

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL
VESTNIK OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE

№ 2 — Март-Апрель — 2021
March-April

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

Адрес: 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 32 А,
Отделение сельскохозяйственных наук РАН, оф. 1006
Тел.: 8 (495) 938-17-51, 8 (985) 445-94-24, 8 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

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

EDITOR
Academician of RAS G.A. Romanenko

EDITORIAL BOARD:
Academician of 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 Agroengineering 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 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 – **R.P. Senina**

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

Address: 119334, Moscow, Leninsky prospekt, 32 A,
Department of Agricultural Sciences
Tel.: +7 (495) 938 17-51, +7 (985) 445-94-24, +7 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

Содержание / Contents

● НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGY

- 4** Панфилов В.А. / Panfilov V.A.
Синергетический подход к проектированию сложных технологий АПК/ Synergistic approach to the design of agroindustrial complex sophisticated technologies

● АГРОНОМИЯ/AGRONOMY

Растениеводство и селекция / Crop production and selection

- 8** Темирбекова С.К., Куликов И.М., Афанасьева Ю.В., Охотникова Т.В. / Temirbekova S.K., Kulikov I.M., Afanaseva Yu.V., Okhotnikova T.V.
Изучение исходного материала озимой пшеницы для селекции устойчивых к стрессовым факторам сортов / Initial material for breeding stress-resistant winter wheat cultivars
- 15** Зенкина К.В., Асеева Т.А. / Zenkina K.V., Aseeva T.A.
Отбор селекционных линий ярового тритикале в СП-2 в стрессовых условиях Среднего Приамурья / Selection of spring triticale breeding lines in SP-2 under the Middle Amur region stress conditions
- 19** Грабовец А.И., Фоменко М.А., Олейникова Т.А., Железняк Е.А. / Grabovets A.I., Fomenko M.A., Oleynikova T.A., Zheleznyak E.A.
Новые сорта озимой мягкой пшеницы – итог реализации разработок по селекции на продуктивность и адаптивность / New varieties of winter soft wheat it is a results from selection in adaptability and productivity
- 23** Шихмуратов А.З. / Shikhmuradov A.Z.
Влияние генов солеустойчивости на селекционно ценные признаки линий твердой пшеницы / Influence of salinity tolerance genes on selectively valuable traits of durum wheat lines
- 26** Барковская Т.А., Гладышева О.В. / Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V.
Биологическая эффективность применения препарата гуминовой природы в технологии возделывания яровой пшеницы / Biologic effectiveness of humic nature preparation application in spring wheat cultivation
- 31** Рашидова Д.К., Якубов М.М., Шарипов Ш.Т., Мамедов Н.М. / Rashidova D.K., Yakubov M.M., Sharipov Sh.T., Mamedov N.M.
Внутренний контроль при определении урожайности семенного хлопка-сырца / Internal control in determining of seed raw cotton yield
- Защита растений / Plant protection*
- 35** Яковлев П.А. / Yakovlev P.A.
Обзор определительных ключей для идентификации вредителей запасов *Carpophilus Dimidiatus* (Fabricius, 1792) и *Carpophilus Hemipterus* (Linnaeus, 1758) (Insecta: Coleoptera: Nitidulidae) / Overview of identification keys for definition pests of stocks *Carpophilus Dimidiatus* (Fabricius, 1792) и *Carpophilus Hemipterus* (Linnaeus, 1758) (Insecta: Coleoptera: Nitidulidae)

- 40** Волкова Г.В., Гладкова Е.В., Мирошниченко О.О. / Volkova G.V., Gladkova E.V., Miroshnichenko O.O.
Вирулентность северокавказской популяции *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* / Virulence of the North Caucasian population of *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici*
Почвоведение / Soil Science
- 46** Иванов Д.А., Карасёва О.В., Рублюк М.В., Анциферова О.Н. / Ivanov D.A., Karaseva O.V., Rublyuk M.V., Antsiferova O.N.
Изучение динамических процессов в агроландшафте на примере многолетних трав / Study of dynamic processes in the agricultural landscape using a perennial grasses example
- 51** Теймуров С.А., Ярмагомедов А.Н., Рамазанов А.В., Бабаев Т.Т. / Teymurov S.A., Yarmagomedov A.N., Ramazanov A.V., Babaev T.T.
Влияние видов удобрений на динамику питательных веществ в пахотном слое лугово-каштановой почвы / Influence of fertilizers types on the nutrients dynamics in the arable layer of a meadow chestnut soil
Мелиорация / Melioration
- 56** Дубенок Н.Н., Ольгаренко Г.В. / Dubenok N.N., Olgarenko G.V.
Перспективы восстановления мелиоративного комплекса Российской Федерации / Recovery prospects for the Russian Federation reclamation complex
- ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИКА / VETERINARY AND ZOOTECHNICS
- 60** Рахматуллин Э.К., Скляр О.Д., Гизатуллина Ф.Г., Курин С.Г. / Rakhmatullin E.K., Sklyarov O.D., Gizatullina F.G., Kurin S.G.
Состояние детоксирующей системы печени при применении «Стартин-фито» / Status of a liver detoxing system when using «Startin-phyto»
- 64** Фёдорова О.А., Сивкова Е.И., Серкова М.И. / Fedorova O.A., Sivkova E.I., Serkova M.I.
Динамика суточной активности различных видов кровососущих мошек на юге Тюменской области / Trends in the daily activity of different types of blood-sucking midge in the south of Tyumen Region
- ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ / PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEER SYSTEMS
- **67** Раднаев Д.Н., Петунов С.В., Бадмацыренов Д-Ц.Б. / Radnaev D.N., Petunov S.V., Badmatsyrenov D-Ts. B.
Агротехническое обоснование способа посева и рабочих органов сеялки зерновой стерневой / Agrotechnical substantiation of the sowing method and working bodies of the grain stubble seeder

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 25.03.2021 г. Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 8,56. Уч.-изд. л. 8,75. Заказ № 10. 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

В.А. Панфилов, академик РАН

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
РФ, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
E-mail: vap@rgau-msha.ru

УДК 631.17

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/4-7

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АПК

В статье отражены некоторые аспекты проектирования технологий будущего. В центре внимания находится синергетический подход к разработке сложных технологических систем производства продуктов питания. Круг обсуждаемых вопросов включает: особенности синергетического проектирования сквозных технологий продуктов питания путем сжатия в единое целое разнообразных технологий АПК; организационные вопросы создания и функционирования открытых, нелинейных и неравновесных технологий; закономерности усложнения технологий как естественного процесса развития; механизм нарастания сложности технологий агропромышленного комплекса; новую синергетическую картину эволюционных и революционных преобразований технологий; механизм создания проектов инновационных технологий; условия саморазвития сложных технологий АПК; роль отрицательной и положительной обратных связей в эффективном функционировании и развитии сложных технологий; синергетический процесс саморазвития технологии как чередование эволюционного и революционного этапов; взаимное усиление производящих и перерабатывающих технологий при объединении их в системный комплекс. Особое внимание уделено диалектическим законам развития при проектировании технологий будущего.

Ключевые слова: синергетическое проектирование, сложные технологические системы, механизм усложнения технологий, саморазвитие эрготехнических систем, обратные связи, этапы синергетического процесса.

V.A. Panfilov, Academician of RAS

K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University – MTAА
RF, 127550, g. Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49
E-mail: vap@rgau-msha.ru

SYNERGISTIC APPROACH TO THE DESIGN OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX SOPHISTICATED TECHNOLOGIES

The article reflects some aspects of designing future technologies. The focus is on a synergistic approach to the development of complex technological systems for food production. The range of issues to be discussed includes: the features of synergistic design of cross-cutting food technologies by compressing various agro-industrial complex technologies into a whole; organizational issues of creation and functioning of open, non-linear and non-equilibrium technologies; patterns of complication of technologies as a natural developmental process; the mechanism of increased complexity of technologies in the agro-industrial complex; a new synergistic picture of evolutionary and revolutionary of technologies transformations; mechanism of innovative technologies projects creation; conditions for self-development the agro-industrial complex sophisticated technologies; the role of negative and positive feedbacks in the effective functioning and development of sophisticated technologies; a synergistic process of technology self-development as an alternation of evolutionary and revolutionary stages; mutual reinforcement of manufacturing and processing technologies when they are combined into a system complex. Special attention is giving to the development dialectical laws when designing future technologies.

Key words: synergistic design, complex technological systems, mechanism of technological complexity, self-development of ergo-technical systems, feedbacks, synergetic process stages.

В науке и инженерии возникает качественно новый вид деятельности, обусловленный выходом в сферу социально-технологических разработок. Это так называемое синергетическое проектирование, направленное на создание сложных целостных технологических систем, отличающихся значительно увеличенным количеством элементов и связей, их иерархической организованностью. При этом окружающая среда рассматривается, как особый элемент проектируемой технологии и становится также объектом проектирования.

Синергетическое проектирование – наука о соединении в единое целое отдельных больших технологических систем таким образом, чтобы они совместно функционировали для достижения общей цели. В АПК это технологии производства сельскохозяйственной продукции, разборки ее на анатомические части, их хранение, технологии сборки из этих частей продуктов питания и хранения до реализации.

Особенность социально-технологических разработок в том, что научное сопровождение не может быть отнесено ни к естественным, ни к техническим, ни к общественным наукам. Эти разработки базируются на трансдисциплинарной методологии – синергетике, сочетающей в себе системный, кибернетический и информационный подходы. [10]

Понятия синергетики приводят к коренному пересмотру представлений о механизме функционирования известных технологий АПК при объединении их в сложные системы, что в свою очередь влияет на вектор научно-технического развития агропромышленного комплекса. [5]

Цель работы – обозначить особенности проектирования и создания в АПК сложных технологических систем для производства основных продуктов питания.

В основу статьи положены исследования известных ученых в области синергетики: В.И Аршинова,

Р.Г. Баранцева, В.Г. Буданова, Е.Н. Князевой, С.П. Курдюмова, Г.Г. Малинецкого, И. Пригожина, В.С. Степина, Д.И. Трубецкова, Г. Хакена, Д.С. Чернавского.

Особенности организации сложных систем. Качество сложной системы, которая возникает в результате взаимоусиления больших систем, не исчерпывается свойствами ее составляющих — отдельных технологий АПК. Сложные системы открыты для обмена веществом, энергией и информацией с внешней средой. Основная особенность открытой системы заключается в том, что она возникает в результате деятельности человека и базируется на знаниях. Таким образом, возникает необходимость организации новой формы научных знаний о технологических процессах в АПК в новом их видении, дающем целостное представление как о закономерностях реализации процессов в агропромышленном комплексе и их взаимосвязях, так и о методах поддержания их системности. [8] Линейное мышление, характерное для исследования и оптимизации отдельных технологий АПК, то есть больших систем, неприемлемо при проектировании и создании нелинейной сложной реальности, что может привести к неудаче в установлении закономерностей проектирования сложных технологий АПК.

Усложнение технологий — закономерность процесса развития. Развитие любой системы — это нарастание сложности, выражающейся преимущественно в росте новых свойств, и менее заметное приращение количества. Вся история технологий обработки земли, выращивания растений, животных, птицы, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции связана с переходом от простого к сложному. Следовательно, развитие технологии можно рассматривать как необходимый тренд нарастания сложности. Механизм усложнения технологий проявляется через флуктуации (случайные отклонения) состояний разнообразных процессов: технологических в оборудовании, организационных в общении производственного персонала, управленческих в действиях администрации. Такие флуктуации обычно подавляются во всех динамически стабильных и адаптивных системах за счет отрицательных обратных связей, обеспечивающих сохранение близкого к стабильному состоянию системы. Но в сложных технологических системах отклонения со временем возрастают, накапливаются и, в конце концов, приводят к появлению новаций, обусловленных действием суммы случайных факторов. Эти новации возникают в технологиях с достаточным количеством разнообразных процессов, взаимодействующих между собой через связи.

Процесс усложнения бесконечен. При этом всегда есть внешние факторы — потоки вещества, энергии и информации, которые раскручивают синергетический механизм развития системы путем повышения ее выживаемости и эффективности. Причем этот механизм связан с действием не только факторов притяжения, но и факторов отталкивания. Если притяжение ассоциируется с системообразующим фактором, то отталкивание — с отторжением каких-либо частей целого, разрушением системы. В действительности же целостное образование способно возникнуть и нормально развиваться только

в том случае, если в нем одновременно присутствуют и притяжение, и отталкивание. Если бы системы строились только на основе притяжения, то они вылились бы в конгломеративные образования. Это означало бы и лишение их всякой противоречивости как источника развития. Поэтому единство притяжения и отталкивания — один из важнейших системоразвивающих факторов. [1] Объединение в рамках АПК производящих и перерабатывающих технологий становится не только источником выживания в условиях мощной конкуренции, но и источником дальнейшего развития в виду противоречивости технологических целей: процессов производства сельскохозяйственной продукции и ее переработки.

В проектируемой синергетической картине АПК приоритетными становятся процессы взаимообусловленных изменений в структуре отдельных технологий, их содействия и согласованное протекание в пространстве и во времени.

Основную закономерность проектирования сложного целого в АПК можно сформулировать следующим образом: синтез больших эволюционирующих технологий в одну сложную структуру происходит посредством установления общего темпа их эволюции. Причем интенсивность процессов в различных подсистемах (отдельные большие технологии) сложной системы (сквозная технология АПК) может быть разной (уровень механизации, автоматизации, информационное обеспечение, управляемость и т. д.). При проектировании сложной технологии устанавливается одинаковый темп развития технологических процессов: объединяемые технологии попадают в одно русло, начинают развиваться с равной скоростью. Тем самым ускоряется развитие тех технологий, которые интегрируются в сложную технологию, и целое развивается быстрее составляющих его частей. Таким образом, технологиям АПК (производящие и перерабатывающие) выгоднее быть в одной сложной системе и развиваться вместе, ибо это связано с экономией материальных, энергетических и других ресурсов. [6]

Кооперативные процессы, согласованные резонансные взаимодействия компонентов сложной системы, интеграция их совместных усилий приводят к саморазвитию (с участием человека) этой системы, благодаря чему рождаются инновационные проекты технологий. Стержнем таких проектов могут стать технологические требования к выходным параметрам процессов по всей технологической цепочке (поток) от запросов потребителя до ресурсов производителя. Фрагменты двадцати восьми цепочек в виде технологических требований к показателям 15 сортов овощей и 13 сортов плодов, предназначенных для различных видов консервирования, разработаны во ВНИИ технологии консервирования филиале ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» Российской академии наук. [4]

Саморазвитие сложных технологий. Процессы саморазвития могут происходить только в системах, обладающих высоким уровнем сложности с большим количеством элементов, связи между которыми имеют преимущественно вероятностный характер. Причем при взаимодействии с окружающей средой эти процессы в той или иной мере автономны, то есть относительно независимы от среды.

В человеко-машинных (эрготехнические) системах, в которых человек с помощью машины осуществляет свою трудовую деятельность, понятие саморазвития характеризует динамическую адаптивную систему, самостоятельно выбирающую цели своего развития и критерии их достижения, изменяя свои параметры, структуру и другие характеристики в заданном человеком направлении. [2]

Для технологий АПК свойственны резкие ухудшения функционирования даже при сравнительно небольшом изменении внешних воздействий или ошибок в управлении. Поэтому вопросы саморазвития технологий всегда актуальны.

Традиционная наука уделяет основное внимание устойчивым процессам, порядку, однородности и равновесию. Она изучает, главным образом, замкнутые системы и оптимизирует линейные соотношения, в которых малое воздействие извне вызывает малый отклик на выходе. Но для технологий АПК характерны неустойчивость и неравновесие. Поэтому при проектировании сложных технологий возникает необходимость в методологии, которая описывает стохастические процессы и предлагает разрешение нелинейности поведения сложных систем. Важное свойство нелинейности процессов — их пороговый характер: при плавном изменении внешних условий поведение системы изменяется скачком. В состояниях далеких от равновесия слабые возмущения (флуктуация) оказывают сильное воздействие на систему, разрушая сложившуюся структуру и способствуя ее радикальному качественному изменению. Между системой и средой возникает обратная положительная связь, а именно: система влияет на среду таким образом, что создаются определенные условия, которые в свою очередь обуславливают инновационные изменения в самой этой системе. [11] По этому сценарию открытые и сильно неравновесные эрготехнические системы АПК саморазвиваются. Можно выделить два периода: плавное эволюционное изменение с хорошо предсказуемыми линейными закономерностями, приводящими систему к некоторому неустойчивому критическому состоянию, и выход из этого состояния одномоментно, скачком с переходом в новое устойчивое состояние с большой сложностью и упорядоченностью, что упрощает процесс функционирования.

Вместе с этим недостаточно сложные системы не способны ни к спонтанной адаптации ни, тем более, к саморазвитию, и при получении чрезмерного количества вещества, энергии и информации теряют свою структуру и разрушаются.

Изменение параметров эрготехнических, технических, технологических и других систем — это всегда работа конкретных людей: агрономов, зоотехников, инженеров, менеджеров, администраторов. То, что исследователю представляется скачком, быстрым переходом на новый уровень сложности системы может для конкретного человека составить целый этап жизни.

Синергетический процесс саморазвития технологий — это чередование эволюционных (адаптационные) и революционных этапов. Эволюционный этап — процесс оптимизации: агроном «шлифует» сорт, инженер «шлифует» конструкцию изделия,

управляющий добивается лучшей работы коллектива. Революционный этап — агроном создает новый сорт, инженер изобретает инновационную конструкцию, управленец производит коренную реорганизацию. Таким образом, история технологий АПК есть чередование эволюционных этапов, когда специалист применяет полученные им во время учебы знания, и революционных, когда человек создает то, чему его ранее не обучали.

Наиболее перспективными при проектировании сложной технологической системы оказываются те отдельные сельскохозяйственные и перерабатывающие технологии, функции которых соответствуют потребностям сложной системы. То есть сложная система, специализируясь, положительно воздействует на организацию той большой системы, чьи функции отвечают ее специализации. Эта большая система (отдельная технология) в целом становится специализированной и может существовать только как часть сложной системы, в которой сформировалась. Всякий переход большой системы в другую неизбежно вызывает ее преобразование.

Необходимо отметить, что целостность сложной технологической системы рассматривается как принципиальная несводимость свойств этой системы к сумме свойств технологических систем ее составляющих. В то же время свойство каждой отдельной системы зависит от ее места и функции в сложной системе. [9] Поэтому уровень качества и целостности сложной технологической системы есть результат взаимоусиления технологий ее составляющих. Таким образом, сложная технологическая система в результате саморазвития становится суперсистемой, состоящей из иерархии взаимосвязанных больших систем (отдельные технологии АПК разного уровня сложности), в которой технологии более низкого иерархического уровня — это элементы системы более высокого иерархического уровня. Чтобы описать закономерности суперсистемы, необходимо знать параметры, характеризующие ее и каждую большую систему в отдельности. [7]

Концепция саморазвития, как возникновение мощной положительной обратной связи должна стать в XXI веке новой парадигмой научных изысканий в АПК. Именно синергетические эффекты, характеризующиеся как эффекты кооперативного действия в суперсистемах, приводящие к изменению качества функционирования, служат адекватным инструментарием оценки инноваций в сложных системах. Поэтому эффект взаимного усиления технологий приобретает на производстве особо важное значение. Кроме того, концепция саморазвития предусматривает неоднозначность будущего, существование моментов неустойчивости, связанных с выбором путей дальнейшего развития и особую роль человека в нелинейных ситуациях ветвления путей и выбора оптимального пути развития. Оптимальный путь определяется не столько прошлым, историей, традициями технологии, сколько будущим, в частности устойчивыми состояниями, которые направляют эволюцию системы к определенной цели. [3]

Объединение сельскохозяйственных и перерабатывающих технологий в сложные технологические системы представляется неизбежным с точки

зрения синергетики, которая находится в русле материалистической диалектики и ее законов развития (переход количественных изменений в качественные, отрицание отрицания, единство и борьба противоположностей).

Выводы. Во второй половине XXI века технологии АПК будут представлять сквозные сложные технологии производства основных продуктов питания, реализуемые на основе новой индустриализации агропромышленного комплекса. По-видимому, именно в таком облике АПК России войдет в Шестой технологический уклад. Планы изысканий научно-исследовательских институтов Отделения сельскохозяйственных наук РАН должны учитывать закономерности организации, строения, функционирования и развития технологий будущего как сложных целостных образований.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аверьянов, А.Н. Системное познание мира: методологические проблемы /А.Н. Аверьянов. – М.: Политиздат, 1985. – 263 с.
2. Баранцев, Р.Г. Синергетика в современном естествознании /Р.Г. Баранцев. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 160 с.
3. Иванов, В.В. Россия: XXI век. Стратегия прорыва. Технологии. Образование. Наука / В.В. Иванов, Г.Г. Малинецкий – М.: ЛЕНАНД, 2017. – 304 с.
4. Мегердичев, Е.Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для различных видов консервирования / Е.Я. Мегердичев. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 96 с.
5. Панфилов, В.А. Вектор научных изысканий при создании технологий АПК будущего / В.А. Панфилов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020, № 1. – С. 4–8.
6. Панфилов, В.А. Системный комплекс «Аграрно-пищевая технология» / В.А. Панфилов // Вестник российской сельскохозяйственной науки – 2015. – № 4. – С. 6–9.
7. Панфилов, В.А. Теория технологического потока. 3-е изд. /В.А. Панфилов. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 320 с.
8. Пригожин, А.И. Организации: системы и люди / А.И. Пригожин. – М.: Политиздат, 1983. – 176 с.
9. Садовский, В.Н. Основания общей теории систем / В.Н. Садовский. – М.: Наука, 1974. – 280 с.
10. Синергетика: Будущее мира и России / Под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: Издательство ЛКИ, 2016. – 384 с.
11. Трубицков, Д.И. Введение в синергетику: Хаос и структуры /Д.И. Трубицков. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – 240 с.

LIST OF SOURCES

1. Aver'yanov, A.N. Sistemnoe poznanie mira: metodologicheskie problemy /A.N. Aver'yanov. – М.: Politizdat, 1985. – 263 s.
2. Barancev, R.G. Sinergetika v sovremennom estestvoznanii /R.G. Barancev. М.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2009. – 160 s.
3. Ivanov, V.V. Rossiya: XXI vek. Strategiya proryva. Tekhnologii. Obrazovanie. Nauka / V.V. Ivanov, G.G. Malineckij – М.: LENAND, 2017. – 304 s.
4. Megerdichev, E.Ya. Tekhnologicheskie trebovaniya k sortam ovoshchnyh i plodovyh kul'tur, prednaznachennym dlya razlichnyh vidov konservirovaniya / E.Ya. Megerdichev. – М.: Rossel'hozakademija, 2003. – 96 s.
5. Panfilov, V.A. Vektor nauchnyh izyskanij pri sozdanii tekhnologij APK budushchego / V.A. Panfilov // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2020, № 1. – S. 4–8.
6. Panfilov, V.A. Sistemnyj kompleks «Agrarno-pishchevaya tekhnologiya» / V.A. Panfilov // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki – 2015. – № 4. – S. 6–9.
7. Panfilov, V.A. Teoriya tekhnologicheskogo potoka. 3-e izd. / V.A. Panfilov. – М.: INFRA-M, 2019. – 320 s.
8. Prigozhin, A.I. Organizacii: sistemy i lyudi /A.I. Prigozhin. – М.: Politizdat, 1983. – 176 s.
9. Sadovskij, V.N. Osnovaniya obshchej teorii sistem / V.N. Sadovskij. – М.: Nauka, 1974. – 280 s.
10. Sinergetika: Budushchee mira i Rossii / Pod red G.G. Malineckogo. – М.: Izdatel'stvo LKI, 2016. – 384 s.
11. Trubickov, D.I. Vvedenie v sinergetiku: Haos i struktury / D.I. Trubickov. – М.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2014. – 240 s.

С.К. Темирбекова, доктор биологических наук, профессор
 Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
 РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, Большие Вяземы

И.М. Куликов, доктор экономических наук, академик РАН

Ю.В. Афанасьева, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства
 РФ, 115598, г. Москва, ул. Загорьевская, 4

Т.В. Охотникова

ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)

РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44

E-mail: sul20@yandex.ru

УДК 633.11:631.5:57.022

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/8-14

ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ УСТОЙЧИВЫХ К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ СОРТОВ

Представлены результаты 50-летнего изучения генофонда озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР на устойчивость к абиотическим стрессовым факторам в условиях Московской области согласно «идеалу» сорта, отмеченного Н.И. Вавиловым в 1935 году. Критичными годами изучения по зимостойкости из 50 лет выделены 10, к переувлажнению только 2013 год, почвенной засухе – 1988, атмосферной засухе – 1972 и 2010 годы. Анализировали следующие признаки и свойства: морозоустойчивость, устойчивость к резкой смене температур и оттепелям, ледяной корке, выпреванию, вымоканию сортов озимой пшеницы; хорошая регенерационная способность растений весной после плохой перезимовки; устойчивость к избыточной почвенной и воздушной влаге; соломина прочная, неполегающая, стойкая к ветрам и ливням; зерно, не прорастающее на корню и в валках; устойчивость к почвенной и атмосферной засухе; устойчивость к болезням. Определены исходные материалы по устойчивости к абиотическим стрессовым факторам региона для использования в селекционном процессе. Несмотря на трудности в соединении в одном сорте пшеницы всех лучших качеств, отечественными селекционерами созданы выдающиеся сорта пшеницы, близкие к «идеалу», отмеченному Н.И. Вавиловым.

Ключевые слова: озимая пшеница, генофонд ВИР, абиотические факторы, зимостойкость, засухоустойчивость, переувлажнение, Московская область.

S.K. Temirbekova, Grand PhD in Biological sciences, Professor
 All-Russian Research Institute of Phytopathology
 RF, 143050, Moskovskaja obl., Odintsovskiy r-n, Bolshie Vyazemy
I.M. Kulikov, Grand PhD in Economic sciences, Academician of RAS
Yu.V. Afanasieva, PhD in Agricultural sciences
 Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery
 RF, 115598, g. Moskva, ul. Zagorevskaya, 4
T.V. Okhotnikova

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)

RF, 190000, g. Sankt-Peterburg, ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44

E-mail: sul20@yandex.ru

INITIATION MATERIAL FOR BREEDING STRESS-RESISTANT WINTER WHEAT CULTIVARS

The paper presents the results of 50-year research of the gene pool of the winter wheat from the world's largest wheat collection of N.I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR) to investigate its resistance to the abiotic stress factors of the Moscow region and see how closely it matches the requirements of the so-called ideal cultivar as it was described by N.I. Vavilov in 1935. The critical years to study the wheat's winter resistance were 10 years out of 50; excessive water saturation – the year 2013; soil drought – 1988; atmospheric drought – 1972 and 2010. During the investigation, the following gene pool features were analyzed: frost, rapid temperature change, thawing, ice and rotting resistances; regeneration capacity in spring after a bad wintering; resistance to excessive soil and air saturation; solid standing culm that is resistant to wind and rainfall; seeds that do not germinate in standing corn and wind raw; resistance to soil and atmospheric drought and plant diseases. The performed study has resulted in providing the starting material to be resistant to abiotic stress factors of the Moscow region that can be used for further selection. Despite all the difficulties encountered in the attempts to bring all the best qualities of winter wheat to one cultivar, Russian plant breeders have been able to create outstanding plant species being very close to the ideal one described by N.I. Vavilov.

Key words: winter wheat, VIR gene pool, abiotic factors, winter resistance, drought resistance, excessive water saturation, Moscow region.

Н.И. Вавилов [4] в своем докладе о «сортовом идеале» отмечал, что селекционер должен четко представлять, на улучшение каких признаков и свойств нужно обратить главное внимание. Установлено, что для успешного возделывания озимой

пшеницы в Центральном регионе РФ к таковым в первую очередь относятся:

– морозоустойчивость, устойчивость к резкой смене температур и оттепелям, ледяной корке, выпреванию, вымоканию сортов озимой пшеницы;

- хорошая регенерационная способность растений весной после плохой перезимовки;
- устойчивость к избыточной почвенной и воздушной влаге;
- соломина прочная, неполегающая, стойкая к ветрам и ливням;
- зерно, не прорастающее на корню и в валках;
- устойчивость к почвенной и атмосферной засухам;
- устойчивость к болезням.

Перечисленные селекционные признаки определяют направление работ с генофондом пшеницы озимой в Нечерноземной зоне РФ.

В бывшем Московском Отделении ВИР имени Н.И. Вавилова, ныне Отделение генофонда и биоресурсов растений ФГБНУ ФНЦ Садоводства, где мировая коллекция озимой пшеницы составляет около 3 тыс. образцов, в течение более 50 лет ведутся поиски источников хозяйственно ценных признаков для создания новых сортов селекционерами различных НИИ.

Цель работы: изучение генофонда озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР, выделение источников устойчивости к абиотическим стрессам региона для использования в селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Бывшее Московское отделение ВИР находится в Московской области, которая расположена в Центральной части южно-таежно-лесной почвенно-климатической зоны (Центральное Нечерноземье). Климат умеренно влажный, умеренно континентальный. Среднегодовое количество осадков составляет 450...800 мм, увлажнение в нормальные по осадкам годы достаточное. Вероятность избыточно влажных лет 25...40 %, полужасушливых и засушливых 12...20 %. Суммы температур более 10 °С убывают от 2100°С на юго-востоке и востоке, до 1900°С на северо-западе, вегетационный период (выше 10°С), соответственно укорачивается от 140...145 до 120...125 дней. [13]

Опытный участок представлен почвами дерново-подзолистого типа, характеризующимися общими особенностями: повышенной кислотностью – 4,5...5,6, низким содержанием гумуса (2,25 %), малой мощностью гумусового горизонта, ненасыщенностью поглощающего комплекса основаниями, бедностью кальцием, низкими валовыми запасами азота, фосфора, калия. Содержание доступного фосфора в пахотном горизонте дерново-подзолистом составило 18,5...19,5 мг на 100 г воздушно-сухой почвы, щелочногидролизуемого азота – 9,29...10,74 и калия – 17,81...19,78 мг/100 г. Хорошо выражен подзолистый горизонт. Подстилаящая порода – моренный суглинок, эрозионные процессы слабые.

