуты.

При гистологическом исследовании в печени наблюдаются клетки воспаления вокруг вен, балочная структура нарушена, в результате чего может быть заброс желчи в кровь. В легких — экссудат в альвеолах, а также кровенаполнение сосудов и очаги воспаления. В кишечнике нарушена структура ворсинок, идет деградация собственной пластинки слизистой, отслоение слизистой от подслизистой оболочки, очаги воспаления, а также нарушение и расслоение волокон в мышечном слое стенки кишечника.

При микробиологическом исследовании из экссудата выделена патогенная культура *Str. pyogenes*.

Таким образом, кролики кросса Родник имеют более высокую реактивность и резистентность организма в сравнении с исходными породами в условиях экспериментального сепсиса, вызванного *Streptococcus pyogenes*.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Александров, В.Н. Продуктивность чистопородного и помесного молодняка кроликов отечественных пород белый великан и советская шиншилла / В.Н. Александров, А.Р. Жвакина, Т.Л. Чичкова // Кролиководство и звероводство. — 2013. — № 6. — С. 16–18.
2. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях // Страсбург. — 18 марта 1986 года.
3. Жвакина, А.Р. Сравнительная эффективность выращивания помесного молодняка кроликов до 77-

90-суточного возраста / А.Р. Жвакина // Кролиководство и звероводство. — 2015. — № 3. — С. 18–19.

4. Жвакина, А.Р. Основа создания мясной породной группы кроликов — трехпородный гибрид / А.Р. Жвакина, Н.И. Тинаев, Е.В. Голованова // Кролиководство и звероводство. — 2016. — № 4. — С. 16–18.
5. Лабинская, А.С. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / А.С. Лабинская. — М.: «Лань», 2020. — 592 с.
6. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. Школа, 1990. — 352 с.
7. Рютова, В.П. Болезни кроликов / В.П. Рютова. — М.: Россельхозиздат, 1985. — 124 с.
8. Саруханов, В.Я. Модификация метода определения бактерицидной активности крови сельскохозяйственных животных / В.Я. Саруханов, Н.Н. Исамов, Э.Б. Мирзоев, В.О. Кобылко // Сельскохозяйственная биология. — 2007. — № 2. — С. 119–122.
9. Саруханов, В.Я. Метод определения лизоцимной активности крови у сельскохозяйственных животных / В.Я. Саруханов, Н.Н. Исамов, И.М. Колганов // Сельскохозяйственная биология. — 2012. — № 2. — С. 119–122.
10. Хабриев, Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ — 2-е изд., перераб. и доп. / Р.У. Хабриев. — М.: ОАО «Издательство «Медицина»», 2005. — 832 с.

#### LIST OF SOURCES

1. Aleksandrov, V.N. Produktivnost' chistoporodnogo i pomesnogo molodnyaka krolikov otechestvennykh porod beliy velikan i sovetskaya shinshilla / V.N. Aleksandrov, A.R. Zhvakina, T.L. Chichkova // Krolikovodstvo i zverovodstvo. — 2013. — № 6. — S. 16–18.
2. Evropejskaya konvenciya o zashchite pozvonochnykh zhivotnykh, ispol'zuemykh dlya eksperimentov ili v inyh nauchnykh celyah // Strasburg. — 18 marta 1986 goda.
3. Zhvakina, A.R. Sravnitel'naya effektivnost' vyrashchivaniya pomesnogo molodnyaka krolikov do 77- i 90-sutochnogo vozrasta / A.R. Zhvakina // Krolikovodstvo i zverovodstvo. — 2015. — № 3. — S. 18–19.
4. Zhvakina, A.R. Osnova sozdaniya myasnoj porodnoj grupy krolikov — trekhporodnyj gibrid / A.R. Zhvakina, N.I. Tinaev, E.V. Golovanova // Krolikovodstvo i zverovodstvo. — 2016. — № 4. — S. 16–18.
5. Labinskaya, A.S. Obshchaya i sanitarnaya mikrobiologiya s tekhnikoj mikrobiologicheskikh issledovaniy / A.S. Labinskaya. — M.: «Lan'», 2020. — 592 s.
6. Lakin, G.F. Biometriya / G.F. Lakin. — M.: Vyssh. Shkola, 1990. — 352 s.
7. Ryutova, V.P. Bolezni krolikov / V.P. Ryutova. — M.: Rossel'hozizdat, 1985. — 124 s.
8. Saruhanov, V.Ya. Modifikaciya metoda opredeleniya baktericidnoj aktivnosti krovi sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh / V.Ya. Saruhanov, N.N. Isamov, E.B. Mirzoev, V.O. Kobylko // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 2007. — № 2. — S. 119–122.
9. Saruhanov, V.Ya. Metod opredeleniya lizocimnoj aktivnosti krovi u sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh / V.Ya. Saruhanov, N.N. Isamov, I.M. Kolganov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 2012. — № 2. — S. 119–122.
10. Habriev, R.U. Rukovodstvo po eksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniyu novykh farmakologicheskikh veshchestv — 2-izd., pererab. i dop. / R.U. Habriev. — M.: OAO "Izdatel'stvo "Medicina", 2005. — 832 s.