Влагообеспеченность и тепловые ресурсы Московской области дают возможность возделывать почти все сельскохозяйственные культуры умеренного пояса. По годовому количеству осадков (от 450 до 800 мм) зона относится к районам достаточного увлажнения. Около 70 % осадков приходится на теплый период, что создает благоприятные условия для роста и развития растений. Ступинский район (здесь проведены полевые опыты) относится

ко второму (II) агроклиматическому району, который занимает центральную часть области и входит в подрайон 11 а – с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами. Почва промерзает до 50...75 см на открытых территориях и до 30...50 см на защищенных. Полное оттаивание почвы в среднем бывает 21-29 апреля. Физическая спелость наступает у суглинистых почв 20 мая, супесчаных – 18 мая. Продолжительность безморозного периода составляет 120...135 дней, что достаточно для полного созревания возделываемых культур. Устойчивый снежный покров образуется к 25 ноября – 2 декабря, средняя высота снежного покрова 35 см может продержаться до 137...143 дней. Гидротермический коэффициент равен 1,3...1,4. В течение года на территории Московской области главенствуют северо- и юго-западные ветры. [1]

Образцы озимой пшеницы высевали в конце августа в полевом научном севообороте по черному пару сеялкой ССФК-7М, 500 зерен на делянку площадью 2 м². Под предпосевную культивацию вносили минеральные удобрения из расчета: азот – 68 кг/га, фосфор – 60 кг/га, калий – 30 кг/га, а в подкормку весной – азот 50 кг/га. Агротехника общепринятая для региона. Стандартом служил сорт *Мироновская 808* (к-43920, Украина), а также в разные годы – *Полукарлик 3* (к-54508, Украина) и сорта московской селекции: *Заря* (к-49916), *Немчиновская 52* (к-59269), *Московская 39* (к-64160) и др., которые высевали через 10 и 50 образцов соответственно.

Изучали коллекцию пшеницы согласно Методическим указаниям ВИР [5, 6, 8], широкому унифицированному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. [14]

Представляем краткую характеристику неблагоприятных по абиотическим стрессовым факторам лет, согласно отмеченным Н.И. Вавиловым [4] для региона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морозоустойчивость

В Московском отделении ВИР под руководством к.б.н. Л.И. Сурковой работала программа «Мороз», в которой участвовали НИИ из разных регионов. В результате многолетних исследований установлено, что коллекция озимой пшеницы стабильно выдерживает сильные морозы – до минус 20°С. За 50 лет изучения коллекции ущерба не отмечено.

Зимостойкость или устойчивость к резкой смене температур и оттепелям, ледяной корке, выпреванию, вымоканию

Н.И. Вавилов [4] подчеркивал, что селекция на зимостойкость – основное условие для возделывания пшеницы. За 50 лет изучения коллекции озимой пшеницы в условиях Московской области всего критичными по зимостойкости отмечены 10 лет.

Зимний период 1977/1978 годов был крайне неблагоприятным для зерновых культур. В ноябре средняя температура была минус 2,7°С, что на 4°С выше среднемноголетней нормы, а осадков в виде дождя и снега выпало на 64 мм больше нормы

(110,2 мм). Почва в этих условиях не промерзла, снеговой покров лег на талую землю, что в дальнейшем привело к выпреванию, вымоканию, вымерзанию и ледяной корке зимующих культур. Физиологические процессы, связанные с дыханием, продолжались в течение всей зимы, вследствие чего растения крайне истощились, и с наступлением весны началась их массовая гибель. Полностью погибла коллекция ржи (300 образцов), коллекция озимой пшеницы сохранилась на 30 % (от 900 образцов). На фоне пустых изреженных делянок коллекционных образцов выделялись лишь два сорта-стандарта – *Мироновская 808* и *Заря*. Перезимовка составила 65...75 %, при этом у сорта *Заря* – 75 %, этот же сорт служит донором устойчивости к твердой головне и характеризуется высокой урожайностью. Значительно уменьшилась коллекция клевера красного. Станция лишилась образцов из стран Западной Европы, Краснодарского края.

Условия перезимовки 1984/1985 годов были также критическими для озимых культур, особенно с 10 по 30 ноября. Минимальная температура воздуха резко упала - до минус 3,5 ... минус 23,9°C. В отсутствие снегового покрова отмечено вымерзание растений с последующим образованием ледяной корки на поверхности почвы, что вызвало гибель форм из Краснодарского края, а также коллекционных образцов из Германии, Нидерландов, Бельгии, Франции.

Перезимовка 1985/1986 годов. Полностью погибли 38 образцов коллекции, у 82 из новых образцов перезимовка оценивалась в 1 балл. Среди них 15 образцов из США, 15 – из Германии, по 5 из Нидерландов, Польши, Дании, Швеции; 102 образца оценены в 3 балла (низкая перезимовка). С баллом 9 не было ни одного образца. Среди растений для Государственного хранилища 126 образцов полностью погибли, 132 образца были с сильными выпадками. Отмечено выпревание, которому способствовали высокий снеговой покров и отсутствие промерзания почвы в середине зимы. Снег выпал на талую почву, сильные оттепели (2...4°C) – в начале, середине и конце декабря, осадки были также в виде дождя. В январе установилась умеренно-морозная погода (минус 8...минус 12°C) при высоком снеговом покрове – 40...50 см. В третьей декаде января температура вновь повысилась до 3°C. Устойчивые морозы начались только в начале февраля, но они не оказали влияния на промерзание почвы под высоким снежным покровом (50...60 см). Было проведено прикатывание снега для снижения температуры в верхнем слое почвы. Несмотря на это, длительный период плюсовых температур под снегом способствовал значительному истощению растений к концу зимы, что в сочетании с возвратом весенних холодов после схода снега губительно сказалось на плохой перезимовке большого количества образцов.

У перезимовавших коллекционных образцов урожай в основном был низким. Стандарты *Мироновская 808* и *Заря* оказались менее выносливыми к многократным оттепелям, чем сорта из Швеции, Германии и Украины. Урожай стандартов – 240...249 г/м² против 345...460 г/м² у устойчивых сортов. К ним относятся: *Sv75268* (к-56156), *Helge* (к-56872), *WW23977* (к-56875), *Hildur* (к-54130), *SvVG74393* (к-56065), *Sv01744* (к-56159) из Швеции;

TAW37564 (к-55939), *TAW5127.72* (к-55940) из Германии; *Львовская остистая* (к-55767, Украина).

Перезимовка озимых культур в 1988/1989 годах. Зима была исключительно теплой, среднемесячная температура воздуха в январе-марте превышала норму на 9,1°C. В таких условиях отмечено редкое явление – отсутствие промерзания почвы в течение всего зимнего времени при большом снежном покрове (более 60 см). В период зимовки сложились провокационные условия: талая почва при глубоком снеговом покрове. Несмотря на искусственное уплотнение, не удалось ослабить отрицательное влияние выпревания. Вследствие этого произошли значительные выпадки коллекции озимой пшеницы (более 70 образцов), в размножении – 47 образцов, а также отмечена большая гибель коллекции озимой ржи от выпревания и снежной плесени.

Выделились устойчивые образцы с урожайностью 450...630 г/м², массой 1000 зерен – 40...47 г, у стандарта *Мироновская 808* – 365 г/м² и 47 г соответственно. К ним относятся: *PP114-74* (к-57618), *Liwilla* (к-57580) из Польши; *Zdar* (UH 7050) (к-57255, Чехия); *Maris Ploughman* (к-57944, Великобритания); *Remus* (к-56904), *Caristern* (к-57610), *Tukan*, (к-57579) из Германии; *Salut* (к-58035), *Sv VG73394* (к-56160) из Швеции; *Радуга* (к-50948), *Немчиновская 846* (к-56861), *Немчиновская 110* (к-56858), *Лютесценс 497.83* (к-57657) из Московской обл. РФ; *Бригантина* (к-55181, Украина).

1989/1990 годы. Теплая зима с положительными температурами начиная с февраля. При снежном покрове от 60 до 70 см почва была талая. Частые оттепели в зимний период привели к выпреванию и поражению снежной плесенью. Погибло 164 коллекционных образца из стран Западной Европы и Краснодарского края. От выпревания больше пострадал питомник размножения. По устойчивости к комплексу факторов и снежной плесени выделились образцы: *Pokal* (к-56827, Австрия); *Hvede Sarah* (к-56289, Дания); *TAW4279180* (к-58363), *Fakta* (к-57582), *Compal* (к-57585), *Fakon* (к-58187), *Kronjuwel* (к-57615), *TAW39496.75* (к-56903) из Германии; *Venture* (к-57231) *Longbow* (к-57611), *Granta* (к-57219) из Великобритании; *Sv75355* (к-56158, Швеция); *Titan* (к-58059, США); *Эрипроспермум 9736* (к-57479), *Грекум 9271* (к-57472) из Украины; *Заря 2* (к-54610), *Немчиновская 52* (к-59269) из Московской обл. РФ; *Белоснежная* (к-57573, Ростовская обл.). Их урожайность была 400...600 г/м², у стандарта *Мироновская 808* – 495 г/м².

В 1992/1993 годах перезимовка озимых культур была крайне неблагоприятной. Из-за вымокания, выпревания и ледяной корки большинство коллекционных образцов озимых культур погибло, *Мироновская 808* сохранился лишь на 40 %.

Зима 1997/1998 годов была теплой, но январь и февраль отличались недостаточным снежным покровом, осадков выпало в два раза меньше нормы, что было причиной неудовлетворительной перезимовки генофонда озимых культур из-за выпревания. После схода снега произошло сильное поражение озимых – ржи, пшеницы и тритикале снежной плесенью, которая вызвала гибель культур на 50...70 %.

В этих суровых условиях более зимостойкими оказались германские сорта: *Compal* (к-57585),

Tukan (к-57579), и стандарты: *Заря* и *Мироновская 808*. Масса 1000 зерен у *Сотрал* и *Tukan* составила 39,3...41,5 г, урожайность зерна 290...350 г/м², у стандартов соответственно — 45...56 г и 330...470 г/м².

Зима 2000/2001 годов отличалась оттепелями и дождями, осадков выпало 193,9 мм при норме 111 мм. Промерзание почвы было слабым, что вызвало массовое выпревание, развитие снежной плесени и гибель коллекционных образцов озимых культур, а также многолетних трав во многих хозяйствах Московской и других областей.

Из-за выпревания и сильного развития снежной плесени погибло 60...80 % коллекционных образцов из стран Западной Европы, СНГ и России.

В зимние месяцы 2002/2003 годов, особенно в декабре, отмечены морозные, бесснежные и малоснежные дни. Январь и февраль характеризовались теплыми днями, среднемесячная температура воздуха составила минус 6,2°C и минус 8,9°C при норме минус 10,8°C и минус 9,6°C соответственно. Все это оказало отрицательное влияние на перезимовку озимых и многолетних трав. Гибель посевов произошла из-за вымерзания и снежной плесени. В период полной спелости отмечено прорастание на корню у более 200 коллекционных образцов.

Из 1200 проанализированных коллекционных образцов по зимостойкости, устойчивости к снежной плесени и урожайности в 2002–2003 годах выделились следующие образцы: *Памяти Федины* (к-62440) — урожайность 420 г/м², *Немчиновская 24* (к-65757) — 450 г/м², *Московская 56* (к-65760) — 400 г/м², *Лютесценс 319* (к-59267) — 422 г/м², *Ивановская 16* (к-58526) — 367 г/м², все из России; *Varmlands* (к-34230, Швеция) — 302 г/м²; *Obelisk* (к-62032) — 300 г/м², *Orestis* (к-64034) — 310 г/м², *Bussard* (к-64027) — 400 г/м², *Gelderseries* — 360...490 г/м², все из Германии; *Zenta* (к-56825, Швейцария) — 280 г/м² и стандарт *Мироновская 808* — 280 г/м².

В 2004/2005 годах отмечена плохая перезимовка генофонда озимых культур из-за выпревания, вымокания, вымерзания растений и ледяной корки.

Весной проведена полевая оценка на пораженность снежной плесенью возб. *Fusarium nivale* Ces. Из-за суровых условий перезимовки и последующего поражения коллекционных образцов снежной плесенью погибли 55 из присланных 67. [11]

Среди 528 коллекционных образцов озимой пшеницы выделились сорта: *Казанская 560* (к-63565, Татарстан), урожайность зерна 327 г/м², к-15339 (Беларусь) — 295 г/м², *Tab2598* (к-44326, Финляндия) — 187 г/м², *Карельская безостая* (к-40579, Карелия) — 160 г/м². Стандарты имели следующую урожайность: *Московская 39* — 250 г/м², *Памяти Федины* — 410 г/м², *Заря* — 380 г/м², *Московская 56* — 505 г/м², *Немчиновская 24* — 470 г/м². Масса 1000 зерен у сортов *Московская 39* и *Московская 56* была 39,7...45,2 г, у сорта *Немчиновская 24* — 39,7...45,2 г.

Представленные данные по высокой зимостойкости отдельных генотипов показывают, насколько успешно продвинулась селекция в этом направлении. Селекционеры создали не только зимостойкие, адаптированные к почвенно-климатическим условиям Центрального Нечерноземного регио-

на сорта, но и также сочетающие продуктивность, устойчивость к комплексу болезней с хорошим качеством зерна.

Достижение селекции последних 30 лет — прорыв в преодолении отрицательной корреляции между показателями зимостойкости, продуктивности и качества зерна.

Регенерационная способность растений весной после плохой перезимовки

Во все годы исследований высокой регенерационной способностью обладали сорта *Мироновская 808* и сорта НИИСХ ЦРНЗ: *Заря* (к-49916), *Заря 2* (к-54610), *Янтарная 50*, *Инна* (к-62733), *Памяти Федины* (к-62440), корневая система которых весной вновь отрастает. Из зарубежных образцов высокую регенерационную способность проявили: *ТАИ3668.71* (к-55929, Германия) и *Рто* (к-55220, Польша).

Устойчивость к избыточной почвенной влаге

Впервые за 50 лет избыточная почвенная влага отмечена в 2013 году. В 2012–2013 годах период вегетации озимых и яровых культур характеризовался избыточным количеством осадков, превышающим среднепогодные показатели. Сумма осадков за осень 2012 года была выше нормы в 1,4 раза, в зимний период — на уровне нормы, весной 2013 — в 2 раза, летом — в 1,2 раза, в сентябре — в 4 раза выше нормы. Из-за обильного снежного покрова и ливневых дождей, прошедших весной, дерново-подзолистая почва, подстилаемая глинистой породой в п. Михнево, была переуплотнена и перенасыщена влагой. Из-за переувлажнения почвы в конце апреля — начале мая возникли трудности с подготовкой почвы к весенне-полевым работам. Посев яровых зерновых и зернобобовых культур проведен 10–13 мая, всходы отмечены на 5–6 день. С 14 мая до конца месяца прошли ливневые дожди. Избыточное количество осадков в сочетании с благоприятным температурным режимом в июле-августе нарушили процесс налива зерна. Коллекционные образцы зерновых и зернобобовых культур сформировали низкий урожай плохого качества. Из болезней на люпине прогрессировали энзимо-микозное истощение семян и фузариозное увядание. Рассада томатов и капусты была высажена позже оптимальных сроков, как и семенники двулетних культур. В конечном итоге погибли некоторые ослабленные растения. Созревание семенников в условиях высокой влажности воздуха в июле-сентябре было затяжным, что неблагоприятно сказалось на качестве и количестве полученных семян. По некоторым образцам семена не получены. Количество осадков в конце августа и сентябре превышало месячную норму в 3,9 раза, что вызвало трудности с уборкой озимых и яровых культур, а также массовую гибель урожая томатов, столовых корнеплодов, картофеля. В этих условиях почва была пропитана влагой до 80 см. Техника не могла войти в поле для обработки под посев коллекции озимых культур. Коллекционные образцы озимых пшеницы и тритикале не были посеяны.

Устойчивость к почвенной и атмосферной засухе

За 50 лет почвенная засуха отмечена один раз, в 1988 году. Из-за недостатка влаги в почве налив зерна задержался на три недели.

Проблема засухи остро стоит на значительной территории нашей страны. К тому же, как показывают результаты исследований крупнейших советских и зарубежных ученых-климатологов [2], вероятность этого неблагоприятного явления не только не уменьшится в ближайшие десятилетия, а будет нарастать. Важнейшими мерами борьбы с засухой, Н.И. Вавилов [3] справедливо считал подбор засухо- и жароустойчивых культур и создание засухоустойчивых сортов для различных эколого-географических зон страны на основе широкого использования мировых коллекций сельскохозяйственных растений Всесоюзного института растениеводства.

Впервые классификация возделываемых в СССР сельскохозяйственных растений по степени засухоустойчивости была сделана Н.И. Вавиловым и доложена на Всесоюзной конференции по борьбе с засухой, проводившейся АН СССР и ВАСХНИЛ в 1931 году в Москве. [3]

Все разнообразие видов и родов растений с агро- и экологических позиций Н.И. Вавиловым было разделено на три группы. В первую были включены растения, наиболее устойчивые к засухе и способные давать урожай даже в условиях острозасушливого лета. К ним, наряду с такими ксерофитными растениями как кактус и агава, относятся просо, сорго, нут, чечевица мелкозерная, разные виды чины, донник, житняк, могоар, желтая люцерна, суданская трава, овсяница овечья, ряд плодовых и эфирномасличных культур.

Во вторую группу входят растения с промежуточной устойчивостью, обладающие большой амплитудой изменчивости и проявляющие относительную устойчивость к засухе, способные давать урожай при недостатке влаги. Растения этой группы в земледелии имеют наибольшее значение, занимая значительную часть (более 3/5) площадей посевов. В нее входят пшеница, ячмень, кукуруза, рожь, подсолнечник, хлопчатник, сахарная свекла, люцерна, вика и другие культуры.

В третью группу включены наименее стойкие к засухе растения, которые могут давать урожай только в условиях достаточного увлажнения — подавляющее большинство возделываемых в пределах СССР растений.

Изучение мирового сортифта сельскохозяйственных растений показало, что наиболее ценный засухоустойчивый исходный материал собран на территории нашей страны. Первоочередные задачи на современном этапе: мобилизация новых форм засухоустойчивых растений из засушливых зон, а также из-за рубежа; расширение исследований по выделению генетических источников и доноров засухоустойчивости: ускоренное внедрение в сельскохозяйственное производство новых засухоустойчивых сортов и гибридов важнейших сельскохозяйственных культур.

За 50 лет изучения генофонда озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР в условиях Московской области сильная атмосферная засуха отмечена в 1972 и 2010 годах.

В 1972 году, только благодаря двукратному рыхлению междурядий, в почве сохранилось незначительное количество доступной для растений влаги. У пшеницы к 26 июня почти полностью засохли листья, и дальнейшее накопление сухого вещества проходило через корневую систему и стебель, еще оставшийся зеленым. В результате налив зерна, хотя и продолжился, но величина его оказалась на 30...40 % меньше, чем в нормальные по погодным условиям годы.

Масса 1000 зерен стандарта *Мироновская 808* в 1972 году составила 36,1 г, 49 (из 300) образцов приближались по этому признаку к стандарту, 12 превзошли его (см. таблицу).

В условиях 1972 года произошла естественная оценка образцов озимой пшеницы по засухоустойчивости. Урожай стандарта — 240 г/м² (372 в 1969, 358 — в 1970).

Подавляющее большинство образцов из Германии по урожайности уступало районированному сорту. Урожайность на уровне стандарта была только у одного образца *Steiners Strusi* (к-44858) — 246 г/м², 4 образца: *Golland* (к-39583) — 228 г/м², *Frankensteiner Brauner* (к-40914) — 220 г/м², *Goldene Aue* (к-40477) — 216 г/м² и *Stiegler 22* (к-26353) — 216 г/м² были почти на уровне *Мироновской 808* — 240 г/м². Остальные образцы: *Heines Feverson* (к-185), *Shiriff's* (к-1672), *Kujavischer Weisses Kolben* (к-6290), *St 3876 50* (к-43054), *Lohmanns Beseler III* (к-26403), *Cimbals Grossherzog V. Sachz* (к-26205), *Bensings Trotzkopf* (к-26228), *Berkners Continental Dickkopf 95* (к-26310), *Liessau* (к-26354) сформировали урожайность от 202 до 210 г/м².

В острозасушливом 1972 году по засухоустойчивости и комплексу признаков выделились следующие образцы:

1. *Liessau* (к-26354) — зимостойкий, продуктивный, созревает на один день позже стандарта *Мироновская 808*.

2. *Heine Stamm 3256* (к-40864) — зимостойкий, созревает одновременно со стандартом, относительно низкорослый, устойчивый к полеганию, крупнозерный, урожайный.

3. *Lossdorfer Präsident Hanisch* (к-40894) — созревает одновременно со стандартом, низкорослый, слабо поражается мучнистой росой.

Наиболее крупнозерные образцы озимой пшеницы из Германии, выделившиеся по засухоустойчивости (1972)

№ каталога ВИР	Название	Масса 1000 зерен (г)
40469	<i>Heinrichs von Hindenburg</i>	40
40476	<i>Konkurrenzen von Meyer Wageningen</i>	38
26208	<i>HildebrandtsWeissweizen</i>	39
40467	<i>HeinrichsGelbkoernigerDickkopf</i>	39
45029	<i>Dippes Triumph</i>	38
43034	<i>Fanal</i>	37
40468	<i>HildebrandtsWeisserViktoria</i>	37
39737	<i>BiellersEdelepp</i>	38
44973	<i>Skumstall</i>	37
40487	<i>Hallets Pedigree von Vilmorin</i>	37
44796	<i>Basta</i>	39
43920	<i>Мироновская 808 (стандарт)</i>	36

4. *Heines 1751* (к-41245) – зимостойкий, созревает одновременно со стандартом, низкорослый, устойчивый к полеганию, урожайный.

5. *Steiners Strusi* (к-44858) – созревает одновременно со стандартом, относительно низкорослый, слабо поражается мучнистой росой, урожайный в засушливые годы.

6. *Bielers Edelepp* (к-39737) – зимостойкий, крупнозерный, урожайный, слабо поражается мучнистой росой.

7. *38.12* (к-40105) – низкорослый, устойчивый к полеганию, слабо поражается бурой ржавчиной.

8. *Neuzucht 14/4* (к-40109) – низкорослый, устойчивый к полеганию, очень слабо поражается мучнистой росой и бурой ржавчиной, зимостойкий, продуктивный.

9. *Schindlers N.Z.* (к-40472) – крупнозерный и довольно урожайный.

10. *Russe 991* (к-40858) – созревает одновременно со стандартом, короткостебельный, слабо поражается бурой ржавчиной.

11. *Stauderers Markus* (к-35660) – зимостойкий, крупнозерный, созревание позже стандарта на один день.

12. к-39751 (*T. compactum*) – зимостойкий, низкорослый, слабо поражается бурой ржавчиной, крупнозерный.

13. *Halle 1020* (к-34063) – слабо поражается мучнистой росой, крупнозерный.

Исходный материал по озимой пшенице из Германии представляет интерес для практического использования.

Условия вегетации в 2010 году складывались довольно неблагоприятно. Средняя температура была на 6,5°C (22,9°C) выше средней многолетней нормы (16,4°C). Последний дождь прошел 18 июня. До 3 сентября не было дождей, ГТК = 0,8. Полная спелость коллекционных образцов озимой пшеницы наступила 10-15 июля, почти на месяц раньше оптимального срока. В условиях жесткой атмосферной засухи проведена оценка коллекции на засухоустойчивость. Всего проанализировано 500 образцов, из них выделились 10, которые рекомендованы нами для использования в селекции на засухоустойчивость, к ним относятся: *Sv 71536* (к-54131, Швеция); *Taroz* (к-64061), *Taras* (к-64065), *Tarmer* (к-64062), *Tazit* (к-64060), *TAW 7032.74* (к-57008), *Severin* (к-57222) из Германии; *Gama* (к-57581, Польша); *Ферругинеум 737.76* (к-54633, Московская обл.); *Л-1749* (к-55971, Курская обл.). Выделившиеся образцы сформировали урожайность – 53,5...68,0 ц/га, стандарт *Московская 39* – 48 ц/га (в среднем из 14 делянок по 2 м²).

Проблему зимостойкости и стабильной высокой урожайности в Нечерноземной зоне России успешно решил не выдающийся, а средний по зимостойкости сорт *Мироновская 808*. [9] Получение высокозимостойких сортов в условиях Дона оказалось возможным при скрещивании с озимыми формами среднезимостойких сортов пшеницы. *Московская 39* выращивается более 20 лет, отличается средней степенью зимостойкости, высокой групповой толерантностью ко многим болезням, урожайностью в научном севообороте – 450...700 г/м². В регионе отсутствуют сорта, равные ему по ком-

плексу хозяйственно ценных признаков. [12] Н.И. Вавилов [4] указывал, что самая большая трудность и сложность при селекции пшеницы заключается в необходимости сочетания в одном сорте большого числа ценных признаков. Для приближения к сортовому идеалу пшеницы нужна упорная настойчивая работа селекционера с физиологом, фитопатологом, энтомологом и технологом. Эти стратегические направления Н.И. Вавилова успешно решаются в ВИР и на его станциях.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ФГБНУ ФНЦ Садоводства по теме № 0575-2019-0021 «Сохранить, пополнить, и изучить генетические коллекции сельскохозяйственных растений по признакам, определяющим хозяйственную ценность генофонда с применением методов хранения плодовых и ягодных культур ex situ и in situ», а также тематического плана ВИР по теме № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности 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. Агроклиматический справочник по Московской области Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 194 с.
2. Будыко, М.И. Эволюция биосферы / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 488 с.
3. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов / Доклады Всесоюзной конференции по борьбе с засухой. Л.: ВИР, бюл. № 2, 1931. – С. 18–28.
4. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции пшеницы / Н.И. Вавилов. – Л.: Сельхозгиз, 1935. – 246 с.
5. Градчанинова, О.Д. Изучение коллекции пшеницы / О.Д. Градчанинова, А.А. Филатенко и др. // Методические указания. – Л.: ВИР, 1985. – 26 с.
6. Определение морозостойкости озимых зерновых и зернобобовых культур лабораторным методом на проростках. Методические указания. / Э.И. Колбасина. – Л.: ВИР, 1989. – 10 с.
7. Кумаков, В.А. Развитие представлений об идеале сорта пшеницы от Н.И. Вавилова до наших дней / В.А. Кумаков // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 10. – С. 36–42.
8. Мережко, А.Ф. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, Е.В. Зуев и др. // Методические указания. – СПб.: ВИР, 1999. – 81 с.
9. Сандухадзе, Б.И. Методы и результаты селекции озимой пшеницы в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации / Б.И. Сандухадзе. – Немчиновка: РАСХН, 1993. – 52 с.
10. Темирбекова, С.К. Диагностика и оценка устойчивости сортов зерновых культур к энзимо-микозному истощению семян (ЭМИС) Методические указания / С.К. Темирбекова. – М.: Россельхозакадемия, 1996. – 116 с.
11. Темирбекова, С.К. Генетические ресурсы озимой мягкой пшеницы для использования в селекции / С.К. Темирбекова, Т.Д. Черемисова, О.П. Митрофанова, А.В. Максимова. – М.: ВСТИСП, 2008. – 507 с.

12. Темирбекова, С.К. Вклад в обеспечение национальной и продовольственной безопасности на основе фундаментальных и прикладных исследований в АПК / С.К. Темирбекова. – М.: ООО «ТР-принт», 2019. – 76 с.
13. Федорин, Ю.В. Почвы сельскохозяйственных угодий СССР: научное издание / Ю.В. Федорин, В.П. Сотников, Л.И. Егоренков. – М.: Колос, 1981. – 199 с.
14. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. – Ленинград, 1989. – 43 с.
7. Kumakov, V.A. Razvitie predstavlenij ob ideale sorta pshenicy ot N.I. Vavilova do nashih dnei / V.A. Kumakov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 1987. – № 10. – S. 36–42.
8. Merezko, A.F. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, egilopsa i tritikale / A.F. Merezko, R.A. Udachin, E.V. Zuev i dr. // Metodicheskie ukazaniya. – SPb.: VIR, 1999. – 81 s.
9. Sanduhadze, B.I. Metody i rezul'taty selekcii ozimoy pshenicy v Central'nom rajone Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii / B.I. Sanduhadze. – Nemchinovka: RAS-KHN, 1993. – 52 s.

LIST OF SOURCES

1. Agroklimaticheskij spravochnik po Moskovskoj oblasti L.: Gidrometeoizdat, 1954. – 194 s.
2. Budyko, M.I. Evolyuciya biosfery / M.I. Budyko. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 488 s.
3. Vavilov, N.I. Mirovye resursy zasuhoustojchivyh sortov / Doklady Vsesoyuznoj konferencii po bor'be s zasuhoj. L.: VIR, byul. № 2, 1931. – S. 18–28.
4. Vavilov, N.I. Nauchnye osnovy selekcii pshenicy / N.I. Vavilov. – L.: Sel'hozgiz, 1935. – 246 s.
5. Gradchaninova, O.D. Izuchenie kollekcii pshenicy / O.D. Gradchaninova, A.A. Filatenko i dr. // Metodicheskie ukazaniya. – L.: VIR, 1985. – 26 s.
6. Opredelenie morozostojkosti ozimyh zernovyh i zernobobovyh kul'tur laboratornym metodom na prorstkah. Metodicheskie ukazaniya. / E.I. Kolbasina. – L.: VIR, 1989. – 10 s.
10. Temirbekova, S.K. Diagnostika i ocenka ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur k enzimo-mikoznomu istoshcheniyu semyan (EMIS) Metodicheskie ukazaniya / S.K. Temirbekova. – M.: Rossel'hozcademiya, 1996. – 116 s.
11. Temirbekova, S.K. Geneticheskie resursy ozimoy myagkoj pshenicy dlya ispol'zovaniya v selekcii / S.K. Temirbekova, T.D. Cheremisova, O.P. Mitrofanova, A.V. Maksimova. – M.: VSTISP, 2008. – 507 s.
12. Temirbekova, S.K. Vklad v obespechenie nacional'noj i prodovol'stvennoj bezopasnosti na osnove fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij v APK / S.K. Temirbekova. – M.: ООО «ТР-принт», 2019. – 76 с.
13. Fedorin, Yu.V. Pochvy sel'skohozyajstvennyh ugodij SSSR: nauchnoe izdanie / Yu.V. Fedorin, V.P. Sotnikov, L.I. Egoronkov. – M.: Kolos, 1981. – 199 s.
14. Shirokij unificirovannyj klassifikator SEV roda *Triticum* L. – L.: 1989. – 43 s.

К.В. Зенкина, младший научный сотрудник

Т.А. Асеева, член-корреспондент РАН

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства

РФ, 680521, Хабаровский край, с. Восточное, ул. Клубная, 13

E-mail: aseeva59@mail.ru

УДК 633.1:631.52

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/15-18

ОТБОР СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В СП-2 В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Актуальная задача селекционной работы – создание новых высокоурожайных сортов ярового тритикале, адаптированных к условиям Среднего Приамурья. Объект исследований – 160 селекционных линий ярового тритикале (Укро х ДальГАУ 1; Укро х Приморская 108; Укро х Лана; Укро х Эритроспермум). В результате исследований установлено существенное влияние погодных факторов окружающей среды на реализацию потенциальной продуктивности селекционных линий тритикале в СП-2, доля вклада «среда» составила 77 %. В стрессовых условиях вегетации выделены два скороспелых сортообразца тритикале – 128 (Укро х Приморская 108) и 219 (Укро х Эритроспермум). Высокой устойчивостью к фузариозу колоса характеризовались номера 104 (Укро х Лана), 205 (Укро х Лана), 206 (Укро х Лана). Среднесортная урожайность селекционных линий тритикале в СП-2 составила 2,8 т/га, у стандартных сортов тритикале Укро и пшеницы Хабаровчанка – 2,4 т/га. Для эффективного отбора перспективных генотипов проведена дифференциация селекционных линий ярового тритикале по урожайности и ее структурным элементам с помощью методов многомерного статистического анализа (кластерный анализ). В результате исследований изучаемые линии тритикале сгруппированы в 4 кластера по критерию наибольшего сходства: I кластер – 33 образца, II и III кластер – по 24 сортономера, IV кластер – 79 селекционных линий. Образцы второго кластера (Укро х ДальГАУ 1 – 102, 116, 115, 119, 120, 103, 104, 106, 109, 117; Укро х Лана – 178, 181, 185, 188, 182; Укро х Приморская 108 – 122, 123; Укро х Эритроспермум – 258, 218, 212, 237, 223, 224, 230) отличаются максимальными значениями основных хозяйственно ценных признаков продуктивности в сложных гидротермических условиях Среднего Приамурья.

Ключевые слова: яровое тритикале, селекционный питомник, селекционные линии, отбор, кластерный анализ, Среднее Приамурье.

K.V. Zenkina, junior researcher

T.A. Aseeva, Corresponding member of RAS

Far Eastern Agricultural Research Institute

RF, 680521, Khabarovskij kraj, s. Vostochnoe, ul. Clubnaya, 13

E-mail: aseeva59@mail.ru

SELECTION OF SPRING TRITICALE BREEDING LINES IN SP-2 UNDER THE MIDDLE AMUR REGION STRESS CONDITIONS

An urgent task of breeding work is the creation of new high-yielding varieties of spring triticale, adapted to the conditions of the Middle Amur region. The object of research is 160 breeding lines of spring triticale (Ukro x DalGAU 1; Ukro x Primorskaya 108; Ukro x Lana; Ukro x Erythrosperrum). As a result of the research, a significant influence of weather factors of the environment on the realization of the potential productivity of breeding lines of triticale in SP-2 was established, the share of the contribution «environment» was 77 %. Under stressful growing conditions, two early ripening varieties of triticale were identified – 128 (Ukro x Primorskaya 108) and 219 (Ukro x Erythrosperrum). Numbers 104 (Ukro x Lana), 205 (Ukro x Lana), 206 (Ukro x Lana) were characterized by high resistance to Fusarium spike. The average yield of the selection lines of triticale in SP-2 was 2.8 t/ha, in the standard varieties of triticale Ukro and wheat Khabarovchanka – 2.4 t/ha. For the effective selection of promising genotypes, the differentiation of breeding lines of spring triticale by yield and its structural elements was carried out using the methods of multivariate statistical analysis (cluster analysis). As a result of the research, the studied triticale lines were grouped into 4 clusters according to the criterion of the greatest similarity: cluster I – 33 samples, cluster II and III – 24 nomers, cluster IV – 79 selection lines. Samples of the second cluster (Ukro x DalGAU 1 – 102, 116, 115, 119, 120, 103, 104, 106, 109, 117; Ukro x Lana – 178, 181, 185, 188, 182; Ukro x Primorskaya 108 – 122, 123; Ukro x Erythrosperrum – 258, 218, 212, 237, 223, 224, 230) are distinguished by the maximum values of the main economically valuable indicators of productivity in the complex hydrothermal conditions of the Middle Amur region.

Key words: spring triticale, breeding nursery, breeding lines, selection, cluster analysis, Middle Amur region.

Производство зерна – стратегический сектор экономики практически для всех стран мира, обеспечивающий продовольственную безопасность государства. [8] Зерновые продукты – основные источники углеводов в рационе человека и составляют большую часть продукции растениеводства. [11] Один из немаловажных резервов увеличения валового сбора – наличие на предприятиях оптимальной структуры посевных площадей. [2] Необходимо создание соответствующего разнообразия сортов, чтобы удовлетворить востребованность технологи-

ческой и целевой специализации и таким образом приспосабливаться к запросам рынка. [7]

Тритикале (*Triticosecale Wittm. ex A. Camus*) – относительно новая сельскохозяйственная культура, сочетающая геномы пшеницы и ржи, не имеющая аналогов в природе. [1, 10] Его считают потенциально высокопластичной культурой из-за наличия субгенома ржи. [4] С момента появления тритикале (1969 г.) мировые площади под ним возросли более чем в 7 раз, а валовой сбор зерна – в 18 раз. [9] Созданы современные сорта урожайностью 8...9 т/га. [15]

Яровое тритикале считается наиболее устойчивым к стрессовым почвенно-климатическим факторам окружающей среды в сравнении с другими зерновыми культурами [13], может быть альтернативой пшенице при условии, что будут устранены определенные его недостатки. [12, 14] В сложных климатических условиях Среднего Приамурья невозможно получать стабильно высокие урожаи яровой пшеницы, а также в полной мере раскрыть потенциал производства зерна в регионе, поэтому необходимо введение других зерновых колосовых культур, обладающих высокой продуктивностью и устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам окружающей среды. Поэтому, создание новых высокоурожайных сортов ярового тритикале, адаптированных к условиям Дальнего Востока представляет собой актуальную задачу.

Цель исследований – провести отбор селекционных линий ярового тритикале в СП-2 в стрессовых условиях Среднего Приамурья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2015 года в Дальневосточном НИИСХ изучают коллекционные образцы ярового тритикале, подбирают родительские формы и проводят гибридизацию для создания сорта, адаптированного к сложным почвенно-климатическим условиям региона. Объект исследований – 160 селекционных линий ярового тритикале (*Укро х ДальГАУ1*; *Укро х Приморская 108*; *Укро х Лана*; *Укро х Эритроспермум*). Год скрещивания – 2016, индивидуального отбора элитных колосов с F_2 – 2018, изучения СП-1 и отбора перспективных линий для СП-2 – 2019–2020. Стандарт – сорт тритикале *Укро* (рекомендован для возделывания в Дальневосточном регионе) и сорт яровой мягкой пшеницы *Хабаровчанка* (местная селекция).

Почва – лугово-бурая оподзоленно-глеявая тяжелосуглинистая. Предшественник – черный пар. Агротехника возделывания – общепринятая. Посев проводили сеялкой «ССФК-7М» на делянках площадью 4 м² рендомизировано с нормой высева 5,5 млн всхожих зерен на 1 га, урожай коллекционных образцов ярового тритикале учитывали методом поделяночного обмолота комбайном «Хеге-125» с последующим взвешиванием и приведением к стандартной влажности (14 %), полевые наблюдения выполняли в соответствии с методиками полевого дела [3] и государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. [6] Градации признаков описаны согласно дескрипторам из Международного классификатора СЭВ (род *Triticum* L.). [5] Экспериментальные данные обрабатывали с помощью многомерного статистического анализа в системе Statistica 12 («StatSoft, Inc.», США).

Агротемперологические условия для посева семян селекционных линий ярового тритикале в СП-2 (2020 год) преимущественно благоприятные (II декада апреля). В течение всей вегетации растений погода была с чередованием периодов тепла и холода, а также избыточным переувлажнением почвы (рис. 1, 2, 3-я стр. обл.).

Недостаточное количество тепла в первой половине вегетации и во время налива и созревания семян (среднесуточная температура приземного слоя воздуха в первой декаде августа составила 17,2⁰С

при среднемноголетних значениях 20,8⁰С) сдерживало развитие растений и привело к удлинению продолжительности вегетационного периода. Интенсивные и ливневые осадки (16...78 мм в сутки) создавали переувлажнение почвы.

Таким образом, агрометеорологические условия в течение активной вегетации растений тритикале были удовлетворительными. В августе уборочные работы провели при ухудшении погоды, что помогло изучению селекционных линий в сложных погодных условиях с высокой степенью достоверности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

С помощью дисперсионного анализа выявили значительное влияние факторов «генотип» и «среда» при 5 %-м уровне значимости ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{крит.}}$). Вклад влияния фактора «генотип» в селекционном питомнике второго года изучения составил 23 %. Изменчивость продуктивности селекционных сортообразцов ярового тритикале в наибольшей степени зависит от климатических условий вегетации, доля фактора «среда» – 77 %.

Одно из важнейших свойств сортов – скороспелость. Особенно актуально изучение продолжительности вегетации растений в зоне рискованного земледелия, к которой относится Среднее Приамурье. В результате исследований установлено, что неустойчивый гидротермический режим региона существенно повлиял на продолжительность вегетации селекционных образцов ярового тритикале. Недостаточное количество тепла и избыток влаги в период активной вегетации растений привели к удлинению фазы колошение-спелость у большинства селекционных линий. Средняя продолжительность вегетационного периода составила 110 дн. при длине вегетации у стандартных сортов тритикале *Укро* и пшеницы *Хабаровчанка* – 110 и 105 дн. соответственно. В сложных гидротермических условиях окружающей среды выделены две селекционные линии – 128 (*Укро х Приморская 108*) и 219 (*Укро х Эритроспермум*) отличающиеся скороспелостью (95 дн.).

Относительная влажность воздуха (до 90...100 %) в сочетании с высокой амплитудой колебания температур приземного слоя в период цветения и созревания тритикале способствуют созданию благоприятных условий для развития и распространения грибных болезней. В селекционных посевах ярового тритикале определены основные грибные болезни: мучнистая роса (*Blumeria graminis* DC Speer) и фузариоз колоса (*Fusarium* spp.).

Одна из самых распространенных и вредоносных болезней колоса тритикале в селекционном питомнике второго года изучения – фузариоз. Перепады температур и чередование ливней с засушливыми периодами создавали дополнительный стресс растениям, что снижало устойчивость их к инфекции. Большинство генотипов отличаются умеренной восприимчивостью к фузариозу колоса (2-3 балла), при этом выделены сортообразцы с высокой устойчивостью к данной болезни (1 балл): 104 (*Укро х Лана*), 205 (*Укро х Лана*), 206 (*Укро х Лана*).

Среди листовых грибных болезней в селекционном питомнике отмечалась эпифитотия мучнистой росы. Распространение заболевания достигало 100 %.

Селекционные линии тритикале ранжированы на две группы: восприимчивые (42 образца) и сильно восприимчивые (118 образцов), при этом генотипов с умеренной устойчивостью выявлено не было.

Урожайность зерна – важнейший элемент продуктивности, отражающий хозяйственную пригодность сорта к возделыванию в сложных почвенно-климатических условиях окружающей среды. Среднесортовая урожайность селекционных линий в питомнике – 2,8 т/га, у стандартных сортов тритикале *Укро* и пшеницы *Хабаровчанка* – 2,4 т/га. Коэффициент вариации (V) зерновой продуктивности значимо менялся в зависимости от происхождения селекционных линий: 19 % (*Укро* x *ДальГАУ 1*), 22 % (*Укро* x *Приморская 108*), 20 % (*Укро* x *Лана*), 14 % (*Укро* x *Эритроспермум*). Наибольшая средняя урожайность отмечена у образцов с происхождением *Укро* x *ДальГАУ 1* (3,4 т/га).

В результате исследований выделены селекционные линии ярового тритикале с высокой зерновой продуктивностью в сложных агроэкологических условиях окружающей среды: *Укро* x *ДальГАУ 1* – 102 (3,8 т/га), 103 (4,2), 104 (3,9), 105 (3,7), 106 (3,9), 107 (4,2), 109 (4,2), 115 (3,7), 116 (3,8), 117 (3,6), 119 (3,6), 120 (3,5 т/га); *Укро* x *Приморская 108* – 122 (3,7 т/га), 123 (3,5), 134 (3,0 т/га); *Укро* x *Лана* – 178 (3,8 т/га), 182 (3,3), 184 (3,7...3,9), 187 (3,0), 188 (3,5 т/га); *Укро* x *Эритроспермум* – 212 (3,3 т/га), 217 (3,2), 218 (3,1), 224 (3,1), 229 (3,0), 230 (3,0), 237 (3,1), 254 (3,2), 257 (3,4), 258 (3,3 т/га).

Основные хозяйственно ценные признаки у линий тритикале в селекционном питомнике второго года в стрессовых условиях окружающей среды варьировали в широких пределах: длина колоса – 6,5...11,7 см, масса колоса – 1,255...2,945 г, число колосков в колосе – 13...25 шт., количество зерен в колосе – 25...65 шт., масса зерен с колоса – 0,921...2,169 г и 1000 зерен – 27,2...50,3 г.

Для эффективного отбора перспективных генотипов провели дифференциацию селекционных линий ярового тритикале по урожайности и ее структурным элементам с помощью методов многомерного статистического кластерного анализа (рис. 3).

В результате исследований изучаемые сортообразцы тритикале сгруппированы в четыре кластера по критерию наибольшего сходства. Образцы первого кластера (33 селекционные линии) отличаются наибольшей продуктивностью колоса: длина – 9,1 см, количество колосков – 21 шт. и зерен – 45 шт. в колосе, но существенно уступают второму кластеру по массе 1000 зерен (36,4 г) и урожайности (2,4 т/га). Второй кластер объединил 24 селекционные линии тритикале, которые максимально реализуют свой потенциал продуктивности в сложных гидротермических условиях окружающей среды: урожайность – 3,5 т/га, масса колоса – 2,339 г, зерен в колосе – 1,756 г, 1000 зерен – 43,6 г. Образцы третьего кластера (24 генотипа тритикале) характеризуются минимальными значениями важнейших хозяйственно ценных признаков продуктивности. Остальные сортообразцы вошли в четвертый кластер и незначительно уступают селекционным линиям тритикале первого и второго кластеров: урожайность – 2,7 т/га, длина – 8,3 см и масса – 2,138 г колоса, число колосков – 19 шт. и зерен – 37 шт. в колосе, масса 1000 зерен – 42,3 г.

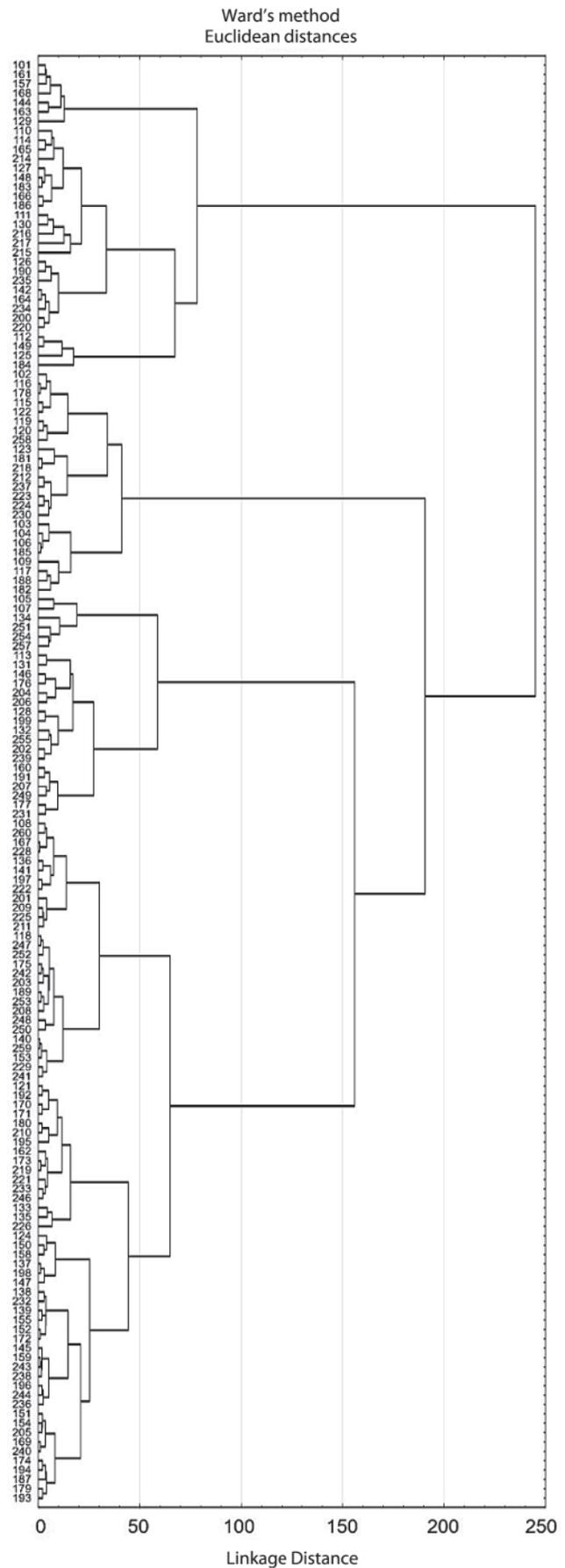


Рис. 3. Классификация селекционных линий ярового тритикале СП-2 с помощью кластерного анализа.

Таким образом, для стрессовых условий Среднего Приамурья выделены селекционные линии с максимальной реализацией потенциальной урожайности и ее структурных элементов в сложных гидротермических условиях внешней среды: *Укро х ДальГАУ1* – 102, 116, 115, 119, 120, 103, 104, 106, 109, 117; *Укро х Лана* – 178, 181, 185, 188, 182; *Укро х Приморская* 108 – 122, 123; *Укро х Эритроспермум* – 258, 218, 212, 237, 223, 224, 230.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абделькави, Р.Н. Стабильность и пластичность генотипов яровой тритикале по урожайности и качеству зерна / Р.Н. Абделькави, О.А. Щуклина, О.И. Ермоленко, А.А. Соловьев // *Аграрный научный журнал*. – 2020. – № 4. – С. 4–9.
2. Афанасьев, М.Ю. Структурные сдвиги в убранных площадях зерновых культур и их влияние на валовый сбор / М.Ю. Афанасьев, А.А. Баранчикова // *Юность и знания – гарантия успеха 2020: мат.межд.науч. конф.* – Курск, 2020. – Т. 1. – С. 29–32.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Крохмаль, А.В. Результаты селекции озимого тритикале на продуктивность и адаптивность на Дону / А.В. Крохмаль, А.И. Грабовец, Е.А. Гординская, А.А. Фомичева // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 2. – С. 67–69.
5. Международный классификатор СЭВ рода *Triticum L.* – Л., 1984. – 84 с.
6. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 267 с.
7. Романов, Б.В. Гексаплоидное тритикале, созданное на базе тургидной и твердой пшеницы / Б.В. Романов, К.И. Пимонов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. – 2020. – № 1. – С. 126–134.
8. Сорокина, Т.И. Зерновое производство агропредприятия: условия возделывания и направления повышения экономической эффективности отрасли / Т.И. Сорокина // *Мир инноваций*. – 2020. – № 3. – С. 16–20.
9. Тысленко, А.М. Итоги селекции ярового тритикале в Верхневолжском Федеральном аграрном научном центре / А.М. Тысленко, С.Е. Скатова, Д.В. Зуев, А.Г. Лачин // *Зерновые и крупяные культуры*. – 2020. – № 2. – С. 90–95.
10. Шанина, Е.Н. Прогноз урожайности зерновых культур в Нечерноземной зоне Европейской части РФ на период до 2025 года / Е.Н. Шанина // *Актуальные вопросы современной экономики*. – 2020. – № 8. – С. 142–146.
11. Biel, W. Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains / W. Biel, K. Kazimierska, U. Bashutska // *Acta scientiarum polonorum. Zootechnica*. – 2020. – № 19. – P. 19–28.
12. Muratov, A.A., The dependence of spring triticale yield and its structure on harvesting time and methods / A.A. Muratov, S.E. Nizkii // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 547. – P. 012023.
13. Naghedifar, S.M. Simulation of irrigation return flow from a Triticale farm under sprinkler and furrow irrigation systems using experimental data: a case study in arid region / S.M. Naghedifar, A.N. Ziaei, H. Ansari // *Agricultural water management*. – 2020. – № 30. – P. 185–197.
14. Nyol, S. Study on potentials of triticale as an alternative of wheat in India / S. Nyol, O.P. Bishnoi, R.K. Behl, R. Munjal // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2020. – № 9. – P. 898–901.
15. Zhukov, A.M. The techniques of cultivation and processing / A.M. Zhukov, M.V. Anosova, I.A. Popos, S.Y. Churikova, D.S. Schedrim // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 422. – P. 012006.

LIST OF SOURCES

1. Abdel'kavi, R.N. Stabil'nost' i plastichnost' genotipov yarovoj tritikale po urozhajnosti i kachestvu zerna / R.N. Abdel'kavi, O.A. Shchuklina, O.I. Ermolenko, A.A. Solov'ev // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2020. – № 4. – S. 4–9.
2. Afanas'ev, M.Yu. Strukturnye sdvigi v ubrannyh ploshchadyah zernovyh kul'tur i ih vliyanie na valovyy sbor / M.Yu. Afanas'ev, A.A. Baranchikova // *Yunost' i znaniya – garantiya uspekha 2020: mat.mezhhd.nauch.konf.* – Kursk, 2020. – T. 1. – S. 29–32.
3. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospikhov // M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
4. Krohmal', A.V. Rezul'taty selekcii ozimogo tritikale na produktivnost' i adaptivnost' na Donu / A.V. Krohmal', A.I. Grabovec, E.A. Gordinskaya, A.A. Fomicheva // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2019. – № 2. – S. 67–69.
5. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda *Triticum L.* – L., 1984. – 84 s.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-h. kul'tur. – M.: Kolos, 1989. – Vyp. 2. – 267 s.
7. Romanov, B.V. Geksaploidnoe tritikale, sozdannoe na baze turgidnoyitverdojpsheicy / B.V. Romanov, K.I. Pimonov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. – 2020. – № 1. – S. 126–134.
8. Sorokina, T.I. Zernovoe proizvodstvo agropredpriyatiya: usloviya vozdelevaniya i napravleniya povysheniya ekonomicheskoy effektivnosti otrasli / T.I. Sorokina // *Mir innovacij*. – 2020. – № 3. – S. 16–20.
9. Tyslenko, A.M. Itogi selekcii yarovogo tritikale v Verhnevolzhskom Federal'nom agrarnom nauchnom centre / A.M. Tyslenko, S.E. Skatova, D.V. Zuev, A.G. Lachin // *Zernovye i krupyanye kul'tury*. – 2020. – № 2. – S. 90–95.
10. Shanina, E.N. Prognoz urozhajnosti zernovyh kul'tur v Nечerноземной zone Evropejskoj chasti RF na period do 2025 goda / E.N. Shanina // *Aktual'nye voprosy sovremennoj ekonomiki*. – 2020. – № 8. – S. 142–146.
11. Biel, W. Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains / W. Biel, K. Kazimierska, U. Bashutska // *Acta scientiarum polonorum. Zootechnica*. – 2020. – № 19. – P. 19–28.
12. Muratov, A.A., The dependence of spring triticale yield and its structure on harvesting time and methods / A.A. Muratov, S.E. Nizkii // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 547. – P. 012023.
13. Naghedifar, S.M. Simulation of irrigation return flow from a Triticale farm under sprinkler and furrow irrigation systems using experimental data: a case study in arid region / S.M. Naghedifar, A.N. Ziaei, H. Ansari // *Agricultural water management*. – 2020. – № 30. – P. 185–197.
14. Nyol, S. Study on potentials of triticale as an alternative of wheat in India / S. Nyol, O.P. Bishnoi, R.K. Behl, R. Munjal // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2020. – № 9. – P. 898–901.
15. Zhukov, A.M. The techniques of cultivation and processing / A.M. Zhukov, M.V. Anosova, I.A. Popos, S.Y. Churikova, D.S. Schedrim // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 422. – P. 012006.

А.И. Грабовец, член-корреспондент РАН, профессор
 М.А. Фоменко, доктор сельскохозяйственных наук
 Т.А. Олейникова, научный сотрудник
 Е.А. Железняк, младший научный сотрудник
 Федеральный Ростовский аграрный научный центр
 РФ, 346735, Ростовская область, Аксайский район, пос. Рассвет, ул. Институтская, 1
 E-mail: grabovets_ai@mail.ru

УДК 633.11 *324* .631.527.

DOI:10.30850/VRSN/2021/2/19-23

НОВЫЕ СОРТА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ – ИТОГ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТОК ПО СЕЛЕКЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ

В 2010–2020 годах в Федеральном Ростовском аграрном научном центре (степная зона с недостаточным увлажнением) проводили исследования по селекции озимой пшеницы. Почвы – чернозем южный карбонатный. Приведено описание этапов коадаптации и создания исходных форм – родителей новых сортов пшеницы, которые готовятся к передаче на Государственное сортоиспытание в 2021 году. Сорта получены в результате реализации разработок по селекции пшеницы, направленных на купирование волатильности климата в последние годы. Суть комплекса резистентности к стрессорам заключается в гарантированной устойчивости создаваемых генотипов к морозам (на глубине залегания узла кущения – минус 18°C), в продолжительности яровизации более 60 дней, в устойчивости залегания притертой ледяной корки до двух месяцев. Создаваемые формы должны быть устойчивыми к заморозкам в апреле и мае, характеризоваться высокой жаро- и засухоустойчивостью. Для решения этих проблем была разработана специальная методология создания генетической изменчивости селекционного исходного материала, адекватной меняющемуся климату. Урожайность передаваемого на ГСИ сорта Вольная заря составляла 6,7 т/га (максимальная – 8,32 т/га), Донская Т 20 – 7,0 т/га (8,0 т/га), содержание белка в зерне – 14,1 и 14,0 % соответственно. В статье представлены иммунологические характеристики сортов, оценка их устойчивости к абиотическим факторам (зимо- морозостойкость, жаро- засухоустойчивость), отзывчивость сортов на сроки посева и агрофон.

Ключевые слова: селекция, озимая мягкая пшеница, флуктуация климата, сорт, урожайность, зимостойкость.

A.I. Grabovets, Corresponding member of RAS, Professor
 M.A. Fomenko, Grand PhD in Agricultural sciences
 T.A. Oleynikova, researcher
 E.A. Zheleznyak, junior researcher
 Federal Rostov Agrarian Research Center
 RF, 346735, Rostovskaya oblast', Aksajskij rajon, pos. Rassvet, ul. Institutskaya, 1
 E-mail: grabovets_ai@mail.ru

NEW VARIETIES OF WINTER SOFT WHEAT IT IS A RESULTS FROM SELECTION IN ADAPTABILITY AND PRODUCTIVITY

Research on winter wheat breeding was carried out in 2010–2020 at the Federal Rostov agricultural research center in the steppe zone with insufficient moisture. Soils of the southern carbonate Chernozem. The article describes the stages of coadaptation and creation of initial forms that served as the parents of new wheat varieties, which are being prepared for transfer to the State variety testing in 2021. The varieties are the result of the implementation of wheat breeding projects aimed at curbing climate volatility in recent years. The essence of the complex of resistance to stressors lies in the guaranteed resistance of the created genotypes to morozam (they must withstand at the depth of the tillering node – 18°C), with a duration of springization of more than 60 days, during thaws they did not grow, they could withstand up to two months of lapped ice crust. The created forms should not be damaged during frosts in April and May, and should be characterized by high heat and drought resistance. To solve these problems, a special methodology was developed for creating genetic variability of breeding source material that is adequate to the changing climate. In the Volnaya zarya variety transferred to the GSI, the yield was 6.7 t/ha (maximum – 8.32 t/ha), in the Donskaya T 20 variety – 7.0 t/ha (8.0 t/ha), the protein content in the grain was 14.1 and 14.0 %, respectively. The article presents immunological characteristics of varieties, evaluation of their stability to abiotic factors (wintering frost, heat drought), response of varieties to sowing date and soil fertility.

Key words: breeding, winter soft wheat, climate fluctuation, variety, yield, winter hardiness.

Озимая пшеница – это одна из основных злаковых культур в Южном федеральном округе. Ее урожаи обуславливают более 80 % валовых сборов зерна в регионе. В 2020 году в Ростовской области собрали 11 млн 680 тыс. т зерна 3...4 класса. Дальнейшее повышение производства пшеницы наряду с агротехникой возделывания взаимосвязано с необходимостью роста потенциала продуктивности и адаптивности сортов к варьирующим стрессорам среды. [1, 9] Важен контроль формирования селек-

ционных признаков и свойств, определяющих продуктивность и экологическую пластичность при лимитирующих стресс-факторах, возникающих в связи с флуктуациями климата. Для стабилизации производства культуры необходимы сорта, эффективно реализующие потенциальные возможности генотипов. [7]

Цель публикации – презентация путей создания и выделения новых генотипов озимой мягкой пшеницы на основе имеющихся разработок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили в ФГБНУ ФРАНЦ (степная северо-западная зона Ростовской области) в 2010–2020 годах. Исследования вели по пару и предшественнику нут. Почва опытного участка – средне-мощный южный карбонатный чернозем. Мощность гумусового горизонта 60...70 см. Количество гумуса в пахотном слое до 3,6 %, общего азота ($N-NO_3 + N-NH_4$) – 12 мг/кг почвы, подвижных форм фосфора (P_2O_5) – 25 мг/кг, калия (K_2O) – 320 мг/кг; pH в гумусовом горизонте на уровне 7,0...7,8.

Климат засушливый, со среднегодовым количеством осадков 451 мм. В 2010–2020 годах существенно усилилась флуктуация погодных условий, возросло отклонение температуры воздуха от среднегодового значения в сторону усиления аридности климата. По данным метеопоста «Тарасовское опытное поле» оно составило 3,5°C. Абсолютный максимум температур воздуха в 2019–2020 году достигал в июне 37,0°C, температурный минимум опускался в первой декаде февраля 2020 года до минус 20,0°C. Перед резким понижением температуры была оттепель с повышением температуры до 9,0°C. В период исследований годовое количество осадков варьировало от 318 (2013) до 687 (2019). Из десяти лет наблюдений шесть были засушливыми, 40...52 % годового количества осадков выпало осенью-зимой, минимум в апреле – июне. В 2019–2020 годах в июне (фаза налива зерновки) отмечена почвенная и воздушная засуха (температура воздуха до 37,0°C, суховейные ветры с порывами до 23 м/с).

Селекцию вели по общепринятой в мире методологии. Ее основа – внутри- и межвидовая гибридизация в сочетании с индивидуальным отбором по балк-методу или педигри. Превалирующий принцип получения исходного материала заключался в создании генетической изменчивости, адекватной климату и доступной отбору. В качестве родителей использовали генотипы с наименьшим количеством общих генов отдаленных эколого-географически исходных форм со средней выраженностью селективируемого признака. Это позволяло создавать гетерогенные популяции гибридов с длительным формообразованием. При воздействии условий среды и стресс-факторов появлялась возможность получать трансгрессии как итог генетической коадаптации аллелей генома. [4, 8] Определяли частоту и степень трансгрессии. [2] За критерий оценки плюс-трансгрессий по продуктивности приняли средний урожай в опыте + НСР +13 %.

В итоге получали материал с гарантированной устойчивостью к абиотическим факторам. Он должен выдерживать на глубине залегания узла кушения минус 18°C, продолжительность яровизации – более 60 дн. [3], при оттепелях не трогаться в рост, до двух месяцев быть устойчивым к залеганию притертой ледяной корки. Определены требования к генотипам, они не должны повреждаться при морозах в апреле и мае, характеризоваться высокой жаро- и засухоустойчивостью. Основной интегральный критерий ко всем биотическим и абиотическим факторам при отборах – масса зерна с растения и колоса. [3]

Объем выполняемых исследований. В селекционном питомнике высевали необмолоченные колосья в количестве 30...40 тыс. (210...280 популяций гибридов F3-Fn). Эта методика обусловила результативность выделения трансгрессивных форм с требуемыми параметрами. В контрольном питомнике ежегодно изучали 600 линий, в конкурсных испытаниях – 150...200. Качество зерна оценивали в соответствии с ГОСТом. Определяли морозостойкость сортов в условиях камеры КНТ-1М методом пучков, жизнеспособность замороженных растений – Донским усовершенствованным методом жизнеспособности озимых. [5]

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе многолетних исследований выделены для государственного сортоиспытания новые сорта озимой мягкой пшеницы *Вольная заря* и *Донская Т 20*. Вектор селекционных исследований был направлен на создание высокоурожайных генотипов с потенциалом продуктивности 10 т/га и выше в условиях высокой изменчивости климата. [3]

Определены параметры подбора исходных форм на требуемые признаки. Изучено проявление комбинативной и трансгрессивной изменчивости на продуктивность, морозостойкость, качество зерна в условиях усиления аридности климата Ростовской области. Выделены источники устойчивости к криогенным факторам (притертая ледяная корка, поздние весенние заморозки). Выявлена возможность повышения морозостойкости и адаптивности генотипов путем использования определенных источников устойчивости. [3]

Установлены маркерные признаки отбора засухоустойчивых и жаростойких форм в условиях усиления засушливости среды. Для регионов с недостаточным увлажнением высота растений ниже 90 см отрицательно влияет на продуктивность (уменьшается емкость депонирования метаболитов). Поэтому прирост урожайности новых форм может обеспечиваться увеличением густоты продуктивного стеблестоя, повышением количества биомассы растений на единице площади и индекса урожая, высокой степенью аттракции метаболитов в зерно при стресс-факторах среды. [6]

Новый сорт *Вольная заря* (*Эритроспермум 945/16*) – наглядный пример применения генетической коадаптации. Основа – внутривидовая сложная ступенчатая гибридизация с использованием на первых этапах скрещивания генетически дивергентных форм. Работу с популяцией вели на фоне напряженности стресс-факторов. Использовали сорт своей селекции *Тарасовская 29* (высокопластичный, среднерослый высокостойкий, выдерживает на глубине узла кушения до минус 20°C) и географически отдаленные формы – сербский сорт *Drina* и болгарскую линию 6191-26 (интенсивные низкорослые слабозимостойкие трехгенные карлики). Полученные константные формы были недостаточно засухоустойчивыми. Поэтому к скрещиванию привлекли засухоустойчивые средне-морозостойкие сорта украинской селекции *Белоцерковская 47*, *Альбатрос одесский* из других почвенно-климатических зон. В связи с участвующимися

майскими заморозками у новых константных форм необходимо было усилить устойчивость к ним. Поэтому на последующих этапах в скрещиваниях использовали сорта собственной селекции. Это полдукарлик *Тарасовская 97* – источник устойчивости к поздним весенним заморозкам (в мае выдерживает понижение температуры до минус 10°C), притертой ледяной корке, а также морозостойкости. Использовали также сорта *Престиж* (ФРАНЦ) и *Кирия* (Украина) – короткостебельные высокоурожайные формы с высоким качеством зерна. Таким путем были созданы местные исходные линии 1637/08 и 1550/08 с коадаптированными ассоциациями генов, приспособленные к условиям среды. Материнская форма – линия 1637/08 универсального типа, среднерослая с высокими технологическими свойствами зерна (содержание белка свыше 15,1 %, клейковины 28,7 %, седиментация 53,3 мл). Отцовская форма – линия 1505/08 – карлик (высота растения 66 см), устойчива к полеганию, поражению септориозом, но низкобелковая (12,1...13,8 %). Последний этап скрещиваний этих линий был выполнен в 2010 году.

В жестких засушливых условиях 2011 года у гибрида F1 данной комбинации по массе зерна с растения и колоса (маркеры отбора на продуктивность) был выявлен эффект сверхдоминирования этих признаков в сравнении с исходными формами. Также было определено промежуточное наследование содержания белка и клейковины по типу неполного доминирования высокобелковой материнской формы, это свидетельствовало о селекционной перспективе популяции.

На протяжении всех этапов селекционного процесса целенаправленно по параметрам идиотипа отбирали генотипы озимой мягкой пшеницы универсального типа разной интенсивности. В 2015 году в пятом поколении была отобрана константная семья. В контрольном питомнике данный генотип отличался высокой зимо-, морозостойкостью, резистентностью к желтой ржавчине (0 %), толерантностью к септориозу (0...1,5 балла).

В среднем за четыре года конкурсных испытаний урожайность сорта *Вольная заря* по пару составила 6,7 т/га (+ 1,05 т/га к ст.), по нуту – 3,81 т/га (+0,58 т/га к ст., см. таблицу).

Сорт характеризуется стабильной продуктивностью в различных агроэкологических условиях. Его урожайность при экологических испытаниях в Курском ФАНЦ – 7,75 т/га (+1,9 т/га к ст. *Московская 39*, 2017–2018 годы). Вклад в продуктивность сорта вносит высокая плотность стеблестоя (до 814 продуктивных стеблей на 1 м²) и емкость ценноза (до 16810 шт. зерн/м²). Масса 1000 зерен – 32,1...40,0 г.

Сорт *Вольная заря* отличается высокой зимостойкостью. Средняя оценка за годы изучения 5 баллов, у стандарта ГСИ сорта *Дон 107* – 4,7 балла. Живых растений после промораживания в камере низких температур (минус 18°C, экспозиция 20 ч), в среднем за годы изучения установлено 78,3 %. Вынослив к поздним весенним заморозкам в период стеблевания, засухоустойчив, характеризуется генетически закрепленным признаком устойчивости к прорастанию зерна в колосе.

Новый сорт слабовосприимчив к поражению основными болезнями злаков. В полевых условиях устойчив к бурой ржавчине (0 %), снежной плесени (1,0 балла), толерантен к корневым гнилям (15...22 %), вынослив к желтой ржавчине (0 %), желтой карликовости ячменя (0,2 балла), вирусу полосатой мозаики пшеницы (0,2...0,5 балла), пиренофорозу (0,5 балла), среднеустойчив к мучнистой росе (0...10 %), септориозу (0,1...2,0 балла). Поражение вредителями (злаковая муха, хлебный пилильщик) ниже, чем у стандарта *Дон 107*.

За годы исследований у сорта отмечены хорошие биохимические и хлебопекарные показатели качества зерна: натура – 770 г/л, стекловидность – 83 %, содержание белка – 14,1, клейковины 27,1 %, объемный выход хлеба со 100 г муки – 830 см³, общая хлебопекарная оценка – 4,6 балла. Число падения 486 с, седиментация 45,4 мл.

Сорт *Вольная заря* при посеве в северо-западной зоне Ростовской области формирует максимальную урожайность с 15 по 25 сентября (середина оптимальных сроков) 5,23...5,56 т/га (острозасушливые 2019–2020 годы). Однако и в ранний (25 августа) и поздний сроки (5 октября) обеспечивает достаточно высокую урожайность – 4,49 и 4,92 т/га. В условиях степной зоны хорошо отзывчив на азотные подкормки. В среднем величина прибавки на высоком агрофоне (N₂₄P₁₀₄) с использованием ЖКУ и карбамида (N₄₆) составила 1,01 т/га по сравнению с контролем, на том же агрофоне с карбамидом (N₄₆) – 0,89 т/га.

Агробиологическая характеристика нового сорта озимой мягкой пшеницы *Вольная заря*, конкурсные сортоиспытания (2018–2020)

Параметр	<i>Вольная заря</i>	<i>Дон 107, ст.</i>
Урожайность, т/га:		
пар	6,32*	5,0
нут	3,81	3,23
пар (Курский ФАНЦ, ст. <i>Московская 39</i>)	7,75	5,82*
Выход зерна, %	31	30
Длина, см		
соломины	84	93
колоса	8,2	7,7
Морозостойкость, %, (КНТ, t минус 18,5°C, экспозиция 20 ч)	73,3	55
Засухоустойчивость, балл	4,9	4,8
Устойчивость, по пятибалльной шкале		
к полеганию	4,5	4,0
к прорастанию на корню	5,0	4,3
Содержание, %		
белка	14,1	14,1
клейковины	27,1	23,9
Объемный выход хлеба, см ³	830	793
Полевая устойчивость к поражению:		
желтой ржавчиной, %	0	0...5
мучнистой росой, %	0...10	0...25
снежной плесенью, балл	1,0	1,5
корневой гнилью, %	10,0	28,0
септориозом, балл	1,7	2,0
вирусом полосатой мозаики пшеницы, балл*	0,2	3,0
Сроки посева в регионе возделывания	Оптимальные	Оптимальные

* – различия достоверны при P₀₅.

Сорт *Донская Т20* (*Лютесценс 899/18*) получен методом внутривидовой гибридизации и трехкратного индивидуального отбора из гибридной популяции *Айвина / Донэко*. Родители – высокоадаптированные генотипы к условиям зоны, но различающиеся по комплексам генов. Сорт *Айвина* (оригинатор НЦЗ им. П.П. Лукьяненко) – среднерослый ценный по качеству генотип, с хорошими иммунологическими характеристиками. *Донэко* – сорт своей селекции, сильная пшеница с широкой экологической пластичностью, возделывается в пяти регионах РФ – от Центрально-Черноземного до Уральского, устойчив к поражению септориозом.

Работа с данной популяцией была начата в 2011 году. На всех этапах селекционных исследований материал характеризовался высокими иммунологическими свойствами к основным болезням зерновых юга России. В 2014–2015 году при развитии бурой ржавчины гибриды F3 были резистентными к патогену (0-единичные пустулы), отличался высокой устойчивостью к вирусным болезням, септориозу, снежной плесени. В 2016 году в пятом поколении выявлено поражение на уровне 5 %, 0 – поражение желтой ржавчиной и вирусом полосатой мозаики пшеницы. В 2017–2020 годах генотипы этой популяции были выносливы к снежной плесени (0,1...0,4 балла), к вирусу желтой карликовости ячменя (0...0,2 балла), пиренофорозу (0,5 балла). С целью отбора перспективных генотипов, с более выраженными свойствами и признаками по продуктивности и экологической пластичности в условиях ужесточения стрессоров среды, проведены индивидуальные отборы в F3, F5 и F6, что способствовало коадаптации аллелей генов, повышению адаптивности к среде, а также повышению константности отбираемых форм.

В результате селекционной работы высота соломки нового генотипа снижена на 15 см в сравнении с материнским сортом *Донэко*, устойчивость к полеганию повысилась.

Сорт *Донская Т 20* среднеранний, выколашивается на два дня позже стандарта. Высота растений в различных условиях варьирует от 85 до 99 см. Длина колоса 8,1...10,0 см, отличается пластичностью к лимитирующим условиям среды в различных эконишах. Его урожайность по нуту составила 5,5 т/га (+2,01 т/га к ст., 2020), по пару – 6,8 т/га (+0,41 т/га к ст. *Дон 107*, 2018–2020), в экологическом сортоиспытании в Центрально-Черноземной зоне РФ (Курский ФАНЦ) – 7,95 т/га (+2,2 т/га к ст. *Московская 39*). Вклад в продуктивность вносит высоко озерненный колос с крупным зерном. Масса 1000 зерен в условиях засухи составила 36,6...40,6 г (стандарт 33,3...35,1), что свидетельствует о высокой жаро- и засухоустойчивости сорта. Характеризуется повышенной зимостойкостью, оценка в среднем за годы изучения – 4,9 баллов (4,7 у стандарта).

Содержание в зерне белка – 12,6...14,0, клейковины – 21,6...31,2, стекловидность 85 %. Объем хлеба – 780...880 см³, общая оценка – 4,0...4,8 балла. Число падения 460...484 сек. Формула глиадины – 3.3.7.3.2.1. с оценкой «хорошо».

Новый сорт имеет высокий потенциал урожайности, лучше других использует средний и низкий

агрофон. Норма высева и сроки сева общепринятые для зоны выращивания, наибольшую урожайность обеспечивает при оптимальных сроках сева в зоне выращивания.

Выводы. В итоге реализации разработанной методологии по созданию пластичных генотипов, адаптивных к разнообразным агроэкологическим факторам среды, получены новые формы озимой пшеницы: интенсивный сорт *Вольная заря* и универсальный *Донская Т 50*, обладающие высоким продуктивным потенциалом, адаптивностью к действию абиотических и биотических стрессоров. Итоги работы подтверждают высокую результативность разработанных методологий ведения селекции пшеницы в условиях усиления флуктуации климата.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алабышев, А.В. Адаптивный потенциал зерновых культур/ А.В. Алабышев// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (6). – С. 47–51.
2. Воскресенская, Г.С. Трансгрессия признаков у гибридов brassica и методика количественного учета этого явления/ Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота// Доклады ВАСХНИЛ. – 1967. – № 7. – С. 18–20.
3. Грабовец, А.И. Озимая пшеница. Монография/ А.И. Грабовец, М.А. Фоменко. – Ростов-на-Дону: изд-во «Юг», 2007. – 543 с.
4. Грабовец, А.И. Некоторые аспекты ведения селекции озимой мягкой пшеницы на Дону в условиях изменяющегося климата/ А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Доклады РАСХН. – 2008. – № 5. – С. 3–6.
5. Грабовец, А.И. Донской метод определения морозостойкости и жизнеспособности озимых хлебов/ А.И. Грабовец// Ростов-на-Дону: изд-во «Юг», 2010. – 23 с.
6. Грабовец, А.И. Селекция пшеницы при усилении засух/ А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 5. – С. 3–6.
7. Грабовец, А.И. Стабильность урожая в широком диапазоне сред – основной параметр при селекции озимой пшеницы/ А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 5. – С. 3–9.
8. Жученко, А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений/ А.А. Жученко// Сельскохозяйственная биология. – 2000. – № 3. – С. 3–29.
9. Сандухадзе, Б.И. Селекция озимой пшеницы в центральном регионе Нечерноземья России. Избранные труды/ Б.И. Сандухадзе. – М.: [б. и.], 2011. – 501 с.

LIST OF SOURCES

1. Alabyshev, A.V. Adaptivnyj potencial zernovykh kul'tur/ A.V. Alabyshev// Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 2 (6). – S. 47–51.
2. Voskresenskaya, G.S. Transgressiya priznakov u gibridov brassica i metodika kolichestvennogo ucheta etogo yavleniya/ G.S. Voskresenskaya, V.I. Shpota// Doklady VASKHNIL. – 1967. – № 7. – S. 18–20.
3. Grabovec, A.I. Ozimaya pshenica. Monografiya/ A.I. Grabovec, M.A. Fomenko. – Rostov-na-Donu: izd-vo «Yug», 2007. – 543 s.
4. Grabovec, A.I. Nekotorye aspekty vedeniya selekcii ozimoy myagkoj pshenicy na Donu v usloviyah izmenyayushchegosya klimata/ A.I. Grabovec, M.A. Fomenko // Doklady RASKHN. – 2008. – № 5. – S. 3–6.

5. Grabovec, A.I. Donskoj metod opredeleniya morozostojkosti i zhiznesposobnosti ozimyh hlebov/ A.I. Grabovec// Rostov-na-Donu: izd-vo «Yug», 2010. — 23 s.
6. Grabovec, A.I. Selekcija pshenicy pri usilenii zasuh/ A.I. Grabovec, M.A. Fomenko // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. — 2016. — № 5. — S. 3–6.
7. Grabovec, A.I. Stabil'nost' urozhaev v shirokom diapazone sred — osnovnoj parametru pri selekcii ozimoj pshenicy/ A.I. Grabovec, M.A. Fomenko // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. — 2020. — № 5. — S. 3–9.
8. Zhuchenko, A.A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoj sistemy selekcii rastenij/ A.A. Zhuchenko// Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 2000. — № 3. — S. 3–29.
9. Sanduhadze, B.I. Selekcija ozimoj pshenicy v central'nom regione Nechernozem'ya Rossii. Izbrannye trudy/ B.I. Sanduhadze. — M.: [b. i.], 2011. — 501 s.

А.З. Шихмуратов, доктор биологических наук

Дагестанская ОС ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Вавилова»

РФ, 368312, Республика Дагестан, Дербентский район, с. Вавилово

E-mail: asef121263@mail.ru

УДК 633.11.632.122

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/23-25

ВЛИЯНИЕ ГЕНОВ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ НА СЕЛЕКЦИОННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ЛИНИЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Исследования выполнены на Дагестанской опытной станции ВИР. Материалом для изучения служили гибриды с первого до пятого поколений, а также растения беккроссных потомств на засоленном (Хошмензил) и обычном (ВИР) фонах. Работа проведена в условиях орошения на следующих почвах: 1. Лугово-каштановые, слабосолончаковые средне- и тяжелосуглинистые (центральная усадьба). Степень засоления в слое 0–50 см слабая, в 50–75 см — лишь изредка средняя, Ph 7,8–8,4. 2. Лугово-каштановые сильносолончаковые среднесолонцеватые среднесуглинистые (участок «Хошмензил»). Почвы засолены в сильной степени по всему профилю. Тип засоления в верхнем слое хлоридно-сульфатный, в нижних горизонтах — сульфатно-хлоридный. Из числа рассмотренных признаков наиболее варибельным оказались число зерен и масса зерна с колоса. По данным признакам выделены линии, отобранные из комбинаций к-31542 х к-15061, к-16470 х к-15061. По крупнозерности на засоленном фоне — гибридные линии к-46718 х к-40194, к-58732 х к-50092 х к-50092 и к-58732 х к-46718 х к-46718. Гибридные формы представляют собой ценный исходный материал для селекции солевыносливых высокопродуктивных сортов твердой пшеницы. По нашему мнению, создание солевыносливых сортов пшеницы для конкретных условий выращивания в перспективе должно базироваться на выявлении и изучении наиболее эффективных аллелей генов, обуславливающих этот признак.

Ключевые слова: беккроссы, гибриды, солеустойчивость, твердая пшеница.

A.Z. Shikmuradov, 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 rajon, s. Vavilovo

E-mail: asef121263@mail.ru

INFLUENCE OF SALINITY TOLERANCE GENES ON SELECTIVELY VALUABLE TRAITS OF DURUM WHEAT LINES

The studies were carried out at the Dagestan experimental station of All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov (VIR). The material for the study was hybrids from the first to fifth generations, as well as plants of backcross progeny on saline (Khoshmenzil) and normal (VIR) backgrounds. The work was carried out under irrigation conditions on the following soils: 1. Meadow chestnut, slightly saline medium and heavy loamy (central farmstead). The degree of salinity in the 0–50 cm layer is weak, in 50–75 cm — only occasionally average, ph level — 7.8–8.4. 2. Meadow-chestnut strongly saline medium-solonchic medium loamy (site «Khoshmenzil»). The soils are highly saline throughout the profile. The type of salinity in the upper layer is chloride-sulfate, in the lower horizons — sulfate-chloride. Among the traits considered, the most variable were the number of grains and the weight of grain per ear. According to these features the lines selected from the combinations к-31542 х к-15061, к-16470 х к-15061 were distinguished. According to the coarse-grained on a saline background were distinguished hybrid lines к-46718 х к-40194, к-58732 х к-50092 х к-50092 and к-58732 х к-46718 х к-46718. Hybrid forms are a valuable starting material for breeding salt-tolerant high-yielding durum wheat varieties. In our view, the selection of salt-tolerant wheat varieties for specific growing should be based on identifying and studying the most effective alleles of the genes that determine this trait conditions in the future.

Key words: backcrosses, hybrids, salt tolerance, durum wheat.

Засоление почвы — одна из основных причин снижения урожайности и качества зерна твердой пшеницы в республике Дагестан. Чтобы снизить негативное влияние этого абиотического фактора необходимо, выращивать устойчивые к засолению сорта. В настоя-

щее время создание высокоурожайных сортов твердой пшеницы интенсивного типа строится в основном без учета его генетической детерминации. Из известных трех основных концепций — сорт, признак и ген — при подборе родительских пар для гибридизации и созда-

ния новых сортов ведущее место должна занимать концепция гена. Чтобы сравнить селекционную ценность того или иного гена или их сочетаний на предмет создания нового исходного материала с оптимальной выраженностью признаков, необходимо подобрать соответствующие гены-эталоны (стандарты). В последующем привлекаемые новые гены следует оценивать по отношению к гену-эталону. Для выполнения такой задачи можно применять как изогенный метод, так и сравнительный анализ солевыносливых и неустойчивых семей, а также линий, выделенных из соответствующих изопопуляций по комплексу признаков продуктивности. [4]

После выявления наиболее приемлемых селекционно ценных аллелей или их сочетаний, определяющих солеустойчивость для конкретных условий, необходима программа подбора исходных форм по остальным признакам и схемам скрещиваний.

Селекционная ценность различных генов в зависимости от условий выращивания пшеницы неравнозначна. Действие любого гена в конкретных условиях внешней среды имеет специфические характеристики. Отсюда становится очевидной роль как генотипа донора, от которого будет передаваться тот или иной ген солеустойчивости, так и внешней среды.

Выявление селекционно ценных аллелей, наиболее эффективных в конкретных условиях, может внести некоторые коррективы и в обоснование необходимых параметров устойчивости растений пшеницы к солевому стрессу.

По нашему мнению, создание солевыносливых сортов пшеницы для конкретных условий выращивания в перспективе должно базироваться на выявлении и изучении наиболее эффективных аллелей генов, обуславливающих этот признак. Целесообразность указанного вытекает и из содержания программы по изучению донорских свойств, а также из литературных источников. [1, 5] Солеустойчивость растений пшеницы, степень выраженности которой в различных условиях внешней среды во многом зависит от такого неблагоприятного фактора как засоление почвы (что в свою очередь определяет и продуктивность), также можно с достаточным основанием отнести к категории признаков, имеющих адаптивное значение. [4]

Цель работы – выявить возможное влияние генов, определяющих солеустойчивость, на некоторые селекционно ценные признаки у выделенных линий F_5 и бекроссных потомств BC_5 .

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены на Дагестанской опытной станции ВИР. Материалом для изучения служили гибриды с первого до пятого поколений, а также растения бекроссных потомств на засоленном (Хошмензил) и обычном (ВИР) фонах. Работу проводили в соответствии с Методическими указаниями ВИР. [2] Статистическую обработку результатов исследований - по Б.А. Доспехову.

Полевые исследования выполняли в условиях орошения на следующих почвах: 1. Лугово-каштановые, слабосолончаковые средне- и тяжелоуглинистые (центральная усадьба). Степень засоления в слое 0...50 см слабая, в 50...75 см – лишь изредка средняя, $Ph = 7,8...8,4$. 2. Лугово-каштановые сильносолончаковые среднесолонцеватые среднесуглинистые (участок «Хошмензил»). Почвы засолены в сильной степени по всему профилю. Тип засоления в верхнем слое хлоридно-сульфатный, в нижних горизонтах – сульфатно-хлоридный.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для изучения влияния генов солеустойчивости на селекционно ценные признаки взятых солеустойчивых образцов проанализированы гибриды с первого до пятого поколения, а также растения бекроссных потомств.

Масса зерна с главного колоса и число зерен – основные критерии, определяющие продуктивность растений. Из изученных нами признаков указанные наиболее вариабельны. По этим признакам выделились линии из комбинаций к-31542 х к-15061, к-16470 х к-15061 (табл. 1, 2).

По крупнозерности на засоленном фоне выделились гибридные линии к-46718 х к-40194, к-58732 х к-50092 х к-50092 BC_5 и к-58732 х к-46718 х к-46718 BC_5 (табл. 3).

Таблица 1.

Влияние засоления на число зерен с колоса у солеустойчивых линий F_5 и бекроссных потомств BC_5

Название	Засоленный фон			Контроль			Доля от контроля, %
	$\bar{X} \pm Sx$, см	Min...max, см	Cv , %	$\bar{X} \pm Sx$, см	Min...max, см	Cv , %	
к-46718 х к-58732 F_5	22,9±1,14	14,0...26,0	15,7	43,4±2,65	31,0...54,0	19,3	52,8
к-46718 х к-15061 F_5	25,1±1,63	18,0...31,0	20,5	34,6±2,64	21,0...50,0	24,1	72,5
к-46718 х к-61085 F_5	24,2±1,91	12,0...33,0	24,9	39,7±2,42	27,0...51,0	19,3	74,6
к-16470 х к-15061 F_5	27,8±2,02	20,0...36,0	23,0	41,9±4,18	25,0...59,0	31,6	80,0
к-46660 х к-15061 F_5	29,7±2,03	17,0...38,0	21,6	37,8±1,65	30,0...43,0	13,8	78,6
к-31542 х к-15061 F_5	35,6±3,05	20,0...46,0	27,1	38,2±4,08	22,0...63,0	33,7	93,2
к-46718 х к-40194 F_5	28,7±1,11	24,0...34,0	12,2	38,7±2,45	31,0...54,0	20,1	74,2
к-58732 х к-40194 х к-40194 BC_5	20,1±2,25	10,0...36,0	35,4	39,6±1,71	34,0...52,0	13,6	69,2
к-58732 х к-50092 х к-50092 BC_5	29,0±2,44	12,0...41,0	26,7	37,1±2,30	25,0...47,0	19,6	78,2
к-58732 х к-61085 х к-61085 BC_5	25,5±2,96	15,0...42,0	36,7	38,4±2,45	32,0...52,0	20,1	66,4
к-58732 х к-46718 х к-46718 BC_5	25,1±1,53	16,0...31,0	19,3	38,2±3,37	20,0...48,0	27,9	65,7

Таблица 2.

Влияние засоления на массу зерна с колоса у линий F₅ и беккроссных потомств BC₅

Название	Засоленный фон			Контроль			Доля от контроля, %
	X±Sx, см	Min...max, см	Cv, %	X±Sx, см	Min...max, см	Cv, %	
к-46718 х к-58732 F ₅	1,0±0,07	0,6...1,3	21,1	2,2±0,19	1,4...3,0	26,9	45,0
к-46718 х к-15061 F ₅	0,9±0,08	0,6...1,5	27,0	1,7±0,16	0,9...2,5	29,0	54,4
к-46718 х к-61085 F ₅	1,0±0,10	0,6...1,7	31,4	2,0±0,12	1,4...2,6	19,1	58,9
к-16470 х к-15061 F ₅	1,1±0,10	0,8...1,7	28,0	1,9±0,20	1,0...3,0	34,2	73,8
к-46660 х к-15061 F ₅	1,2±0,10	0,7...1,6	25,8	1,9±0,10	1,5...2,3	15,6	61,1
к-31542 х к-15061 F ₅	1,3±0,12	0,6...1,9	29,2	1,6±0,20	0,9...2,8	38,9	77,4
к-46718 х к-40194 F ₅	1,2±0,07	0,9...1,6	17,5	2,1±0,13	1,6...2,9	19,8	60,2
к-58732 х к-40194 х к-40194 BC ₅	0,7±0,09	0,2...1,1	41,0	2,0±0,13	1,6...3,0	21,4	56,8
к-58732 х к-50092 х к-50092 BC ₅	1,3±0,13	0,4...1,8	31,5	2,0±0,11	1,5...2,6	17,3	64,5
к-58732 х к-61085 х к-61085 BC ₅	1,1±0,17	0,4...2,1	48,6	2,3±0,20	1,7...3,4	26,9	47,2
к-58732 х к-46718 х к-46718 BC ₅	1,1±0,08	0,8...1,5	21,8	2,2±0,24	0,9...3,0	34,4	49,5

Таблица 3.

Влияние засоления на массу 1000 зерен у линий F₅ и беккроссных потомств BC₅

Название	Засоленный фон			Контроль			Доля от контроля, %
	X±Sx, см	Min...max, см	Cv, %	X±Sx, см	Min...max, см	Cv, %	
к-46718 х к-58732 F ₅	43,6±1,64	30,4...50,0	11,9	50,5±1,60	41,2...56,0	10,0	84,3
к-46718 х к-15061 F ₅	36,9±2,10	27,6...48,4	18,0	48,5±1,98	39,3...58,8	13,0	80,7
к-46718 х к-61085 F ₅	40,6±2,16	31,6...56,0	16,8	51,1±1,21	42,9...57,5	7,5	82,7
к-16470 х к-15061 F ₅	41,0±2,37	25,8...50,0	18,3	44,5±1,40	40,0...51,7	10,0	80,4
к-46660 х к-15061 F ₅	39,8±1,67	32,3...47,1	13,3	51,0±0,90	46,5...54,8	5,6	69,9
к-31542 х к-15061 F ₅	35,7±1,29	30,0...41,7	11,5	42,3±1,12	34,5...47,7	8,4	77,7
к-46718 х к-40194 F ₅	43,0±1,09	37,0...48,5	8,0	53,3±0,64	50,0...55,6	3,8	90,9
к-58732 х к-40194 х к-40194 BC ₅	41,3±1,45	31,0...48,4	11,1	49,9±1,24	45,0...57,7	7,9	88,9
к-58732 х к-50092 х к-50092 BC ₅	43,7±1,74	33,3...50,0	12,6	54,3±1,54	50,0...65,5	8,9	92,2
к-58732 х к-61085 х к-61085 BC ₅	41,7±2,78	21,1...50,0	21,1	59,6±1,89	50,0...65,7	10,0	88,0
к-58732 х к-46718 х к-46718 BC ₅	43,8±2,01	34,6...52,4	14,5	56,3±1,77	45,0...62,5	9,9	95,1

Таким образом, селекционные линии, сочетающие устойчивость к солевому стрессу с хорошей продуктивностью, представляют собой ценный исходный материал, который следует использовать как в генетических исследованиях, так и в практической селекции для улучшения существующих сортов и выведения новых.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Куркиев, К.У. Влияние действия засоления на продуктивность сортов гексаплоидного тритикале / К.У. Куркиев, У.К. Куркиев, М.Д. Дибиров и др. // Известия ДГПУ. — 2010. — № 4. — С. 54–59.
2. Мережко, А.Ф. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, В.Е. Зуев. — Санкт-Петербург. — 1999. — 81 с.
3. Удовенко, Г.В. Оценка солеустойчивости растений / Г.В. Удовенко, В.Н. Синельникова, Г.В. Давыдова // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). Под руководством Удовенко Г.В. — Л.: 1988. — С. 85–87.
4. Шихмуратов, А.З. Биоресурсный потенциал и эколого-генетические аспекты устойчивости представителей рода *Triticum* L. к солевому стрессу: дисс. ... докт. биол. наук / А.Д. Шихмуратов. — Владикавказ. — 2014. — 207 с.

5. Шихмуратов, А.З. Влияние солевого стресса в разные фазы вегетации на высоту и признаки продуктивности у сортообразцов твердой пшеницы / А.З. Шихмуратов, А.М. Магомедов // Юг России. — 2010. — № 3. — С. 129–134.

LIST OF SOURCES

1. Kurkiev, K.U. Vliyanie dejstviya zasoleniya na produktivnost' sortov geksaploidnogo tritikale / K.U. Kurkiev, U.K. Kurkiev, M.D. Dibirov I dr. // Izvestiya DGPU. — 2010. — № 4. — S. 54–59.
2. Merezko, A.F. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoj kollekcii pshenicy, egilopsa i tritikale./ A.F. Merezko, R.A. Udachin, V.E. Zuev. — Sankt-Peterburg, 1999. — 81 s.
3. Udovenko, G.V. Ocenka soleustojchivosti rastenij / G.V. Udovenko, V.N. Sinel'nikova, G.V. Davydova// Diagnostika ustojchivosti rastenij k stressovym vozdeystviyam (metodicheskoe rukovodstvo). Pod rukovodstvom Udovenko G.V. — L.: 1988. — S. 85–87.
4. Biorekursnyj potencial i ekologo-geneticheskie aspekty ustojchivosti predstavitelej roda *Triticum* L. k solevomu stress: diss. ... dokt. biol. nauk./ A.Z. Shihmuradov. — Vladikavkaz. — 2014. — S. 207.
5. Shihmuradov, A.Z. Vliyanie solevogo stressa v raznye fazy vegetacii na vysotu i priznaki produktivnosti u sortoobrazcov tverdoj pshenicy / A.Z. SHihmuradov, A.M. Magomedov // Yug Rossii. — 2010. — № 3. — S. 129–134.

Т.А. Барковская

О.В. Гладышева, кандидат сельскохозяйственных наук

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 631.1:816.3

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/26-30

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА ГУМИНОВОЙ ПРИРОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Представлены результаты трехлетних (2016–2018) исследований влияния органоминерального препарата гуминовой природы Гумат + 7 марки С 2 на урожайность яровой пшеницы и ее составляющие элементы. В результате применения препарата в вариантах с приготовлением баковой смеси у растений формировались дополнительные стебли. Коэффициент продуктивного кущения составлял по годам 1,34, 1,27 и 1,36. Густота продуктивного стеблестоя была на 12,3, 15,7, 19,8 % выше в сравнении с вариантами 1 и на 1,9, 4,9, 8,7 % с контрольным 2. Установлено, что применение пестицидов и агрохимиката гуминовой природы способствовали увеличению продуктивности яровой пшеницы в условиях Рязанской области на 17–43 %. Полное комплексное применение препаратов (вариант 6) обеспечивало наибольшую прибавку – на 1,1 т/га. Урожайность составляла в 2016 году – 5,37, 2017 – 7,68, 2018 – 5,11 т/га, так как сформировалась за счет высокого продуктивного стеблестоя, числа зерен и массы их с колоса. Определено, что в зависимости от применения препарата чистый доход и уровень рентабельности больше соответственно на 21–46 и 8–24 %, чем в контроле без протравителя и на 5–27 и 4–26 % – с внесением пестицидов. При этом рентабельность наиболее значимо возрастает в вариантах 4 и 6 по сравнению с контрольными.

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, гумат, технология возделывания.

Т.А. Barkovskaya

O.V. Gladysheva, PhD in Agricultural sciences

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

BIOLOGIC EFFECTIVENESS OF HUMIC NATURE PREPARATION APPLICATION IN SPRING WHEAT CULTIVATION

The results of three-year studies (2016–2018) of the effect of the organic-mineral preparation of humic nature «Humat + 7» of C 2 label on the spring wheat yield and its constituent elements are presented. As a result of the drug application in variants with a tank mixture preparation additional stems were formed in plants. The productive tillering coefficient was 1.34, 1.27 and 1.36 over the years. The density of the productive stalk was 12.3, 15.7, 19.8 % higher in comparison with options 1 and by 1.9, 4.9, 8.7 % with control 2. It was established that the pesticides and a humic nature agrochemicals application are contributed to an increase in the productivity of spring wheat in the Ryazan region by 17–43 %. Full complex application of the preparations (option 6) provided the greatest increase – by 1.1 t/ha. The yield was 5.37 t/ha in 2016, 7.68 t/ha in 2017, 5.11 t/ha in 2018, as it was formed due to the high productive stalk, the number of grains and their weight per ear. It was determined that, depending on the use of the drug, the net income and the level of profitability are higher, respectively, by 21–46 and 8–24 % than in the control without a dressing agent and by 5–27 and 4–26 % – with the introduction of pesticides. At the same time, the profitability increases most significantly in the 4 and 6 options in comparison with the control.

Key words: spring wheat, yield, humate, cultivation technology.

Увеличение продуктивности и валовых сборов пшеницы, улучшение качества зерна определяется реализацией потенциала сорта в конкретных условиях и уровнем интенсификации технологии возделывания. Яровая пшеница – культура достаточно отзывчивая на элементы технологий, в частности на обработку почвы, предшественник, минеральное питание. [5, 8, 9, 13, 14, 16] На основе исследований также накоплен большой массив данных по влиянию определённых доз гуматов на рост и развитие культуры, проявлению их защитных свойств в виде повышения устойчивости растений к воздействию неблагоприятных факторов среды, оптимизации корневого питания, стимулированию прорастания семян, дополнительного кущения. [2, 3, 4, 7, 10, 11, 15, 17]

Цель исследований – определить биологическую эффективность применения органоминерального удобрения Гумат +7 марки С 2 в технологиях возделывания яровой пшеницы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проведены в отделе селекции и первичного семеноводства ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2016–2018 годах. Показатели плодородия темно-серой лесной почвы: общий азот – 0,24 %, гумус в слое 0...25 см (по Тюрину) – 4,76 %, рН солевой вытяжки – 4,92, азот гидролизный – 123,5 мг/кг почвы, подвижный фосфор – 34,6 мг/100 г почвы, подвижный калий – 20,2 мг/100 г почвы. Предшественник – озимая пшеница.

Опыт проведен с использованием оригинальных семян сорта *Агата*, соответствующих ГОСТ Р 52325-2005. Норма высева 6,0 млн всхожих семян на 1 га. Схема опыта состояла из 6 вариантов в 5-ти повторениях, учетная площадь делянки 25 м² (табл. 1).

Высевали семена по принятой технологии возделывания яровой пшеницы. [6] Перед посевом внесли минеральные удобрения из расчета (NPK)₆₄ д.в. в виде азофоски (N₁₆P₁₆K₁₆).

Контрольные варианты: 1 – без применения пестицидов, 2 – с применением протравителя семян и гербицида (вариант хозяйства). Объект исследований – агрохимикат Гумат+7 марки С2 (10%-й жидкий концентрат). В работе руководствовались методиками: «Государственное сортоиспытание сельскохозяйственных культур», выпуск 2, М., 1989 г., статистическая обработка по Доспехову (2012), данные систематизировали с помощью пакета статистических программ Excel 7,0.

В 2016 и 2017 годах погодные условия мая-июля были благоприятными для развития культуры. Осадков за вегетационные периоды выпало 172,8 и 147,9 мм соответственно, что близко к средним многолетним значениям – 153 мм. Среднемесячная температура мая, июня и июля 2016 года превышала среднемноголетнюю на 3,9...5,1°С. В 2017 году температурный режим указанных месяцев был более благоприятным и соответствовал средним значениям.

В течение активного периода вегетации 2018 года осадков выпало 115 мм, что в 1,3 раза меньше среднемноголетних значений, средняя температура мая – июля превышала среднемноголетнюю на 3,7... ,5°С.

Подкадный анализ температурного режима мая 2016, 2017 и 2018 годов показывает, что в период сева, всходов, начала кущения была повышенная температура воздуха на 1,5...6,8°С, за исключением второй декады 2017 года и достаточно благоприятные условия по увлажнению – во второй-третьей декадах мая выпадало 60,4 и 21,4 мм осадков соответственно, при средних многолетних значениях 26 мм. В условиях южной части Нечерноземной зоны количество осадков второй половины мая очень важно для дальнейшего формирования урожайности яровой пшеницы. [1]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что полевая всхожесть по вариантам различалась (табл. 2). В контрольном варианте ее значение в среднем за три года составило 85,5 %. Обработка семян протравителем способствовала более дружному появлению всходов, но понижала полевую всхожесть во 2-м варианте на 4,8 %, в 4-м – на 3,8 %, что отмечено и в исследованиях других авторов. [12] Использование в качестве протравителя только Гумат 7 + марки С2 напротив способствовало повышению полевой всхожести на 2 % относительно 1-го варианта. При совместном применении препаратов зафиксировано еще большее снижение полевой всхожести: в вариантах 3 и 6 – на 7,3 и 6,7 % соответственно.

Однако в дальнейшем ситуация менялась. Так, кущение растений яровой пшеницы в течение трех лет в 1-м варианте (без применения пестицидов) было наименьшим – 0,9...1,11. Наилучшими показателями отличались варианты 3, 4 и 6, с продуктивным кущением 1,34, 1,27 и 1,36 соответственно. В этих же вариантах была густота продуктивного стеблестоя на 12,3, 15,7, 19,8 % выше, чем в варианте 1 и на 1,9, 4,9, 8,7 % выше в сравнении со 2-м вариантом. Применение Гумата при протравливании семян и в фазе кущения способствовало его усилению (табл. 2).

По мнению исследователей, препараты гуминовой природы и некоторые протравители стимулируют прорастание семян с пониженной всхожестью и в дальнейшем ускоряют рост и развитие растений. [3, 17]

Применение протравителя семян (вариант 2) способствовало лучшей сохранности растений по сравнению с 1-м вариантом, внесение изучаемого агрохимиката в фазе кущения в вариантах 4 и 6 не повлияло на сохранность по сравнению с вариантом 2. При этом в 5-м варианте этот показатель был самый низкий – 74,3 %.

Изучали восприимчивость к основным болезням в полевых условиях. В наибольшей степени поражались септориозом, мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной растения в варианте 1 (табл. 3).

Следует отметить, что в Рязанской области условия для проявления стеблевой ржавчины создаются не каждый год. Так, в нашем опыте эпифитотийным

Таблица 1.

Схема опыта

Вариант технологии	Элементы технологии		
	Протравитель семян фунгицид + инсектицид	Применение баковой смеси в фазе кущения: гербициды + инсектицид	Доза Гумат + 7 марки С2, способ применения
1 контроль	Без протравливания	Балерина 0,4 л/га + Гранстар Про 0,02 кг/га + Борей 0,15 л/га	–
2 контроль	Виал Траст 0,5 + Табу 0,7, л/т	То же	–
3	Виал Траст 0,5 + Табу 0,7, л/т	– –	+ 0,8 л/т к протравителям семян
4	Виал Траст 0,5 + Табу 0,7 л/т	– –	+ 1 л/га в баковую смесь
5	Без протравливания	– –	+ 0,8 л/т обработка семян + 1 л/га в баковую смесь
6	Виал Траст 0,5 + Табу 0,7, л/т	– –	+ 0,8 л/т к протравителям семян + 1 л/га в баковую смесь

Таблица 2.

Полевая всхожесть, густота стояния, сохранность растений яровой пшеницы в среднем за 2016–2018 годы

Вариант технологии	Полевая всхожесть, %	Густота стояния растений, шт/м ²		Сохранность растений к уборке, %	Число продуктивных колосьев, шт/м ²	Коэффициент продуктивного кущения
		весной	перед уборкой			
1	85,5	513	391	76,2	439	1,10
2	80,7	484	397	81,9	484	1,22
3	78,2	469	368	77,9	493	1,34
4	81,7	490	400	81,4	508	1,27
5	87,5	525	391	74,3	495	1,26
6	78,8	473	387	81,8	526	1,36

стал 2016 год, когда поражение составило 40...70 % при максимальном значении в варианте 1. Эта болезнь значительно повлияла на крупность зерна – масса 1000 зерен была на 10 г (25,6 %) ниже, чем в годы не эпифитотийные. Наименьшее поражение яровой пшеницы указанными болезнями в течение трех лет зафиксировано в варианте 6.

По многолетним данным высота растений в условиях хорошего увлажнения у сорта *Агата* составляет 105 см. В 2016 и 2017 годах при достаточном количестве почвенной влаги этот показатель в контрольном варианте – 102...110 см, в 2018 году при недостаточном количестве влаги – 88 см. Использование изучаемого агрохимиката в вариантах 3, 4, 6 существенно увеличивает высоту растений, что может неблагоприятно отразиться на кущении-кошении в условиях шквалистых ветров и избыточного количества осадков (табл. 4).

По структуре урожая установлено, что в вариантах 2, 3, 4, 6 увеличена длина колоса по отношению к контролю на 8,7, 9,2, 12,9, 15,2 % соответственно. С использованием Гумата в 5-м варианте длина увеличилась незначительно (на 3,2 %), однако колос формировался более плотным и озерненным, что неблагоприятно отразилось на массе 1000 зерен.

Увеличение длины колоса в вариантах 2, 3, 4, 6 повлекло рост числа колосков и зерен в колосе, массы зерна с колоса. Наибольшие показатели были в вариантах 4, 5 и 6. Отмечено увеличение числа зерен в колосе в 2016 году на 1,4...2,9 шт., 2017 – 5,8...11,7 шт., 2018 – 0,7...2,5 шт. по сравнению с вариантом 1. Наибольший показатель был в варианте 6 – 31,5 шт. зерен в колосе с массой зерна 1,16 г. Масса 1000 зерен наибольшая была в вариантах 3 и 4 – 38,0...38,3 г и превысила контроль на 5,3 и 7,5 %.

При оценке действия агрохимиката индивидуально по вегетационным периодам лет испытаний установили, что наибольшее влияние на рост и развитие растений изучаемый препарат оказывал в 2017 году, который был наиболее оптимальным по температурному режиму и увлажнению, и согласующимся с требованиями для яровой пшеницы, наименьшее – в год засушливый и более теплый – 2018.

Установлено, что применение пестицидов и агрохимиката гуминовой природы способствовали увеличению продуктивности яровой пшеницы на 17...43 %. Урожайность в опытных вариантах была значительно выше, чем в контроле (табл. 5). Использование в качестве протравителя только пестицида (вариант 2) или изучаемого агрохимиката (вариант 5) обеспечило равноценное повышение урожайности на 0,72...0,75 т/га по сравнению с ва-

риантом 1. Добавление Гумата 7+ марки С 2 при протравливании семян (вариант 3) дополнительно повышало продуктивность на 0,43 т/га, в баковую смесь с гербицидами в фазе кущения (вариант 4) – на 0,8 т/га.

Комплексное применение препаратов (вариант 6) обеспечивало наибольшую дополнительную прибавку от Гумата 7+ марки С 2 в 1,1 т/га и урожайность: в 2016 году – 5,37 т/га, 2017 – 7,68, 2018 – 5,11 т/га, которая формировалась за счет высокого продуктивного стеблестоя, числа зерен и массы зерна с колоса.

Применение Гумата +7 марки С2 не оказало влияния на качество зерна, которое больше зависело от метеорологических условий вегетационного периода. В 2016–2017 годах содержание белка в зерна составило 11 %, клейковины – 23 % при ИДК 95 ед., в 2018 – белка – 14 %, клейковины – 28 % при ИДК 79 ед.

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства характеризуется многими показателями, важнейшие из которых – доход и рентабельность. Чистый доход в опыте – 4,69...6,83 тыс. руб/га, рентабельность – 116...151 %.

Таблица 3.

Поражение болезнями яровой пшеницы сорта *Агата*

Вариант технологии	Болезнь, %			
	Септориоз	Мучнистая роса	Бурая ржавчина	Стеблевая ржавчина
1	20...40	15...35	10...30	10...70
2	15...35	10...30	5...25	10...60
3	15...35	5...25	5...20	5...50
4	10...25	10...25	5...20	5...50
5	15...30	5...30	10...30	5...60
6	10...25	15...25	5...25	5...40

Таблица 4.

Структура урожая яровой пшеницы в среднем за 2016–2018 годы

Вариант технологии	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число в колосе, шт.		Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
			колосков	зерен		
1	99	7,2	14,2	25,8	0,91	36,1
2	104	7,83	16,1	28,7	1,03	36,5
3	113	7,86	15,4	29,2	1,09	38,0
4	116	8,13	16,5	29,6	1,13	38,8
5	107	7,43	16,0	28,9	1,03	35,1
6	113	8,10	15,9	31,5	1,16	37,4

Таблица 5.
Урожайность яровой пшеницы в среднем за 2016–2018 годы

Вариант технологии	Урожайность, т/га	Превышение над контролем 1, т/га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
1	4,23	–	4,69	116
2	4,95	+0,72	5,40	120
3	5,38	+1,15	5,97	125
4	5,75	+1,52	6,46	145
5	4,98	+0,75	5,65	128
6	6,05	+1,82	6,83	151
НСР ₀₅ 0,99				

Определено, что в зависимости от применения Гумата +7 марки С 2 оба показателя на 21...46 и 8...24 % были больше, чем в контроле без протравителя, на 5...27 и 4...26 % в варианте с пестицидом, рентабельность наиболее значимо возросла в вариантах 4 и 6.

Таким образом, применение агрохимиката Гумат +7 марки С2 оказывало влияние на развитие растений пшеницы. Оно было неоднозначно в начале вегетации, что выразилось в снижении полевой всхожести сорта *Agata* при совместном применении с пестицидным протравителем. В дальнейшем как в момент протравливания, так и по вегетации число элементов, составляющих продуктивность, увеличилось. Повысились урожайность на 0,75...1,82 т/га, чистый доход и рентабельность на 21...46 и 8...24 % без протравителя; на 5...27 и 4...26 % при совместном применении с пестицидом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Барковская, Т.А. Сортовые особенности формирования урожайности и технологических показателей качества зерна у сорта яровой пшеницы *Agata* в зависимости от уровня влагообеспеченности / Т.А. Барковская, О.В. Гладышева // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 4 (470). – С. 9–13.
2. Богомазов, С.В. Эффективность гуминового и минеральных удобрений в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы / С.В. Богомазов, А.А. Левин, О.А. Ткачук и др. // *Нива Поволжья*. – 2018. – № 4 (49). – С. 9–13.
3. Вербицкая, Н.В. Использование препарата гуминовой природы для предпосевной обработки семян пшеницы / Н.В. Вербицкая, Е.П. Кондратенко, О.М. Соболева // *Вестник КузГТУ*. – 2014. – № 3. – С. 128–131.
4. Виноградова, В.С. Влияние гуминовых и микроудобрений на урожайность яровой пшеницы / В.С. Виноградова, А.А. Мартынцева, С.Н. Казарин // *Земледелие*. – 2015. – № 1. – С. 32–34.
5. Власенко, А.Н. Влияние сорта и технологии на эффективность возделывания яровой пшеницы в лесостепи Приобья / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, О.В. Кулагин, П.И. Кудашкин // *Земледелие*. – 2018. – № 4. – С. 15–19.
6. Гладышева, О.В. Инновационная технология возделывания яровой пшеницы на продовольственные цели в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Методическое пособие / О.В. Гладышева, Т.А. Барковская. – Москва. – ФГУ РЦСК, 2008. – 23 с.
7. Денисов, Е.П. Изменение стрессовой ситуации растений яровой пшеницы при внекорневой подкорм-

ке удобрениями и биопрепаратами / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев и др. // *Аграрный научный журнал*. – 2018. – № 4. – С. 9–12.

8. Ивенин, В.В. Урожайность и экономическая эффективность яровой пшеницы по разным технологиям / В.В. Ивенин, Н.А. Борисов, Д.С. Выборов // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2018. – № 1 (41). – С. 32–35.
9. Кулеватова, Т.Б. Влияние предшественника на показатели качества зерна яровой мягкой пшеницы / Т.Б. Кулеватова, Л.Н. Злобина, Г.А. Бекетова, Н.И. Старичкова // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология*. – 2019. – Т. 19. – № 1. – С. 64–69.
10. Мигранов, Р.Р. Сортовая реакция яровой пшеницы на обработку семян препаратами с биологической активностью / Р.Р. Мигранов, Р.К. Кадиков, А.В. Валитов, А.А. Нигматьянов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 1 (69). – С. 33–36.
11. Можарова, И.П. Влияние полифункциональных удобрений с включением гуминовых веществ, аминокислот, макро- и микроэлементов на урожайность и качество яровой и озимой пшеницы / И.П. Можарова, А.А. Коршунов, Т.Ю. Вознесенская // *Агрохимический вестник*. – 2018. – № 6. – С. 39–43.
12. Надточаев, Н.Ф. Сравнительная эффективность инсектицидных и фунгицидных протравителей семян кукурузы / Н.Ф. Надточаев, Н.Л. Холодинская, Г.Н. Куркина, Д.Н. Володькин // *Земледелие и селекция в Беларуси*. – 2019. – № 55. – С. 49–57.
13. Окорков, В.В. К совершенствованию агротехники возделывания яровой пшеницы / В.В. Окорков, Н.А. Батяхина // *Владимирский земледелец*. – 2018. – № 2 (84). – С. 16–19.
14. Петрова, Л.И. Влияние осушения и применения минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы / Л.И. Петрова, Ю.И. Митрофанов, Н.К. Первушина // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2018. – № 3 (64). – С. 70–74.
15. Разина, А.А. Эффективность баковых смесей для предпосевной обработки семян яровой пшеницы / А.А. Разина, О.Г. Дятлова, Т.А. Рябчинская, И.Ю. Бобрешова // *Защита и карантин растений*. – 2018. – № 8. – С. 26–27.
16. Сабирзянов, А.М. Отзывчивость яровой пшеницы на фоны питания и приемы основной обработки почвы / А.М. Сабирзянов, И.П. Таланов, Т.Г. Хадеев // *Плодородие*. – 2020. – № 3 (114). – С. 20–22.
17. Хазиев, А.З. Роль протравливания семян в борьбе с корневыми гнилями / А.З. Хазиев, Т.В. Зайцева, Ф.М. Хакимуллина // *Защита и карантин растений*. – 2015. – № 3. – С. 20–23.

LIST OF SOURCES

1. Barkovskaya, T.A. Sortovye osobennosti formirovaniya urozhajnosti i tekhnologicheskikh pokazatelej kachestva zerna u sorta yarovoij pshenicy Agata v zavisimosti ot urovnya vlagobespechennosti / T.A. Barkovskaya, O.V. Gladysheva // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. – 2020. – № 4 (470). – S. 9–13.
2. Bogomazov, S.V. Effektivnost' guminovogo i mineral'nyh udobrenij v tekhnologii vzdelyvaniya yarovoij myagkoij pshenicy / S.V. Bogomazov, A.A. Levin, O.A. Tkachuk i dr. // *Niva Povolzh'ya*. – 2018. – № 4 (49). – S. 9–13.

3. Verbickaya, N.V. Ispol'zovanie preparata guminovoj prirody dlya predposevnoj obrabotki semyan pshenicy / N.V. Verbickaya, E.P. Kondratenko, O.M. Soboleva // Vestnik KuzGTU. – 2014. – № 3. – S. 128–131.
4. Vinogradova, V.S. Vliyanie guminovyh i mikroudobrenij na urozhajnost' yarovoj pshenicy / V.S. Vinogradova, A.A. Martynceva, S.N. Kazarin // Zemledelie. – 2015. – № 1. – S. 32–34.
5. Vlasenko, A.N. Vliyanie sorta i tekhnologii na effektivnost' vozdel'yvaniya yarovoj pshenicy v lesostepi Priob'ya / A.N. Vlasenko, N.G. Vlasenko, O.V. Kulagin, P.I. Kudashkin // Zemledelie. – 2018. – № 4. – S. 15–19.
6. Gladysheva, O.V. Innovacionnaya tekhnologiya vozdel'yvaniya yarovoj pshenicy na prodovol'stvennye celi v usloviyah Central'nogo rajona Nechernozemnoj zony. Metodicheskoe posobie / O.V. Gladysheva, T.A. Barkovskaya. – Moskva. – FGU RCSI, 2008. – 23 s.
7. Denisov, E.P. Izmenenie stressovoj situacii rastenij yarovoj pshenicy pri vnekornevoj podkormke udobreniyami i biopreparatami / E.P. Denisov, A.P. Solodovnikov, B.Z. Shagiev i dr. // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2018. – № 4. – S. 9–12.
8. Ivenin, V.V. Urozhajnost' i ekonomicheskaya effektivnost' yarovoj pshenicy po raznym tekhnologiyam / V.V. Ivenin, N.A. Borisov, D.S. Vyborov // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 1 (41). – S. 32–35.
9. Kulevatova, T.B. Vliyanie predshestvennika na pokazateli kachestva zerna yarovoj myagkoj pshenicy / T.B. Kulevatova, L.N. Zlobina, G.A. Beketova, N.I. Starichkova // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Himiya. Biologiya. Ekologiya. – 2019. – T. 19. – № 1. – S. 64–69.
10. Migranov, R.R. Sortovaya reakciya yarovoj pshenicy na obrabotku semyan preparatami s biologicheskoj aktivnost'yu / R.R. Migranov, R.K. Kadikov, A.V. Valitov, A.A. Nigmat'yanov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 1 (69). – S. 33–36.
11. Mozharova, I.P. Vliyanie polifunkcional'nyh udobrenij s vklyucheniem guminovyh veshchestv, aminokislot, makro- i mikroelementov na urozhajnost' i kachestvo yarovoj i ozimoj pshenicy / I.P. Mozharova, A.A. Korshunov, T.Yu. Voznesenskaya // Agrohimiicheskij vestnik. – 2018. – № 6. – S. 39–43.
12. Nadtochaev, N.F. Sravnitel'naya effektivnost' insekticidnyh i fungicidnyh protravitelej semyan kukuruzy / N.F. Nadtochaev, N.L. Holodinskaya, G.N. Kurkina, D.N. Volod'kin // Zemledelie i selekciya v Belarusi. – 2019. – № 55. – S. 49–57.
13. Okorkov, V.V. K sovershenstvovaniyu agrotekhniki vozdel'yvaniya yarovoj pshenicy / V.V. Okorkov, N.A. Batyahina // Vladimirsij zemledec. – 2018. – № 2 (84). – S. 16–19.
14. Petrova, L.I. Vliyanie osusheniya i primeneniya mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' yarovoj pshenicy / L.I. Petrova, Yu.I. Mitrofanov, N.K. Pervushina // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2018. – № 3 (64). – S. 70–74.
15. Razina, A.A. Effektivnost' bakovyh smesej dlya predposevnoj obrabotki semyan yarovoj pshenicy / A.A. Razina, O.G. Dyatlova, T.A. Ryabchinskaya, I.YU. Bobreshova // Zashchita i karantin rastenij. – 2018. – № 8. – S. 26–27.
16. Sabirzyanov, A.M. Otzyvchivost' yarovoj pshenicy na fony pitaniya i priyomy osnovnoj obrabotki pochvy / A.M. Sabirzyanov, I.P. Talanov, T.G. Hadeev // Plodородie. – 2020. – № 3 (114). – S. 20–22.
17. Haziev, A.Z. Rol' protravlevaniya semyan v bor'be s kornevymi gnilyami / A.Z. Haziev, T.V. Zajceva, F.M. Hakimullina // Zashchita i karantin rastenij. – 2015. – № 3. – S. 20–23.

Д.К. Рашидова, доктор сельскохозяйственных наук

Научно исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка
111218, Узбекистан, Ташкентская обл., Кибрайский р-н, пос. Салар, ул. Университетская, 1

М.М. Якубов, докторант

Ташкентский государственный аграрный университет

111218, Узбекистан, Ташкентская обл., Кибрайский р-н, пос. Салар, ул. Университетская, 2

Ш.Т. Шарипов, доктор философии сельскохозяйственных наук

Н.М. Мамедов, доктор философии сельскохозяйственных наук

Научно исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка

E-mail: yakubov.m.m@mail.ru

УДК:633.511:631.559:631.531.1

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/31-34

ВНУТРЕННИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЕННОГО ХЛОПКА-СЫРЦА

Лабораторные и полевые опыты выполняли на экспериментальном участке научно-исследовательского института селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, расположенном в Кибрайском районе Ташкентской области на 42-м градусе северной широты, на высоте 481 м над уровнем моря. Почва – типичный, окультуренный серозем давнего орошения из магистрального канала Боз-Су. Агротехнические мероприятия проводили в соответствии с рекомендациями УзНИИХ, для условий типичных сероземов с глубоким залеганием грунтовых вод. По каждой плодовой ветви определяли в лабораторных условиях массу одной коробочки, количество и массу 1000 шт. семян, их всхожесть. Показано, что высокое качество семян хлопчатника гарантирует контроль за их сортовыми и посевными показателями. На урожайность, а следовательно, на количество и крупность коробочек влияет много факторов – климат, почва, зоны выращивания, годовые нормы минеральных удобрений NPK, поливной режим, агротехнические приемы и другие. Больше всего величина урожая зависит от нормы внесения минеральных удобрений. На посевных площадях полевая всхожесть семян хлопчатника, как правило, не более 75–80 %. Доведение ее до 90 % и выше обеспечит наиболее полную густоту стояния растений, при этом сократится норма высева, увеличится масса 1000 шт. семян. Выявлено, что этот показатель в сопоставлении с количеством семян в одной коробочке по тесноте связи характеризуется криволинейной зависимостью с корреляционным отношением $\eta = 0,885$. Установлена теснота связи полевой всхожести семян с раскрытием коробочек: при ее увеличении уменьшается процент раскрытия.

Ключевые слова: внутренний контроль, урожайность, хлопок-сырец, масса одной коробочки, масса 1000 шт. семян, процент сбора семенного хлопка, всхожесть семян.

D.K. Rashidova, Grand PhD in Agricultural sciences

Cotton Breeding, Seed Production and Agrotechnologies Research Institute

111218, Uzbekistan, Tashkentskaya obl., Kibrajskij r-n, pos. Salar, ul. Universitetskaya, 1

M.M. Yakubov, doctoral student

Tashkent State Agrarian University

111218, Uzbekistan, Tashkentskaya obl., Kibrajskij r-n, pos. Salar, ul. Universitetskaya, 2

Sh.T. Sharipov, Grand PhD in Philosophy on Agricultural sciences

N.M. Mamedov, Grand PhD in Philosophy on Agricultural sciences

Cotton Breeding, Seed Production and Agrotechnologies Research Institute

111218, Uzbekistan, Tashkentskaya obl., Kibrajskij r-n, pos. Salar, ul. Universitetskaya, 1

E-mail: yakubov.m.m@mail.ru

INTERNAL CONTROL IN DETERMINING OF SEED RAW COTTON YIELD

Laboratory and field experiments were carried out at the experimental site of the Research Institute of Breeding, Seed Production and Agricultural Technology of Cotton Growing, located in the Kibray District of the Tashkent Region at 42 degrees north latitude, at an altitude of 481 m above sea level. The soil is a typical, cultivated gray soil of old irrigation from the Boz-Su main channel. Agrotechnical measures were carried out in accordance with the recommendations of the Uzbek Cotton Research Institute for the conditions of typical gray soils with deep groundwater. For each fruit branch the weight of one capsule, the number and weight of 1000 seed pieces were determined under laboratory conditions, their germination. It is shown that the high quality of cotton seeds guarantees control over their varietal and sowing characteristics. The yield, and therefore the number and size of the bolls are influenced by many factors – climate, soil, growing zones, annual rates of NPK mineral fertilizers, irrigation regime, agrotechnical methods, and others. Most of all yield volume depends on the rate of application of mineral fertilizers. On sown areas the field germination of cotton seeds, as a rule, is no more than 75–80 %. Bringing it to 90 % and above will provide the most complete plant stand density, while the seeding rate will decrease and the weight of 1000 seed pieces will increase. It was revealed that this indicator in comparison with the number of seeds in one seed capsule by the tightness of the connection, is characterized by a curvilinear dependence with a correlation ratio $\eta = 0.885$. The closeness of the connection between the field seeds germination and the opening of the capsules was established: with it's increasing the percentage of opening decreases.

Key words: Internal control, yield, weight of raw cotton of one box, weight of 1000 pieces of seeds, percentage of collection of seed raw cotton, seed germination.

Основные задачи реформ, проводимых в хлопководстве Узбекистана, – сохранение размера посевных площадей, повышение урожайности хлопка-сырца и волокна, увеличение производства высококачественных семян, рациональное использование водных ресурсов.

Известно, что основу роста, стабилизацию производства и повышение качества растениеводческой продукции обеспечивает сорт. Его свойства тесно связаны с природно-климатическими условиями, зональными технологиями, техническими средствами, уровнем производства. [5, 6]

Продукты естественного и искусственного отбора – корреляционные плеяды играют существенную роль в эволюционном преобразовании растений и животных. Каждый, казалось бы, ничтожный признак обрастает множеством связанных с ним признаков, и тем самым становится элементом программы будущей эволюции. [3]

Многочисленные опыты в нашей стране и за рубежом по срокам посева, глубине заделки семян, воздействию на семена и растения стимуляторов роста, различных физических факторов, выращиванию семян в различных почвенно-климатических зонах также свидетельствуют об онтогенетической обусловленности урожайных свойств сортовых семян. Это ставит под сомнение существующую теоретическую основу сортообновления. [7 и др.]

Все более возрастающий дефицит водных ресурсов ограничивает посевы хлопчатника. Поэтому увеличение производства хлопка возможно только при повышении урожайности культуры. Немаловажную роль, наряду с совершенствованием агротехнических приемов, внедрением высокоурожайных сортов, может сыграть улучшение качества семян. В этом направлении проведена большая работа, но, несмотря на значительное улучшение семенного фонда, полевая всхожесть остается еще низкой. На многих посевных площадях, как правило, она не превышает 75...80 %. Если довести показатель до 90 % и выше, можно обеспечить более полную густоту стояния, сократить норму высева, увеличить массу 1000 шт. семян.

Опыт стран с развитым семеноводством показывает, что гарантию высокого качества семян обеспечивает контроль за сортовыми и посевными их качествами. [1]

Внутренний контроль – это совокупность политики и процедур, которые применяются для обеспечения сохранности выпускаемой продукции и убежденности в точности и достоверности данных ее производства. При возрастающей конкуренции, а также стремлении современных организаций к росту рентабельности с внедрением инноваций и ростом производственных мощностей, повышается значимость грамотного и эффективного внутреннего контроля как управленческой функции на всех уровнях. [2, 4]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лабораторные и полевые опыты выполняли на экспериментальном участке Научно-исследовательского института селекции, семеноводства и агро-

технологии выращивания хлопка, расположенном в Кибрайском районе Ташкентской области на 42-м градусе северной широты, на высоте 481 м над уровнем моря. Почва – типичный, окультуренный серозем давнего орошения из магистрального канала Боз-Су.

Агротехнические мероприятия проводили в соответствии с рекомендациями УзНИИХ, для условий типичных сероземов с глубоким залеганием грунтовых вод. По каждой плодовой ветви определяли в лабораторных условиях массу одной коробочки, количество и массу 1000 шт. семян, их всхожесть.

В работе применяли действующие стандарты и методики О'zDSt 663: 2017 «Семена хлопчатника посевные. Технические условия», О'zDSt 1080:2005 «Хлопок-сырец семенной и семена хлопчатника посевные. Методы отбора проб», О'zDSt 1128:2006 «Семена хлопчатника посевные. Методы определения всхожести». Результаты, полученные в процессе исследований, статистически обрабатывали по Б.П. Доспехову (1979).

Инспекционная проверка основана на применении нормативных документов используемых в Республике Узбекистан. Правила выращивания семенного материала контролировали по инструкции производства семян элиты районированных и новых сортов хлопчатника. Сортовую чистоту определяли с учетом инструкции по апробации семенных посевов хлопчатника.

На урожайность хлопчатника, а следовательно, и на количество и крупность коробочек влияют очень много факторов – климат, почва, зоны выращивания, годовые нормы внесения минеральных удобрений.

Коробочки хлопчатника созревают на стебле и плодовой ветви не все сразу, а постепенно снизу. Выявлено, что первые коробочки начинают обра-

Таблица 1.
Урожайность и качество хлопка-сырца от семян, полученных при разной степени раскрытия коробочек

Вариант	Средняя масса одной коробочки, г	Сбор, т/га		Итого, ц/га	Длина волокна, мм	Выход волокна, %
		первый	второй			
Андижан-36 – 50%	5,6	24,7	8,0	34,7	33,3	37,6
Андижан-36 – 70%	5,7	26,8	7,6	34,4	33,3	37,4
Андижан-36 – 80%	5,5	26,3	8,9	34,2	33,1	37,3
Андижан-36 – 90%	5,0	27,1	8,6	35,7	33,0	37,3
Ан-Баяут-2 – 60%	5,2	25,4	8,9	34,3	32,1	35,8
Ан-Баяут-2 – 70%	5,3	24,2	9,8	34,0	32,9	34,6
Ан-Баяут-2 – 80%	5,0	26,5	10,5	37,0	32,8	34,4
Ан-Баяут-2 – 90%	4,8	27,3	9,6	37,2	32,6	34,4
С-6524 – 50%	5,6	28,4	8,2	36,6	34,2	34,9
С-6524 – 60%	5,6	27,7	9,6	37,3	34,1	35,0
С-6524 – 70%	5,5	27,9	10,2	38,1	34,0	34,8
С-6524 – 90%	5,2	26,6	10,4	37,0	34,1	34,9

Таблица 2.
Лабораторная оценка семян, собранных при разной степени раскрытия коробочек

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	Механическая поврежденность, %	Масса 1000 семян, г	Полевая всхожесть, %	Урожайность хлопка-сырца
Андижан-36 – 50%	92,0	95,0	0,9	128	80	34,7
Андижан-36 – 70%	93,0	95,0	1,0	126	81	34,4
Андижан-36 – 80%	91,0	94,0	0,9	127	78	34,2
Андижан-36 – 90%	90,0	94,0	0,8	123	72	35,7
АН-Баяут-2 – 60%	89,0	93,0	0,8	102	83	34,3
АН-Баяут-2 – 70%	88,0	93,0	0,9	103	82	34,0
АН-Баяут-2 – 80%	90,0	95,0	1,0	101	75	37,0
АН-Баяут-2 – 90%	89,0	92,0	1,0	99	72	37,2
С-6524 – 50%	87,0	94,0	1,1	118	76	36,6
С-6524 – 60%	89,0	95,0	1,0	116	78	37,3
С-6524 – 70%	89,0	94,0	0,9	116	78	38,1
С-6524 – 90%	88,0	93,0	1,1	109	75	37,0

Таблица 3.
Хозяйственно ценные показатели селекционного сорта хлопчатника Адижан-36 по вариантам урожайности

Урожайность, ц/га	Количество семян, %	Выход волокна, %	Масса 1000 шт. семян, г	Среднее количество семян в одной коробочке	Лабораторная всхожесть, %	
					фактическая	выровненная
15,0	60,4	39,1	125,4	41	95	95
21,0	62,2	38,6	124,7	39	96	95
33,0	62,1	37,6	122,0	36	93	93
38,0	62,5	37,3	128,0	36	91	92
42,0	62,3	36,0	124,0	35	93	92

зовываться при благоприятных погодных условиях, а позднего формирования развиваются преимущественно при пониженных температурах и высокой влажности воздуха. Эта особенность хлопчатника дает возможность определять его пригодность для заготовки на семенные цели.

При сборе учитывали количество раскрытых коробочек и по общей массе собранного хлопка-сырца определяли крупность коробочек.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установили тесноту связи параметров крупности коробочек с количеством в них семян, массой 1000 шт. и их всхожестью (табл. 1, 2).

Кроме того, мы проанализировали зависимость урожайности хлопка-сырца от количества и массы одной коробочки, полученных от растений с разной урожайностью. Для этого в 2019 году выбрали 5 ва-

риантов растений хлопчатника сорта Андижан-36, имеющих урожайность 15,0, 21,0, 33,0, 38,0 и 42 ц/га (табл. 3).

Выявлено, что с увеличением урожайности полевые семена дают в потомстве возрастающую массу семян с уменьшением выхода волокна. При этом масса 1000 шт. семян в сопоставлении с количеством их содержания в одной коробочке по тесноте связи характеризуется криволинейной зависимостью с корреляционным отношением $\eta = 0,885$.

Выводы. При использовании урожайности в качестве признака выбраковки семенных посевов не конкретизированы ее показатели и их взаимосвязь с крупностью коробочек.

Созреваемость семян малоурожайного хлопчатника происходит быстрее, относительно высокоурожайного. Увеличение полевой всхожести семян сопровождается уменьшением процента раскрытия коробочек.

Урожайность хлопчатника прямолинейно с высоким коэффициентом корреляции ($r = 0,93$) зависит от массы посеянных 1000 шт. семян, что достоверно подтверждается оценочными критериями Стьюдента.

Крупность коробочек по тесноте связи с урожайностью хлопчатника характеризуется прямолинейной зависимостью с высоким коэффициентом корреляции $r = 0,986$.

Сбор семенного хлопка-сырца необходимо проводить при раскрытии 60 % коробочек валового урожая, что позволит повысить коэффициент размножения семян, снизить себестоимость производства в фермерских хозяйствах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абдуллаев, А.А. Эволюционно-исторические аспекты естественного и искусственного отборов на повышение скороспелости хлопчатника. Мат. межд. научн. прак. конф., посв. 95-лет. со дня рожд. акад. С.С. Садыкова/А.А. Абдуллаев, В.Л. Клят., С.М. Ризаева. – Ташкент: ФАН, 2005. – С. 9–10.
2. Аbugалиева, А.И. Каталог районированных в Казахстане сортов мягкой пшеницы по электрофоретическому спектру глиадина/ А.И. Аbugалиева, Г.М. Моргунова, Л.М. Драчева, В.Н. Савин //Алматы. – 1994. – 20 с.
3. Берг, Р.Л. Корреляционные плеяды и стабилизирующий отбор. Применение математических методов в биологии/ Р.Л. Берг. – Л.: Из-во ЛГУ, 1964. – Т. 3. – С. 23–60.
4. Бурцев, В.В. Внутренний контроль: основные понятия и организация проведения / В.В. Бурцев // Менеджмент в России и за рубежом. – 2013. – № 4. – С. 5–8.
5. Гончаров, П.Л. Оптимизация селекционного процесса. / П.Л. Гончаров // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: докл. и сообщ. VIII генетико-селекцион. шк. (11-16 нояб. 2001 г.) /РАСХН. Сиб. отделение СибНИИРС. НГАУ. – Новосибирск, 2001. – С. 5–16.
6. Гужов, Ю.Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю.Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М.: Мир, 2003. – 536 с.
7. Каххаров, И.Т. Генетические основы семеноводства в селекции и производстве чистосортных семян новых

П.А. Яковлев, кандидат биологических наук

Всероссийский центр карантина растений

РФ, 140150, Московская область, г. Раменское, р.п. Быково, ул. Пограничная, 32

E-mail: petro8710@gmail.com

УДК 632.7.04/08

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/35-39

ОБЗОР ОПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КЛЮЧЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ *CARPOPHILUS DIMIDIATUS* (FABRICIUS, 1792) И *CARPOPHILUS HEMIPTERUS* (LINNAEUS, 1758) (INSECTA: COLEOPTERA: NITIDULIDAE)

В статье приводится обзор отечественных и зарубежных идентификационных ключей по имаго, дифференцирующих виды блестянок рода *Carpophilus* Stephens, 1830 (Coleoptera: Nitidulidae). Основной акцент сделан на двух видах – вредителях запасов: *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius, 1792) и *Carpophilus hemipterus* (Linnaeus, 1758), которые фигурируют в фитосанитарных требованиях некоторых стран-импортеров зерна из Российской Федерации. Отмечено, что в существующих отечественных определительных таблицах рода *Carpophilus* присутствуют не все близкие *Carpophilus dimidiatus* и *Carpophilus hemipterus* виды, распространенные в настоящее время на территории нашей страны. Особое внимание уделено виду *Carpophilus dimidiatus*, при дифференциации которого отечественные и зарубежные авторы указывают для этого таксона в качестве синонимов *Carpophilus pilosellus* Motschulsky, 1858 и *Carpophilus lewisi* Reitter, 1884, которые признаны в настоящее время обособленными видами. **Ключевые слова:** *Carpophilus dimidiatus*, *Carpophilus hemipterus*, блестянки, вредители запасов, ключи идентификации.

P.A. Yakovlev, PhD in Biological sciences

All-Russian Plant Quarantine Center

RF, 140150, Moskovskaya oblast', g. Ramenskoe, r.p. Bykovo, ul. Pogranichnaya, 32

E-mail: petro8710@gmail.com

OVERVIEW OF IDENTIFICATION KEYS FOR DEFINITION PESTS OF STOCKS *CARPOPHILUS DIMIDIATUS* (FABRICIUS, 1792) И *CARPOPHILUS HEMIPTERUS* (LINNAEUS, 1758) (INSECTA: COLEOPTERA: NITIDULIDAE)

A review of domestic and foreign keys for identification adults sap beetle of genus *Carpophilus* Stephens, 1830 (Coleoptera: Nitidulidae). The main focus was on two stored product pests *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius, 1792) and *Carpophilus hemipterus* (Linnaeus, 1758), which are included in the list of quarantine pests of some countries importing grain from the Russian Federation. It was revealed that not all currently common in Russia closely related species for *Carpophilus dimidiatus* and *Carpophilus hemipterus* are included in the available domestic identification keys. It is noted that some, both domestic and foreign, the authors indicate the species *Carpophilus pilosellus* Motschulsky, 1858 and *Carpophilus lewisi* Reitter, 1884 as the synonyms for *Carpophilus dimidiatus*. At the same time both species *Carpophilus pilosellus* and *Carpophilus lewisi* are currently considered to be separate isolated species.

Key words: *Carpophilus dimidiatus*, *Carpophilus hemipterus*, sap beetles, stored product pests, identification keys.

На протяжении последних пяти лет Россия стабильно входит в тройку лидеров-производителей зерна, уступая лишь Китаю и Индии, а по итогам сезона 2019/20 годов объем экспорта составил около 35 млн т зерна. Для поддержания экспортного потенциала необходимо не только вырастить качественный урожай, но и сохранить его в послеуборочный период. Страны-импортеры предъявляют фитосанитарные требования, предписывающие также отсутствие определенных видов насекомых, повреждающих зерно в период хранения. Два вида блестянок – *Carpophilus dimidiatus* – блестянка бурая и *Carpophilus hemipterus* – блестянка сухофруктовая фигурируют в фитосанитарных требованиях Иордании, Бахрейна и Омана. Для подтверждения отсутствия/наличия того или иного вида необходим идентификационный ключ, который позволял бы дифференцировать определяемый таксон от всех распространенных на территории страны близких видов. Род *Carpophilus* по всему миру насчитывает порядка 200 валидных таксонов [19], из которых на территории Российской Федерации выявлены 22 обособленных вида. [3].

Цель работы – проанализировать отечественные, а также зарубежные определительные ключи видов рода *Carpophilus* на выявление актуальности и применимости.

Согласно специализированному интернет-ресурсу ФГБНУ «Зоологический институт РАН» (<https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/index.html>) 22 валидных вида блестянок рода *Carpophilus* относятся к 5 под родам [17]: 10 видов – *Carpophilus* (Stephens 1830); *C. amplus* (Kirejtshuk, 1992); *C. bigenestratus* (Murray, 1864); *C. bipustulatus* (Heer, 1841); *C. chalybeus* (Murray, 1864); *C. delkeskampii* (Hisamatsu, 1963); *C. flavipes* (Murray, 1864); *C. hemipterus* (Linnaeus, 1758); *C. humerosus* (Reitter, 1873); *C. jelineki* Audisio & Kirejtshuk, 1989 и *C. obsoletus* (Erichson, 1843); 4 вида – *Ecnomorphus* (Motschulsky, 1858); *C. acutangulus* (Reitter, 1884); *C. ligneus* (Murray, 1864); *C. sexpustulatus* (Fabricius, 1791); *C. sibiricus* (Reitter, 1879); 2 вида – *Megacarpolus* (Reitter, 1919); *C. grandis* (Motschulsky, 1860; Murray, 1864); 5 видов – *Myothorax* (Murray, 1864); *C. dimidiatus* (Fabricius, 1792); *C. lewisi* (Reitter, 1884); *C. mutilatus* (Erichson, 1843); *C. pilosellus* (Motschulsky, 1858);

C. truncatus (Murray, 1864) и 1 вид — *Semocarpolus* (Kirejtshuk, 2008). При анализе определительных ключей был сделан акцент на наличие в них видов из двух подродов, к которым относятся *C. hemipterus* и *C. dimidiatus*, *C. (Carpophilus)* и *C. (Myoithorax)* соответственно, каждый с выраженными контрастными отличительными морфологическими признаками дифференциации от представителей остальных подродов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценивали применимость проанализированных ключей идентификации как на экземплярах насекомых собственных сборов авторов, так и музейной коллекции энтомологического фонда ФГБУ «ВНИИКР» и Научно-исследовательского зоологического музея МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва): *C. dimidiatus* (9 ♀ и 2 ♂, Россия, г. Ставрополь, склад с зерном ячменя 1967 (Зоологический музей МГУ)); *C. mutilatus* (2 ♀ Nizza, 1985 (Зоологический музей МГУ)); *C. fumatus* (3 ♀ и 4 ♂, Южная Африка, близ Кейптауна, 2007. (Энтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР»)); *C. hemipterus* (2 ♀ и 1 ♂, Россия, территория ФГБУ «ВНИИКР», пищевая приманка, июнь-июль 2020 (собственные сборы); 1 ♀ и 2 ♂, Россия, Москва, сушеный финик, 2013 (Энтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР»)); 2 ♀ и 2 ♂, Германия, 1987 (Зоологический музей МГУ)); *C. chalybeus* (1 ♀ Лазовской заповедник, 2009 (Энтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР»)); *C. sexpustulatus* (1 ♀ Абхазия, близ р. Бжид, 2012 (Энтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР»)); *C. acutangulus* (4 ♀ и 2 ♂ Лазовской заповедник, 2009 (Энтомологический музей ФГБУ «ВНИИКР»))

Всего проанализированы 13 дихотомических ключей (см. таблицу на 4-й стр. обл.).

Определительные таблицы видов:

1 — рода *Carpophilus* Дальнего Востока СССР (сопоставитель А.Г. Кирейчук) [2];

2 — карантинных и других опасных вредителей сырья, продуктов запаса и посевного материала семейства Nitidulidae (сопоставитель А.А. Варшало-вич на основе работы R.M. Dobson [9] с дополнениями) [1];

3 — рода *Carpophilus* Микронезии (L.R. Gillogly) [11];

4 — для дифференциации *Carpophilus hemipterus* и близких ему видов (S. Hisamatsu) [12];

5 — азиатских видов, связанных с *Carpophilus del-keskampii* (J. Jelinek) [14];

6 — рода *Carpophilus*, связанных с хранящейся продукцией в США (W.A. Connel) [7];

7 — вредителей запасов тропической зоны (A. Delobel & M. Tran) [8];

8 — вредителей запасов Центральной Европы (H. Weidner & U. Sellenschlo на основе ключей K. Spornraft [21, 22, 23];

9 — рода *Carpophilus* Новой Зеландии с учетом австралийских видов (R.A.V. Leschen & J.W.M. Marris) [19];

10 — адвентивных видов семейства Nitidulidae на Гавайских Островах (C.P. Ewing & A.R. Cline) [10];

11 — рода *Carpophilus*, встречающихся в Бразилии (D. de C. Vena) [5];

12 — семейства Nitidulidae, обитающих на территории провинции Саскачеван Канады (D. Larson) [18];

13 — рода *Carpophilus*, распространенных в Китае (Z. Hui & M. Huang) [13].

Дифференциация подродов рода *Carpophilus*

Для идентификации обоих видов *C. hemipterus* и *C. dimidiatus* нет необходимости дифференцировать от всех присутствующих на территории РФ, которые относятся к другим подкладам. Достаточно вычленять поэтапно подклады целиком на основании характерных морфологических признаков.

Подрод *C. (Semocarpolus)* представлен одним видом *C. marginellus*. Отличительный признак видов этого подклада — наличие большей по сравнению с другими аксиллярной области на заднегрудном сегменте, образованной прямо отходящей бедренной линией от заднего края тазиковой впадины, которая встречается с метэпистерном посередине его длины или позади этой точки. Этот признак не вызывает сомнений и используется авторами всех проанализированных определительных ключей для вычленения *C. marginellus*, а также близкого ему вида *C. succisus*. При этом дифференциация видов подклада *C. (Semocarpolus)* осуществляется авторами на разных этапах, так как им также присущи признаки, свойственные и для видов других подродов.

Подрод *C. (Ecnomorphus)* представлен 4 видами — *C. acutangulus*; *C. ligneus*; *C. sexpustulatus*; *C. sibiricus* в семи проанализированных ключах. Большинство авторов (А.Г. Кирейчук; А.А. Варшало-вич; H. Weidner & U. Sellenschlo и A. Delobel et M. Tran) отмечают особенность их надкрылий, которые длиннее совместной ширины по сравнению с видами других подродов. Вычленяют виды подклада *C. (Ecnomorphus)* на основании этого признака в самом начале определительной таблицы. В ключах W.A. Connel и R.A.V. Leschen & J.W.M. Marris подрод *C. (Ecnomorphus)* представлен единственным видом *C. ligneus*, характерные признаки которого — отсутствие аксиллярной области в первом и наличие выраженных зубцов у широко закругленных задних углов передне-спинки в обоих ключах. Z. Hui & M. Huang подрод *C. (Ecnomorphus)*, включающий два вида *C. acutangulus* и *C. sexpustulatus*, вычленяют в самом начале по уплощенной форме тела насекомого. При этом последующая дифференциация двух видов основана на характеристике надкрылий, длина которых короче совместной ширины у вида *C. acutangulus*. Данная теза противоречит отличительному признаку видов подклада *C. (Ecnomorphus)* в ключе А.Г. Кирейчука. В связи с этим, для энтомологической экспертизы в рамках лабораторного исследования во избежание возможных ошибок при вычленении видов подклада *C. (Ecnomorphus)* принята наиболее рациональная характеристика по А.А. Варшало-вичу. В ключе автора дано отношение длины шва надкрылий (от щитка до вершины) к длине передне-спинки. С учетом метрических характеристик исследованных экземпляров насекомых установлено, что у видов подклада *C. (Ecnomorphus)* это соотношение варьирует от 1,45 до 1,60, а у видов остальных подродов от 0,83 до 1,30. Таким образом, вышеуказанная характеристика может быть использована в качестве дополнения к признакам для вычленения видов подклада *C. (Ecnomorphus)*.

Подрод *C. (Megacarpolus)* представлен на территории РФ двумя видами: *C. grandis* и *C. Triton*, которые имеются в пяти определительных ключах.

чах (А.Г. Кирейчук, W.A. Connel, D. Larson, D. de C. Vena и Z. Hui & M. Huang). Большинство авторов отмечают одно из характерных отличий видов подрода — длину тела, которая в среднем превышает 3,8 мм, а также наличие ясных выемок у оттянутых назад задних углов по А.Г. Кирейчуку. D. Larson и D. de C. Vena обращают внимание на выраженные округлые вдавления на гипопигидие самцов по бокам от генитального склерита. Вышеописанные характеристики позволяют обоснованно вычленять *C. grandis* и *C. triton* в процессе идентификации.

Следующий этап — дифференциация искомым подродов *C. (Carpophilus)* и *C. (Myothorax)* друг от друга. Подавляющее большинство авторов проанализированных ключей для определения принадлежности к одному из двух подродов за основной морфологический признак принимают характеристику диска среднегрудного сегмента. У видов подрода *C. (Carpophilus)* отмечается наличие выраженных продольного и поперечных килей на мезовентрите, образующих две ячейки на нем. У видов же подрода *C. (Myothorax)*, диск среднегрудного сегмента без боковых диагональных и срединного продольного килей. Другие исследователи (А.Г. Кирейчук и Z. Hui & M. Huang) в качестве диагностического признака приводят характеристику формы тела в общем и переднеспинки, в частности. Так, например, А.Г. Кирейчук у видов подрода *C. (Myothorax)* выделяет стройное, более или менее параллельно-стороннее, довольно выпуклое тело, а переднеспинку с широко закругленными углами, ее передний край не уже или едва уже заднего. У видов подрода *C. (Carpophilus)* тело более коренастое, умеренно выпуклое, а бока переднеспинки округло сужены. В ключе Z. Hui & M. Huang указано наличие квадратной формы переднеспинки для видов подрода *C. (Myothorax)* и субпрямоугольной для *C. (Carpophilus)*. Наличие или отсутствие килей на диске среднегрудного сегмента — наиболее репрезентативный диагностический признак. Форма и особенности переднеспинки может быть указана в дополнение к характеристике мезовентрита.

Дифференциация видов подрода *C. (Carpophilus)* для идентификации *Carpophilus hemipterus*

Согласно современным литературным данным [16] в подрode *C. (Carpophilus)* выделяют виды *hemipterus*-групп с характерным признаком — наличием более или менее выраженных желтоватых пятен на надкрыльях. К этой группе относится и *C. hemipterus*. Для остальных видов, не входящих в *hemipterus*-группу, включая *C. amplus*, *C. chalybeus*, *C. obsoletus*, *C. flavipes* и *C. humerosus*, характерны одноцветные надкрылья без выраженных пятен или лишь со слегка расплывчатыми на плечах. В большинстве проанализированных ключах основным признаком для идентификации *C. hemipterus* принято наличие выраженных светлых пятен на каждом надкрылье. *Hemipterus*-группа состоит из двух подгрупп: *hemipterus* и *bifenestratus*, виды которых отличаются формой тела и характеристикой бедренной линии, окаймляющей задний край средней тазиковой впадины. К видам *hemipterus*-подгруппы, отмеченных и возможно присутствующих на территории РФ, относятся *C. hemipterus*, *C. delkeskampii*,

C. jelineki, *C. indicus* и *C. quadrisignatus*. Следовательно, для идентификации *C. hemipterus* необходима их дифференциация от вышеуказанных видов. Ни одна из проанализированных определительных таблиц не включает все упомянутые виды. В результате анализа признаков из определительных таблиц, включающих помимо *C. hemipterus* и другие виды *hemipterus*-подгруппы (А.Г. Кирейчук, S. Hisamatsu, J. Jelinek, H. Weidner & U. Sellenschlo, Z. Hui & M. Huang и A. Delobel et M. Tran), для дифференциации *C. hemipterus* от всех вышеперечисленных видов подгруппы выявлены ключевые признаки: форма вершины пигидия (при идентификации самки) и особенности форм тегмена и восьмого анального стернита (при идентификации самца).

Дифференциация видов подрода *C. (Myothorax)* для идентификации *Carpophilus dimidiatus*

В отношении *C. dimidiatus*, его синонимов и близких ему видов общепризнанное мнение отсутствует. Наибольшие противоречия связаны с видами *C. pilosellus* и *C. lewisi*. В более ранних ключах (L.R. Gillogly, W.A. Connel) *C. pilosellus* указан как обособленный вид и авторы приводят признаки, дифференцирующие его от *C. dimidiatus*. В качестве отличительного признака *C. pilosellus* от *C. dimidiatus* выделяют наличие резко расширенных задних голеней у самцов первого по сравнению с плавно расширенными у второго. В ключе A. Delobel et M. Tran оба вида также обособлены и отличаются по пунктировке переднеспинки. В определительной таблице А.Г. Кирейчука, опубликованной до ключа A. Delobel et M. Tran, в тезе принадлежности к виду *C. dimidiatus* автор указывает *C. pilosellus* крайней формой изменчивости первого, отмечая в качестве отличий резче изогнутый внутренний край задней голени, как и у L.R. Gillogly и W.A. Connel. Помимо этого, А.Г. Кирейчук определяет для *C. pilosellus* почти равную длину второго и третьего члеников усика. В своем ключе W.A. Connel отмечает, что у *C. dimidiatus* третий членик усика на 25 % и более длиннее второго, а у *C. pilosellus* третий членик лишь немного длиннее второго. Однако L.R. Gillogly и A. Delobel et M. Tran указывают, что у обоих видов третий членик усика значительно длиннее второго. Но все авторы (L.R. Gillogly, А.К. Кирейчук и A. Delobel et M. Tran) едины во мнении по отношению характеристик генитального аппарата самцов обоих видов. У *C. pilosellus* тегмен характеризуется сравнительно более длинными латеральными долями по сравнению с *C. dimidiatus*. Следует отметить, что L.R. Gillogly и A. Delobel et M. Tran в своих ключах называют общие синонимы для *C. pilosellus*: *Carpophilus floridanus* (Fall, 1910) у первого и *C. floridanus*, *Carpophilus halli* (Dobson, 1954) второго.

Несмотря на обособленность *C. pilosellus* в более поздних публикациях авторы независимо друг от друга выделяют этот таксон в качестве синонима других видов, где также отмечена разносторонность мнений. В определительной таблице H. Weidner & U. Sellenschlo *C. pilosellus* принят в качестве синонима *C. dimidiatus*. При том, что в ключе K. Spornraft, который лег в основу первого, *C. pilosellus* как обособленный вид отличается от *C. dimidiatus* по задним голеням и гениталиям, что отмечено и в более ранних

публикациях. В ключе R.A.V. Leschen & J.W.M. Marris *C. pilosellus* необоснованно представлен синонимом сразу двух видов: *C. mutilatus* и *C. truncatus*, но синонимия в отношении второго основывается на Каталоге палеарктических жуков [15]. В то же время, ссылаясь на Каталог, авторы принимают для *C. truncatus* в качестве синонимов *C. floridanus* и *C. halli*, которые в настоящее время считаются таковыми *C. pilosellus* [25]. В ключе Z. Hui & M. Huang *C. floridanus* и *C. halli* также указаны в качестве синонимов *C. truncatus*. В определительной таблице D. de C. Vena *C. pilosellus* – синоним *C. mutilatus*. При этом иллюстрации признаков, определяющих принадлежность виду *C. dimidiatus*, вероятно, относятся к виду *C. pilosellus* – резко изогнутые и расширенные задние голени и длинные латеральные доли тегмена. Также автор выявляет наличие ассиметричных мандибул у самцов *C. dimidiatus*, что по мнению R.A.V. Leschen & J.W.M. Marris и N. Reales et al. [20]) – это характерный признак *C. mutilatus*. Стоит отметить, что в самой статье N. Reales et al., описывающей *C. dimidiatus*, представлены иллюстрации задних голеней самца, которые отчетливо резко расширены, и тегмена с удлинненными и узкими латеральными долями, что указывает на принадлежность *C. pilosellus*.

В настоящее время уже не должно быть сомнений об обособленности вида *C. pilosellus*, отмеченной не только авторами ранних публикаций на основе морфологических признаков, но и подтвержденное молекулярно-генетическим методом. В работах C. Bai et al. [4] и Y. Wu et al. [24] с помощью вид-специфического ПЦР анализа и сиквенирования соответственно, установлены наглядные различия между *C. pilosellus* и *C. dimidiatus*.

Что же касается вида *C. lewisi*, то во всех проанализированных определительных таблицах он не представлен для идентификации. У L.R. Gillogly и D. de C. Vena вид упоминается в качестве синонима *C. dimidiatus*, а А.Г. Кирейчук в своем ключе дает статус синонима вида, но со знаком вопроса. При этом, согласно Каталога палеарктических жуков, вид *C. lewisi* определен обособленным, синонимы не установлены. В некоторых современных публикациях (S.D.J. Brown [6], N. Reales et al. [20]) *C. lewisi* указан в качестве синонима *C. dimidiatus*.

Выводы.

1. Представленные определительные таблицы позволяют надежно идентифицировать искомые виды до ранга соответствующему им подроду.

2. Применяя отечественные определительные ключи невозможно в полной мере дифференцировать виды *Carpophilus hemipterus* и *Carpophilus dimidiatus* от близких к ним видов, отмеченных на территории РФ.

3. Обособленность близких *Carpophilus hemipterus* видов, входящих в подгруппу видов *hemipterus* и отмеченных на территории РФ, сомнений не вызывает.

4. В настоящее время расходятся мнения по обособленности близких *Carpophilus dimidiatus* видов – *Carpophilus pilosellus* и *Carpophilus lewisi*, которые упоминаются в качестве синонимов как для искомого, так и других близких ему. В связи с этим, необходим актуальный определительный ключ, который бы дифференцировал *Carpophilus dimidiatus* от *Carpophilus pilosellus* и *Carpophilus lewisi*, а также другие, близкие к отмеченным на территории РФ, виды подрода *C. Myothorax*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Варшалович, А.А. Семейство Nitidulidae – Блестянки (с дополнениями по Добсону) /А.А. Варшалович// Справочник-определитель карантинных и других опасных вредителей сырья, продуктов запасов и посевного материала (в ред. Я.Б. Мордковича и Е.А. Соколов). М.: Колос, 1999. – С. 154–167.
2. Кирейчук, А.Г. Сем. Nitidulidae – Блестянки. Определительная таблица трибы Carpphilini /А.Г. Кирейчук// Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. III. Жесткокрылые, или Жуки. Ч. 2. – Л.: Наука, 1989. – С. 158–165.
3. Список видов блестянок (Nitidulidae) фауны России. А.Г. Кирейчук [Электронный ресурс]. – URL: https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/nitid_ru.htm (дата обращения 25.08.2020)
4. Bai, C. Molecular diagnosis *Carpophilus dimidiatus* (Coleoptera: Nitidulidae) based on species-specific PCR / C. Bai, Y. Cao, Y. Zhou, Y. Wu // Journal of Stored Products Research. – 2017. – V. 74. – P. 87–90.
5. Bena, D. de C. Revisão das espécies do gênero *Carpophilus* Stephens (Coleoptera, Nitidulidae, Carpophilinae) que ocorrem no Brasil. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados. Disponível em. – 2010. – 104 pp.
6. Brown, S. Molecular systematics and colour variation of *Carpophilus* species (Coleoptera: Nitidulidae) of the South Pacific /S. Brawn// (Doctoral dissertation, Lincoln University). – 2009. – 197 pp.
7. Delobel, A. Les Co Connel, W.A. A key to *Carpophilus* sap beetles associated with stored foods in the Unites States/ W.A. Connel// Coop. Plant Pest Rpt. – 1977. – V. 2 (23). – P. 398–404.
8. leopteres des denrees alimentaires antreposees dans les regions chaudes / A. Delobel & M. Tran // Orstom, CTA, Paris, Fauna tropicale. – 1993. – V. 32. – P. 1–425.
9. Dobson, R.M. The species of *Carpophilus* Stephens associated with stored products/R.M. Dobson// Bulletin of Entomological Research. – 1954. – V. 45. – P. 89–402.
10. Ewing, C. Key to Adventive Sap Beetles (Coleoptera: Nitidulidae) in Hawaii, with Notes on Records and Habits / C. Ewing & A. Cline // The Coleopterists Bulletin. – 2005. – V. 59 (2). – P. 167–183.
11. Gillogly, L.R. Coleoptera: Nitidulidae/L.R.Gillogly// Insects of Micronesia, Bernice B. Bishop Museum (Honolulu). – 1962. – V. 16 (4). – P. 133–188.
12. Hisamatsu, S. *Carpophilus hemipterus* (Linne) and its allied species (Col. Nitidulidae)/S. Hisamatsu // Entomol. Rev. Japan. – 1963. – V. 15. – P. 59–62.
13. Hui, Z. On the genus *Carpiphilus* (Coleoptera: Nitidulidae: Carpophilinae) with two newly recorded species from China / Z. Hui & M. Huang // Entomotaxonomia. – 2019. – V. 41 (4). – P. 286–298
14. Jelínek, J. A new species of *Carpophilus* from Asia related to *C. delkeskampi* (Coleoptera, Nitidulidae)/J. Jelinek// Acta Entomologica Bohemoslovaca. – 1986. – V. 83. – P. 455–464.
15. Jelinek, J. Nitidulidae Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 4: Elateroidea, Derodontoidea, Bostrichoidea, Lymexyloidea, Cleroidea and Cucujoidea. /J. Jelinek & P. Audisio//Apollo Books (Löbl, I. and Smetana, A. eds.). – 2007. – P. 466–467.
16. Kirejtshuk, A.G. A new species of the genus *Carpophilus* (Coleoptera: Nitidulidae: Carpophilinae) from Algeria, and taxonomic notes / A.G. Kirejtshuk & A.V. Kovalev // Caucasian Entomological Bulletin. – 2018. – V. 14. – P. 3–8.

17. Kirejtshuk, A.G. A current generic classification of sap beetles (Coleoptera, Nitidulidae)/A.G. Kirejtshuk// Zoosystematica Rossica. – 2008. – 17 (1). – P. 107–122.
18. Larson, D. Key to Saskatchewan species of Nitidulidae (sap beetles) and Kateretidae (shortwinged flower beetles). – 2013. – 30 pp.
19. Leschen, R.A.B. Carpophilus (Coleoptera: Nitidulidae) of New Zealand with notes on Australian species / R.A.B. Leschen & J.W.M. Marris // Landcare Research Contract Report LC0405/153, Lincoln. – 2005. – 40 pp.
20. Reales, N. Morphological and molecular identification of *Carpophilus dimidiatus* (Coleoptera: Nitidulidae) associated with stored walnut in Northwestern Argentina / N. Reales, N. Rocamundi, A.E. Marvaldi, M. del C. Fernández-Górgolas, T. Stadler // Journal of Stored Products Research. – 2018. – V. 76. – P. 37–42.
21. Spornraft, K. Familie: Nitidulidae. In: H. Freude, K.W. Harde & G.A. Lohse (eds.) // Die Kafer Mitteleuropas. – 1967. – V. 7. – P. 20–77.
22. Spornraft K. Nitidulidae, Kateretidae. In: G.A. Lohse & W.H. Lucht // Die Kafer Mitteleuropas, 2, Supplement band mit katalogteil. – 1992. – V. 13. – P. 90–110.
23. Weidner, H. Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. / H. Weidner & U. Sellenscho // Bestimmungstabellen für Mitteleuropa, 6. Aufl., G. Fischer, Stuttgart. – 2003. – 320 pp.
24. Wu, Y. The First Complete Mitochondrial Genomes of Two Sibling Species from Nitidulid Beetles Pests / Y. Wu, Y. Lan, L. Xia, M. Cui, W. Sun, Z. Dong, Y. Cao // Insects. – 2020. – V. 11 (1). – 24 pp.
25. Carpophilus (Myothorax) pilosellus (Nitidulidae: Carpophilini) - atlas of sap beetles of Russia [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/carpilhe.htm> (дата обращения 23.08.2020).
8. Delobel, A. Les Coleopteres des denrees alimentaires antreposees dans les regions chaudes / A. Delobel & M. Tran // Orstom, CTA, Paris, Fauna tropicale. – 1993. – V. 32. – P. 1–425.
9. Dobson, R.M. The species of Carpophilus Stephens associated with stored products/R.M. Dobson// Bulletin of Entomological Research. – 1954. – V. 45. – P. 89–402.
10. Ewing, C. Key to Adventive Sap Beetles (Coleoptera: Nitidulidae) in Hawaii, with Notes on Records and Habits / C. Ewing & A. Cline // The Coleopterists Bulletin. – 2005. – V. 59 (2). – P. 167–183.
11. Gillogly, L.R. Coleoptera: Nitidulidae/L.R. Gillogly// Insects of Micronesia, Bernice B. Bishop Museum (Honolulu). – 1962. – V. 16 (4). – P. 133–188.
12. Hisamatsu, S. Carpophilus hemipterus (Linne) and its allied species (Col. Nitidulidae)/S. Hisamatsu // Entomol. Rev. Japan. – 1963. – V. 15. – P. 59–62.
13. Hui, Z. On the genus Carpiphilus (Coleoptera: Nitidulidae: Carpophilinae) with two newly recorded species from China / Z. Hui & M. Huang // Entomotaxonomia. – 2019. – V. 41 (4). – P. 286–298
14. Jelínek, J. A new species of Carpophilus from Asia related to *C. delkeskampi* (Coleoptera, Nitidulidae)/J. Jelinek// Acta Entomologica Bohemoslovaca. – 1986. – V. 83. – P. 455–464.
15. Jelinek, J. Nitidulidae Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 4: Elateroidea, Derodontoidea, Bostrichoidea, Lymexyloidea, Cleroidea and Cucujoidea. /J. Jelinek & P. Audisio//Apollo Books (Löbl, I. and Smetana, A. eds.). – 2007. – P. 466–467.
16. Kirejtshuk, A.G. A new species of the genus Carpophilus (Coleoptera: Nitidulidae: Carpophilinae) from Algeria, and taxonomic notes / A.G. Kirejtshuk & A.V. Kovalev // Caucasian Entomological Bulletin. – 2018. – V. 14. – P. 3–8.
17. Kirejtshuk, A.G. A current generic classification of sap beetles (Coleoptera, Nitidulidae)/A.G. Kirejtshuk// Zoosystematica Rossica. – 2008. – 17 (1). – P. 107–122.
18. Larson, D. Key to Saskatchewan species of Nitidulidae (sap beetles) and Kateretidae (shortwinged flower beetles). – 2013. – 30 pp.
19. Leschen, R.A.B. Carpophilus (Coleoptera: Nitidulidae) of New Zealand with notes on Australian species / R.A.B. Leschen & J.W.M. Marris // Landcare Research Contract Report LC0405/153, Lincoln. – 2005. – 40 pp.
20. Reales, N. Morphological and molecular identification of *Carpophilus dimidiatus* (Coleoptera: Nitidulidae) associated with stored walnut in Northwestern Argentina / N. Reales, N. Rocamundi, A.E. Marvaldi, M. del C. Fernández-Górgolas, T. Stadler // Journal of Stored Products Research. – 2018. – V. 76. – P. 37–42.
21. Spornraft, K. Familie: Nitidulidae. In: H. Freude, K.W. Harde & G.A. Lohse (eds.) // Die Kafer Mitteleuropas. – 1967. – V. 7. – P. 20–77.
22. Spornraft K. Nitidulidae, Kateretidae. In: G.A. Lohse & W.H. Lucht // Die Kafer Mitteleuropas, 2, Supplement band mit katalogteil. – 1992. – V. 13. – P. 90–110.
23. Weidner, H. Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. / H. Weidner & U. Sellenscho // Bestimmungstabellen für Mitteleuropa, 6. Aufl., G. Fischer, Stuttgart. – 2003. – 320 pp.
24. Wu, Y. The First Complete Mitochondrial Genomes of Two Sibling Species from Nitidulid Beetles Pests / Y. Wu, Y. Lan, L. Xia, M. Cui, W. Sun, Z. Dong, Y. Cao // Insects. – 2020. – V. 11 (1). – 24 pp.
25. Carpophilus (Myothorax) pilosellus (Nitidulidae: Carpophilini) – atlas of sap beetles of Russia [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/carpilhe.htm> (дата обращения 23.08.2020).

LIST OF SOURCES

1. Varshalovich, A.A. Semejstvo Nitidulidae – Blestyanki (s dopolneniyami po Dobsonu) /A.A. Varshalovich// Spravochnik-opredelitel' karantinnnyh i drugih opasnyh vreditel'ev syr'ya, produktov zapasov i posevnogo materiala (v red. YA.B. Mordkovicha i E.A. Sokolov). M.: Kolos, 1999. – S. 154–167.
2. Kirejchuk, A.G. Sem. Nitidulidae – Blestyanki. Opredelitel'naya tablica tribu Carpophilini /A.G. Kirejchuk // Opredelitel' nasekomyh Dal'nego Vostoka SSSR. T. III. ZHestkokrylye, ili ZHuki. CH. 2. – L.: Nauka, 1989. – S. 158–165.
3. Spisok vidov blestyank (Nitidulidae) fauny Rossii. A.G. Kirejchuk [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/nitid_ru.htm (data obrashcheniya 25.08.2020)
4. Bai, C. Molecular diagnosis *Carpophilus dimidiatus* (Coleoptera: Nitidulidae) based on species-specific PCR / C. Bai, Y. Cao, Y. Zhou, Y. Wu // Journal of Stored Products Research. – 2017. – V. 74. – P. 87–90.
5. Bena, D. de C. Revisão das espécies do gênero *Carpophilus* Stephens (Coleoptera, Nitidulidae, Carpophilinae) que ocorrem no Brasil. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados. Disponível em. – 2010. – 104 pp.
6. Brown, S. Molecular systematics and colour variation of *Carpophilus* species (Coleoptera: Nitidulidae) of the South Pacific /S. Brawn// (Doctoral dissertation, Lincoln University). – 2009. – 197 pp.
7. Connel, W.A. A key to *Carpophilus* sap beetles associated with stored foods in the Unites States/W.A. Connel// Coop. Plant Pest Rpt. – 1977. – V. 2 (23). – P. 398–404.

Г.В. Волкова, доктор биологических наук
 Е.В. Гладкова, кандидат сельскохозяйственных наук
 О.О. Мирошниченко, аспирант
 Федеральный научный центр биологической защиты растений
 РФ, 350039, Краснодарский край, г. Краснодар, п/о 39
 E-mail: galvol.bpp@yandex.ru

УДК 631; 632; 632.9

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/40-45

ВИРУЛЕНТНОСТЬ СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *PUCCINIA GRAMINIS PERS. F. SP. TRITICI**

Цель исследования – мониторинг вирулентности *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* на Северном Кавказе. Инфекционный материал *P. graminis* собирали с посевов озимой пшеницы, оценивали динамику вирулентности патогена в условиях региона за 2014–2019 годы. Проанализирована вирулентность популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, собранной в Краснодарском, Ставропольском краях, Ростовской области. Высокой эффективностью характеризовались гены *Sr5*, *Sr31*, *Sr38*. На линиях с генами *Sr7b*, *Sr8b*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *S35*, *Sr37*, *SrDp2*, *SrWLD* наблюдалось варьирование в частотах вирулентности *P. graminis*. Значительные изменения в сторону увеличения встречаемости в северокавказской популяции 2014–2019 годов патогена отмечали в частоте клонов, вирулентных к линиям пшеницы с генами устойчивости *Sr11*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr32*, *Sr33*. Отмечено снижение частоты клонов, вирулентных к *Sr8b*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr12*, *Sr14*, *Sr35*. Примерно на одном уровне остается встречаемость клонов, вирулентных к генам *Sr6*, *Sr7a*, *Sr8a*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr13*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr27*, *Sr30*, *Sr36*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrGt*, *SrTmp*. Эффективные гены, показавшие свою устойчивость к *P. graminis* в фазе всходов, предлагаются для использования в селекции новых сортов пшеницы на юге России.

Ключевые слова: стеблевая ржавчина, устойчивость, *Puccinia graminis*, популяция, вирулентность, *Sr*-гены.

G.V. Volkova, Grand PhD in Biological sciences
 E.V. Gladkova, PhD in Agricultural sciences
 O.O. Miroshnichenko, PhD student
 Federal scientific center for biological plant protection
 RF, 350039, Krasnodarskiy kraj, g. Krasnodar, p/o 39
 E-mail: galvol.bpp@yandex.ru

VIRULENCE OF THE NORTH CAUCASIAN POPULATION OF *PUCCINIA GRAMINIS PERS. F. SP. TRITICI*

The aim of the study was to monitor the virulence of *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* in the North Caucasus. The objectives of the study were to collect *P. graminis* infectious material from sown winter wheat varieties and evaluate the long-term dynamics of the pathogen virulence in the North Caucasus region in 2014–2019. As a result, an analysis of the virulence of the stem rust pathogen population of wheat collected in Krasnodar, Stavropol Territories, and Rostov Region was carried out. 81 mono-empty mushroom isolates were isolated and differentiated. The genes *Sr5*, *Sr31*, *Sr38* were characterized by high efficiency. On the lines with the genes *Sr7b*, *Sr8b*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *S35*, *Sr37*, *SrDp2*, *SrWLD*, a variation in the virulence frequencies of *P. graminis* was observed. Significant changes (in the direction of increasing occurrence) in the North Caucasian population 2014–2019 the pathogen was noted in the frequency of clones virulent to wheat lines with resistance genes *Sr11*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr32*, *Sr33*. A decrease in the frequency of clones virulent to *Sr8b*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr12*, *Sr14*, *Sr35*. At approximately the same level, the occurrence of clones virulent to the genes *Sr6*, *Sr7a*, *Sr8a*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr13*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr27*, *Sr30*, *Sr36*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrGt*, *SrTmp*. Effective genes that have shown their resistance to *P. graminis* in the seedling phase are proposed for use in breeding in southern Russia to create new varieties of wheat.

Key words: stem rust, resistance, *Puccinia graminis*, population, virulence, *Sr*-genes.

Стеблевая или линейная ржавчина (возбудитель – гриб *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici*) относится к вредоносным заболеваниям пшеницы. Возбудитель стеблевой ржавчины пшеницы наиболее опасен на Северном Кавказе [3], ЦЧЗ [2], Поволжье [9, 13], Зауралье [8], Западной Сибири [7, 15, 26], Северном Казахстане. [10]

С 50-х до середины 90-х годов прошлого века вредоносность стеблевой ржавчины была значительно снижена благодаря эффективной генети-

ческой защите. [6, 14, 16] Устойчивость большинства сортов была основана на гене *Sr31*, который взят от ржи *Secale cereale* Petkus. [18, 19] Массовое и многолетнее использование таких сортов привело к потере устойчивости *Sr31* и появлению новой агрессивной расы гриба в Уганде в 1999 году. [23] К настоящему времени раса Ug99 выявлена в Египте, Эфиопии [21], Иране, Кении, Мозамбике, Южной Африке, Судане, Танзании, Уганде, Йемене и Зимбабве [25], Египте [24, 25], Германии [22], Ита-

* Исследования выполнены согласно Государственного задания № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме 0686-2019-0008/ The investigations were carried out according to the State Assignment № 075-00376-19-00 of the Ministry of Education and Science of Russia within the framework of research on the topic 0686-2019-0008.

лии. [17] Появление новой агрессивной расы создало тревожную ситуацию, поскольку ген *Sr31* защищал 80 % сортов и линий пшеницы развивающихся стран, покупающих семенной материал в CIMMYT.

В связи с широким распространением агрессивной расы Ug99 возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, необходим постоянный и повсеместный мониторинг вирулентности патогена. Ее изучение позволяет спрогнозировать внутривидовые изменения и своевременно скорректировать селекционные программы.

Мониторинг вирулентности *P. graminis* на Северном Кавказе мы проводим с 2007 года. [4] Для анализа используем разнообразный инфекционный материал, собранный с высеваемых в регионе сортов пшеницы.

Цель работы – мониторинг вирулентности *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* на Северном Кавказе в 2014–2019 годах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использована материально-техническая база УНУ «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» (<http://сскр-гф.ру/> реестровый № 585858) и образцы БРК «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ ВНИИБЗР.

Объектом исследований служил инфекционный материал *P. graminis*, собранный с сортов озимой пшеницы в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа в 2014, 2018 и 2019 годах. Погодные условия были благоприятны для развития патогена.

Для изучения популяции стеблевой ржавчины по вирулентности в фазе проростков использовали международный набор из 46 изогенных линий и сортов, содержащих *Sr1*, *Sr5*, *Sr6*, *Sr7a*, *Sr7b*, *Sr8a*, *Sr8b*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr27*, *Sr29*, *Sr30*, *Sr31*, *Sr32*, *Sr33*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr38*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrDp₂*, *SrWLD*, *SrGt*, *SrTmp*. Был выделен и продиференцирован 81 монопустульный изолят гриба. Вирулентность популяции *P. graminis* изучали в теплице весной-осенью при благоприятных для развития патогена условиях – температуре 22...25°C, интенсивности освещения 12...16 тыс. лк (фотопериод 16 ч), относительной влажности воздуха 70 %. [1] Растения выращивали на гидропонике с применением питательного раствора Кнопа. [11] Поражение фиксировали на 12-й день после инокуляции по шкале Стэкмана и Левина. [27] Растения с типом реакции 0, 1, 2 относили к устойчивым, 3, 4, X – к восприимчивым.

Различия между популяциями гриба по частотам аллелей вирулентности оценивали с помощью генетического расстояния Нея [20]:

$$D = -\ln IN$$

$$IN = \sum \sum x_{ij} y_{ij} / \sqrt{\sum \sum x_{ij}^2 \sum \sum y_{ij}^2},$$

где x_{ij} и y_{ij} – частоты i -го аллеля, j -го года в сравниваемых популяциях.

Таблица 1.
Частота изолятов, вирулентных к сортам и линиям международного набора, в северокавказской популяции *Puccinia graminis*

Sr ген	Сорт, линия	Частота по годам, %		
		2014	2018	2019
1	Hope10 x Marquis	7,2	0,0	0,0
5	Thatcher / 10 x Marquis10	0,0	0,0	0,0
6	Kenya 58 x Marquis10	16,6	17,8	16,6
7a	Egyptian10 101 x Marquis	19,1	10,7	16,6
7b		19,1	10,0	50,0
8a	Cs5xRed. Egyptian	38,1	25,0	38,8
8b	C.I. 14196	40,4	17,8	11,1
9a	Mq6xRed Egyptian	2,3	3,6	3,6
9b	Kenya 117 A6 x Marquis	9,5	17,8	5,5
9d	Arnautka	33,3	46,4	44,4
9e	Vernal	7,1	7,1	10,7
9f	Chinese spring	28,5	42,8	50,0
9g	Acme	40,4	0,0	0,0
10	Line F	30,9	3,6	5,5
11	Lee10 x Marquis	2,3	25,0	38,8
12	CS(5) x Tc 3b	9,5	0,0	0,0
13	W 2691 – Khapstein	4,7	0,0	0,0
14	Khapstein10 x Marquis	21,4	0,0	0,0
15	Norka	16,6	10,7	7,1
16		40,4	28,5	33,3
17	Spica	38,1	53,5	61,1
19	Marquis – B	30,9	39,2	55,5
20	Marquis – C	64,2	39,2	55,5
21	Einkorn	14,2	32,1	44,4
22	Marquis4// Stewart 3/T. monococcum	14,2	42,8	61,1
23	Exchange	47,6	10,7	16,6
24	Agent	2,3	0,0	0,0
25	Agatha	4,7	7,1	5,5
26	Eagle	16,6	10,0	77,7
27	WRT 238.5	2,3	14,2	5,5
29	Prelude8 / Marquis// Etoile de Choisy	26,1	60,7	66,6
30	Webster	11,9	3,6	5,5
31	Kronjuwell	0,0	0,0	0,0
32	W 3531	0,0	0,0	88,8
33	RL 5405=Tetra Canthatch/Aegilops squarrosa	0,0	0,0	61,1
35	G 2919	40,4	0,0	0,0
36	Triticum timofeevii	30,9	64,2	66,6
37	W 3563	45,2	10,7	16,6
38		–*	0,0	0,0
39		–	42,8	61,1
40		–	17,8	17,8
44		–	82,1	77,7
Dp2	Arabian P.I. 145720	26,1	60,7	50,0
WLD	Waldron	54,7	21,4	21,4
Gt		–	53,5	61,1
Tmp		–	7,1	11,1
Число		35	28	18
изолятов, шт.				

* – изучение не проводили из-за отсутствия семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При инокуляции в фазе проростков Sr-линий северокавказской популяцией *P. graminis* 2014, 2018 и 2019 годов высокой эффективностью характеризовались гены *Sr5*, *Sr31*, *Sr38* (тип реакции 0, табл. 1). На линиях с генами *Sr1*, *Sr9a*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr30*, *SrTmp* наблюдали умеренно устойчивый тип реакции – 0; 1; 2 балла; с генами *Sr6*, *Sr7a*, *Sr9b*, *Sr9e*, *Sr14*, *Sr15*, *Sr27*, *Sr40* отмечали умеренно восприимчивый тип реакции – 3 балла. Линии *Sr7b*, *Sr8a*, *Sr8b*, *Sr9d*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr39*, *Sr44*, *SrDp2*, *SrWLD*, *SrGt* показали восприимчивую реакцию с типом реакции 4 (X). Следует отметить, что *Sr5* и *Sr31* много лет абсолютно эффективные гены против *P. graminis* для Северокавказского региона. [12]

Изученные изоляты характеризовались авирулентностью к генам *Sr5*, *Sr31*, *Sr38*. Варьирование в частотах вирулентности изолятов *P. graminis* отмечено на линиях с генами *Sr7b*, *Sr8b*, *Sr9f*, *Sr9g*, *Sr10*, *Sr11*, *Sr12*, *Sr13*, *Sr14*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr23*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33*, *Sr35*, *Sr37*, *SrDp2*, *SrWLD*. На одном уровне оставалась частота клонов, вирулентных к *Sr6*, *Sr7a*, *Sr8a*, *Sr9a*, *Sr9b*, *Sr9d*, *Sr9e*, *Sr13*, *Sr15*, *Sr16*, *Sr17*, *Sr19*, *Sr20*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr27*, *Sr30*, *Sr36*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *SrGt*, *SrTmp*.

Высокая вариабельность по частоте в северокавказской популяции *P. graminis* в 2014–2019 годах установлена для клонов, вирулентных к линиям пшеницы с генами устойчивости *Sr11* (2,3...38,8 %), *Sr21* (14,2...44,4), *Sr22* (14,2...61,1), *Sr26* (16,6...77,7), *Sr29* (26,1...66,6), *Sr32* (0,0...88,8), *Sr33* (0,0...61,1 %) (рис. 1). [5]

Наблюдалась динамика снижения частоты вирулентности к линиям с генами *Sr8b* (40,4...11,1 %), *Sr9g* (40,4...0,0), *Sr10* (30,9...5,5), *Sr12* (9,5...0,0), *Sr14* (21,4...0,0), *Sr23* (47,6...16,6), *Sr35* (40,4...0,0), *Sr37* (45,2...16,6), *SrWLD* (54,7...21,4 %) с максимальным снижением вплоть до элиминации клонов патогена, вирулентных для *Sr9g*, *Sr12*, *Sr14* и *Sr35* (рис. 2).

Статистический анализ различий популяций патогена, основанный на сравнении частот изолятов *P. graminis*, вирулентных к сортам и линиям с генами *Sr* (по индексу Нея) показал, что минимальными из полученных были различия между популяциями возбудителя стеблевой ржавчины 2018 и 2019 годов ($N = 0,20$). Более значимые различия установлены между парами популяций 2014–2019 ($N = 0,45$) и 2014–2018 ($N = 0,32$) (табл. 2).

Данные статистического анализа подтверждают существенные изменения в генофонде вирулентности северокавказской популяции *P. graminis* в 2018–2019 годах по сравнению с популяцией 2014 года. Изменения в генофонде вирулентности популяции *P. graminis* f. sp. *tritici* вызваны экологическими факторами, структурой возделываемых сортов хозяина и происходящей соргосменой, защитными мероприятиями (обработка фунгицидами), заносом инфекции с сопредельных территорий.

Выводы. В результате мониторинга вирулентности популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, собранной на Северном Кавказе, суще-

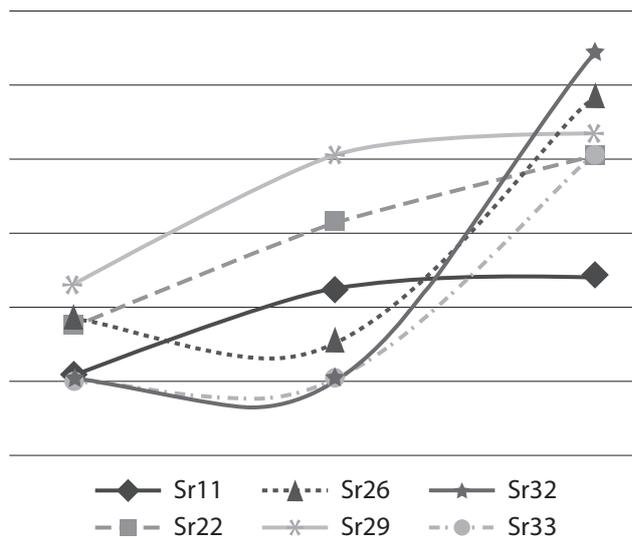


Рис. 1. Динамика частот клонов, вирулентных к линиям с генами *Sr11*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr29*, *Sr32*, *Sr33* в северокавказской популяции *Puccinia graminis*.

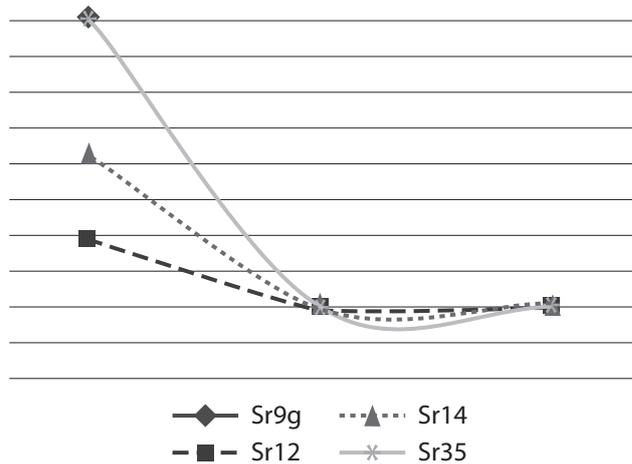


Рис. 2. Динамика частот клонов, вирулентных к линиям с генами *Sr9g*, *Sr12*, *Sr14*, *Sr35* в северокавказской популяции *Puccinia graminis*.

Таблица 2. Уровень различий (индекс Нея) северокавказской популяции *P. graminis* по частоте аллелей вирулентности

Различия по частотам аллелей вирулентности в популяции <i>P. graminis</i> по годам	
пары популяций	индекс Нея
2014–2018	0,32
2014–2019	0,45
2018–2019	0,20

ственных различий в популяциях 2018 и 2019 годов не установлено. Сравнение со структурой популяции *P. graminis* за 2014 год выявило значительные изменения в частоте клонов, вирулентных к генам *Sr9g* (40,4...0,0 %), *Sr11* (2,3...38,8), *Sr12* (9,5...0,0), *Sr14* (21,4...0,0), *Sr22* (14,2...61,1), *Sr26* (16,6...77,8), *Sr32* (0,0...88,8), *Sr33* (0,0...61,1), *Sr35* (40,4...0,0 %). Статистический анализ по индексу Нея подтвердил существенные изменения по вирулентности, которые произошли в популяции возбудителя стеблевой

ржавчины пшеницы на юге России за последние пять лет.

Высокую эффективность в фазе всходов показали гены *Sr5*, *Sr31*, *Sr38*, которые представляют интерес для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине на юге России.

Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук О.А. Кудиновой, старшему научному сотруднику лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням ФГБНУ ФНЦБЗР за помощь в проведении статистического анализа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анпилогова, Л.К. Методы создания искусственных инфекционных фондов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе): Методические рекомендации / Л.К. Анпилогова, Г.В. Волкова. — Краснодар: РАСХН. ВНИИБЗР, 2000. — С. 28.
2. Баранова, О.А. Идентификация генов *Sr* у новых источников устойчивости мягкой пшеницы к расе стеблевой ржавчины Ug99 с использованием молекулярных маркеров / О.А. Баранова, И.Ф. Лапочкина, А.В. Анисимова и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2015. — Т. 19. — № 3. — С. 316–322. DOI 10.18699/VJ15.041.
3. Волкова, Г.В. Распространение стеблевой ржавчины на Северном Кавказе и иммунологическая характеристика ряда сортов озимой пшеницы к патогену / Г.В. Волкова, О.А. Кудинова, О.О. Мирошниченко // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — Т. 32. — № 10. — С. 43–45. DOI: 11.24411/0235-2451-2018-11111.
4. Волкова, Г.В. Стеблевая ржавчина пшеницы на Северном Кавказе: распространённость, внутривидовая структура и изменчивость по вирулентности / Г.В. Волкова, Е.В. Сияняк, И.М. Балапанов // Наука Кубани. — 2010. — № 2. — С. 38–41.
5. Волкова, Г.В. Ретроспективный анализ вирулентности северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы / Г.В. Волкова, О.О. Мирошниченко, О.В. Таранчева // Труды КубГАУ. — 2019. — № 81. — С. 85–90.
6. Койшыбаев, М. Гермоплазма пшеницы с групповой устойчивостью к болезням с воздушно-капельной инфекцией / М. Койшыбаев, Л.А. Болтыбаева, Г.И. Копирова // Агромеридиан. — 2008. — Т. 3. — № 9. — С. 34–42.
7. Лапочкина, И.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), в том числе и к расе Ug99, в России / И.Ф. Лапочкина, О.А. Баранова, В.П. Шаманин и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2016. — Т. 20. — № 3. — С. 320–328. DOI: 10.18699/VJ16.167.
8. Мальцева, Л.Т. Роль исходного материала в селекции ржавчиноустойчивых сортов мягкой яровой пшеницы в условиях Зауралья / Л.Т. Мальцева, Е.А. Филиппова, Н.Ю. Банникова, В.А. Бердюгин // Зерновое хозяйство России. — 2018. — Т. 59. — № 5. — С. 67–72. DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-67-72.
9. Маркелова, Т.С. Фитосанитарная ситуация в агроценозе злаковых культур Поволжья / Т.С. Маркелова // Защита и карантин растений. — 2015. — № 5. — С. 22–23.
10. Плахотник, В.В. Стеблевая ржавчина на Севере Казахстана и устойчивость к ней образцов коллекции яровой пшеницы / В.В. Плахотник. — Киев.: ВНИИЗХ. Тр. Всесоюз. совещ. по иммунитету растений, 1969. — № 3. — С. 72–75.
11. Рсалиев, А.С. Основные подходы и достижения в изучении расового состава стеблевой ржавчины пшеницы / А.С. Рсалиев, Ш.С. Рсалиев // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2018. — Т. 22. — № 8. — С. 967–977. DOI 10.18699/VJ18.439.
12. Сияняк, Е.В. Характеристика популяции *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* по вирулентности в Северокавказском регионе России / Е.В. Сияняк, Г.В. Волкова, В.Д. Надыкта // Доклады РАСХН. — 2013. — № 6. — С. 27–30.
13. Сибикеев, С.Н. Вероятная угроза распространения расы Ug99 *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* пшеницы на Юго-Востоке России / С.Н. Сибикеев, Т.С. Маркелова, Э.А. Баукенова и др. // Российская сельскохозяйственная наука. — 2016. — № 1. — С. 18–20.
14. Смирнова, Л.А. Усовершенствованный метод выращивания всходов зерновых культур для иммунологических исследований / Л.А. Смирнова, Т.П. Алексеева // Селекция и семеноводство. — 1988. — № 4. — С. 25–27.
15. Шаманин, В.П. Селекционно-генетическая оценка популяций яровой мягкой пшеницы Сибирского питомника челночной селекции СИММИТ / В.П. Шаманин, А.И. Моргунов, Я.И. Манес др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2012. — Т. 16. — № 1. — С. 21–32.
16. Bernardo, A.N. Validation of molecular markers for new stem rust resistance genes in U.S. Hard winter wheat / A.N. Bernardo, R.L. Bowden, M.N. Rouse et al. // Crop Sci. — 2013. — Т. 53. — P. 755–764. DOI:10.2135/cropsci2012.07.0446.
17. Bhattacharya, S. Deadly new wheat disease threatens Europe's crops / S. Bhattacharya // Nature. — 2017. — Т. 542. — P. 145–146. DOI 10.1038/nature.2017.21424.
18. McIntosh, R.A. Wheat rusts: An atlas of resistance genes / R.A. McIntosh, C.R. Wellings, R.F. Park // Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Clayton, South Victoria, Australia. — 1995.
19. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, K.M. Devos et al. — 2007. — Supplement. KOMUGI Integrated Wheat Science Database. — Available online at <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp>.
20. Nei, Masatoshi Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals / Masatoshi Nei // Genetics. — 1978. — Т. 89. — № 3. — P. 583–590.
21. Olivera, P. Phenotypic and genotypic characterization of race TKTTF of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* that caused a wheat stem rust epidemic in southern Ethiopia in 2013–14 / P. Olivera, M. Newcomb, L.J. Szabo et al. // Phytopathology. — 2015. — Т. 105. — P. 917–928. DOI 10.1094/PHYTO-11-14-0302-FI.
22. Olivera, P. Characterization of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* isolates derived from an unusual wheat stem rust outbreak in Germany in 2013 / P. Olivera, M. Newcomb, K. Flath et al. // Plant Pathol. — 2017. — Т. 66. — P. 1258–1266. DOI 10.1111/ppa.12674.
23. Patpour, M. First report of the Ug99 race group of wheat stem rust, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, in Egypt in 2014 / M. Patpour, M.S. Hovmøller, A.A. Shahin et al. // Plant Dis. — 2016. — Т. 100. — № 4. — P. 863. DOI 10.1094/PDIS-08-15-0938-PDN.

24. Pretorius, Z.A. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda / Z.A. Pretorius, R.P. Singh, W.W. Wagoire, T.S. Payne // *Plant Disease*. — 2000. — Т. 84. — P. 203.
25. Singh, R.P. Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: Continued threat to food security and prospects of genetic control / R.P. Singh, D.P. Hodson, Y. Jin et al. // *Phytopathology*. — 2015. — Т. 10. — P. 872–884. DOI 10.1094/PHYTO-01-15-0030-FI.
26. Skolotneva, E.S. The wheat stem rust pathogen in the central region of the Russian Federation / E.S. Skolotneva, S.N. Lekomtseva, E. Kosman // *Plant Pathol.* — 2013. — Т. 62. — P. 1003–1010. DOI 10.1111/ppa.12019.
27. Stakman, E.C. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici* / E.C. Stakman, D.M. Stewart, W.Q. Loegering // *U.S., Agric. Res. Serv., ARS*. — 1962. — P. 1–53.
9. Markelova, T.S. Fitosanitarnaya situatsiya v agrocenoze zlakovykh kul'tur Povolzh'ya / T.S. Markelova // *Zashchita i karantin rastenij*. — 2015. — № 5. — S. 22–23.
10. Plahotnik, V.V. Steblevaya rzhavchina na Severe Kazhstana i ustojchivost' k nej obrazcov kollektsii yarovoj pshenicy / V.V. Plahotnik. — Kiev.: VNIIZKH.Tr. Vsesoyuz. soveshch. po immunitetu rastenij, 1969. — № 3. — S. 72–75.
11. Rsaliev, A.S. Osnovnye podhody i dostizheniya v izuchenii rasovogo sostava steblevoj rzhavchiny pshenicy / A.S. Rsaliev, Sh.S. Rsaliev // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. — 2018. — Т. 22. — № 8. — S. 967–977. DOI 10.18699/VJ18.439.
12. Sinyak, E.V. Harakteristika populyatsii *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* po virulentnosti v Severo-Kavkazskom regione Rossii / E.V. Sinyak, G.V. Volkova, V.D. Nadykta // *Doklady RASKHN*. — 2013. — № 6. — S. 27–30.
13. Sibikeev, S.N. Veroyatnaya ugroza rasprostraneniya rasy UG99 *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* pshenicy na Yugo-Vostoke Rossii / S.N. Sibikeev, T.S. Markelova, E.A. Baukenova i dr. // *Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*. — 2016. — № 1. — S. 18–20.
14. Smirnova, L.A. Uovershenstvovannyj metod vyrashchivaniya vskhodov zernovykh kul'tur dlya immunologicheskikh issledovanij / L.A. Smirnova, T.P. Alekseeva // *Selekcija i semenovodstvo*. — 1988. — № 4. — S. 25–27.
15. Shamanin, V.P. Selekcionno-geneticheskaya ocenka populyatsij yarovoj myagkoj pshenicy Sibirskogo pitomnika chelnochnoj selekcii SIMMIT / V.P. Shamanin, A.I. Morgunov, Ya.I. Manes dr. // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. — 2012. — Т. 16. — № 1. — S. 21–32.
16. Bernardo, A.N. Validation of molecular markers for new stem rust resistance genes in U.S. Hard winter wheat / A.N. Bernardo, R.L. Bowden, M.N. Rouse et al. // *Crop Sci*. — 2013. — Т. 53. — P. 755–764. DOI:10.2135/cropsci2012.07.0446.
17. Bhattacharya, S. Deadly new wheat disease threatens Europe's crops / S. Bhattacharya // *Nature*. — 2017. — Т. 542. — P. 145–146. DOI 10.1038/nature.2017.21424.
18. McIntosh, R.A. Wheat rusts: An atlas of resistance genes / R.A. McIntosh, C.R. Wellings, R.F. Park // *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Clayton, South Victoria, Australia*. — 1995.
19. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, K.M. Devos et al. — 2007. — Supplement. KOMUGI Integrated Wheat Science Database. — Available online at <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassList.jsp>.
20. Nei, Masatoshi Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals / Masatoshi Nei // *Genetics*. — 1978. — Т. 89. — № 3. — P. 583–590.
21. Olivera, P. Phenotypic and genotypic characterization of race TKTTF of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* that caused a wheat stem rust epidemic in southern Ethiopia in 2013–14 / P. Olivera, M. Newcomb, L.J. Szabo et al. // *Phytopathology*. — 2015. — Т. 105. — P. 917–928. DOI 10.1094/PHYTO-11-14-0302-FI.
22. Olivera, P. Characterization of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* isolates derived from an unusual wheat stem rust outbreak in Germany in 2013 / P. Olivera, M. Newcomb, K. Flath et al. // *Plant Pathol.* — 2017. — Т. 66. — P. 1258–1266. DOI 10.1111/ppa.12674.
23. Patpour, M. First report of the Ug99 race group of wheat stem rust, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, in Egypt in 2014 /

LIST OF SOURCES

1. Anpilogova, L.K. Metody sozdaniya iskusstvennykh infekcionnykh fonov i ocenki sortoobrazcov pshenicy na ustojchivost' k vredonosnym boleznjam (fuzariozu kolosa, rzhavchinam, muchnistoj rose): Metodicheskie rekomendacii / L.K. Anpilogova, G.V. Volkova. — Krasnodar: RASKHN. VNIIBZR, 2000. — S. 28.
2. Baranova, O.A. Identifikatsiya genov Sr u novykh istochnikov ustojchivosti myagkoj pshenicy k rase steblevoj rzhavchiny Ug99 s ispol'zovaniem molekulyarnykh markerov / O.A. Baranova, I.F. Lapochkina, A.V. Anisimova i dr. // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. — 2015. — Т. 19. — № 3. — S. 316–322. DOI 10.18699/VJ15.041.
3. Volkova, G.V. Rasprostranenie steblevoj rzhavchiny na Severnom Kavkaze i immunologicheskaya harakteristika ryada sortov ozimoy pshenicy k patogenu / G.V. Volkova, O.A. Kudina, O.O. Miroshnichenko // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. — 2018. — Т. 32. — № 10. — S. 43–45. DOI: 11.24411/0235-2451-2018-11111.
4. Volkova, G.V. Steblevaya rzhavchina pshenicy na Severnom Kavkaze: rasprostranennost', vnutripopulyacionnaya struktura i izmenchivost' po virulentnosti / G.V. Volkova, E.V. Sinyak, I.M. Balapanov // *Nauka Kubani*. — 2010. — № 2. — S. 38–41.
5. Volkova, G.V. Retrospektivnyj analiz virulentnosti severokavkazskoj populyatsii vozbuditelya steblevoj rzhavchiny pshenicy / G.V. Volkova, O.O. Miroshnichenko, O.V. Tarancheva // *Trudy KubGAU*. — 2019. — № 81. — S. 85–90.
6. Kojshybaev, M. Germoplazma pshenicy s gruppovoj ustojchivost'yu k boleznjam s vozdušno-kapel'noj infekciej / M. Kojshybaev, L.A. Boltybaeva, G.I. Kopyrova // *Agromeridian*. — 2008. — Т. 3. — № 9. — S. 34–42.
7. Lapochkina, I.F. Sozdanie iskhodnogo materiala yarovoj myagkoj pshenicy dlya selekcii na ustojchivost' k steblevoj rzhavchine (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), v tom chisle i k rase Ug99, v Rossii / I.F. Lapochkina, O.A. Baranova, V.P. Shamanin i dr. // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. — 2016. — Т. 20. — № 3. — S. 320–328. DOI: 10.18699/VJ16.167.
8. Mal'ceva, L.T. Rol' iskhodnogo materiala v selekcii rzhavchinoustojchivykh sortov myagkoj yarovoj pshenicy v usloviyah Zaural'ya / L.T. Mal'ceva, E.A. Filippova, N.Yu. Bannikova, V.A. Berdyugin // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. — 2018. — Т. 59. — № 5. — S. 67–72. DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-67-72.

Д.А. Иванов, доктор сельскохозяйственных наук
 О.В. Карасёва, кандидат сельскохозяйственных наук
 М.В. Рублюк, кандидат сельскохозяйственных наук
 О.Н. Анциферова, 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 631.5;631.6;911.2

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/46-50

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АГРОЛАНДШАФТЕ НА ПРИМЕРЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

В работе показаны результаты исследования особенностей временной динамики продуктивности многолетнего пятикомпонентного травостоя в различных частях агроландшафта конечного-моренной гряды. Работу выполняли на агроэкологическом полигоне ВНИИМЗ – филиала ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» в 2003–2013 годах. Наблюдения за динамикой урожайности трав осуществляли на трансекте – физико-географическом профиле, пересекающем основные ландшафтные позиции моренного холма, в регулярно расположенных 120 точках. Результаты мониторинга урожайности обрабатывали методами описательной статистики, дисперсионным, кластерным и корреляционным анализом. Для интерпретации результатов наблюдений использовали параметры агроклиматических обстановок за вегетационные периоды. Наиболее удобные для изучения динамики урожайности – данные, производные от ее балльных значений, которые лишены «выбросов» и близки к нормальному закону распределения. Достаточно информативный метод выявления на местности территорий с однотипной динамикой урожайности – кластерный анализ, его результаты можно представить в виде совокупностей точек на карте или профиле. Исследование взаиморасположения точек пространства, относящихся к различным кластерам, показало, что они располагаются в виде ассоциаций, тяготеющих к определенным агромикрорландшафтам – элементам мезорельефа. Первичный статистический анализ параметров кластеров, а также построение гистограмм их распределений позволяет разделять на группы, детерминированные ландшафтными особенностями. Корреляционный анализ дает возможность определить факторы, формирующие характер динамики урожайности культуры в пределах конкретного кластера. Выявлено, что эти факторы зависят от микрорландшафтных особенностей агрогеосистемы. На основе информации о характере временной динамики урожайности культуры в различных частях агроландшафта можно прогнозировать ее продуктивность и адаптировать пакеты мероприятий по оптимизации использования конкретного поля в сельскохозяйственной практике.

Ключевые слова: временная динамика урожайности, продуктивность травостоя, агроландшафт, статистический анализ, агроэкологически-однотипные территории.

D.A. Ivanov, *Grand PhD in Agricultural sciences*
 O.V. Karaseva, *PhD in Agricultural sciences*
 M.V. Rublyuk, *PhD in Agricultural sciences*
 O.N. Antsiferova, *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

STUDY OF DYNAMIC PROCESSES IN THE AGRICULTURAL LANDSCAPE USING A PERENNIAL GRASSES EXAMPLE

The paper shows the results of studying the characteristics of the temporal dynamics of productivity of a perennial five-component grass stand in various parts of the agrolandscape of the finite moraine ridge. The studies were carried out at the agroecological training ground of the All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – Branch of the Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute in 2003–2013. Observations of the dynamics of grass yields were carried out on the transect – a physico-geographical profile that intersects the main landscape positions of the moraine hill, at 120 points regularly located. Yield monitoring results were processed using descriptive statistics methods, as well as variance, cluster and correlation analysis. To interpret the results of observations, we used the parameters of agroclimatic conditions for the growing periods of the research years. Studies have shown that the most convenient for studying the dynamics of crop yields are data derived from its point values, since they are devoid of «emissions» and are closest to the normal distribution law. A fairly informative method for identifying areas with the same yield dynamics on the terrain is cluster analysis, the results of which can be represented as sets of points on a map or profile. A study of the relative positions of space points belonging to different clusters showed that they are located in the form of associations gravitating to certain agromicrolandscapes – mesorelief elements. The initial statistical analysis of cluster parameters, as well as the construction of histograms of their distributions, makes it possible to divide them into groups determined by landscape features. Correlation analysis makes it possible to determine the factors that shape the nature of the dynamics of crop yields within a particular cluster. It was revealed that these factors largely depend on the microlandscape features of the agrogeosystem. Based on information on the nature of the temporal dynamics of crop yields in various parts of the agrolandscape, one can predict its productivity and adapt packages of measures to optimize the use of a specific field in agricultural practice.

Key words: Temporal dynamics of productivity, grass stand productivity, agrolandscape, statistical analysis, agroecological-homogeneous territories.

Агрогеосистемы (АГС) – сельскохозяйственно-преобразованные геокомплексы, характеризующиеся высокой динамичностью протекающих в них процессов не только с привлечением антропогенной энергии, но и вследствие флуктуаций агроклиматической и социальной обстановки. Временная динамика присуща всем компонентам АГС, однако наиболее сильно проявляется в растительном ярусе. [4] Знание характеристик пространственной и временной изменчивости урожайности культур позволяет прогнозировать продуктивность агроландшафтов, а также корректно планировать сроки и особенности проведения агротехнологических мероприятий в их различных частях – это основной атрибут адаптивно-ландшафтного земледелия. [1]

Мониторинг продуктивности растений показал, что можно выделить определенные пространственные локусы – агроэкологически-однотипные территории (АОТ), название которым впервые дал А.А. Жученко. [3] В нашей трактовке это пространства с однотипными проявлениями адаптивных реакций совокупности растений одного вида на изменения природной обстановки. [5]

Мы выделили несколько типов АОТ, наименее изученных – динамически-гомогенных (ДГ) АОТ, в их пределах временная динамика вариабельности урожая или другого показателя состояния совокупности растений однотипна. Границы ареалов устойчивы во времени, так как отображают многолетнюю динамику показателей жизнедеятельности растений. Особенности этих АОТ отражают закономерности пространственно-временного изменения состояния растений. Их учет важен для разработки прогнозов урожайности и состояния посевов. [5]

Цель работы – выявление наиболее оптимального способа выделения в агроландшафте ареалов динамически-гомогенных АОТ и изучение их особенностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За урожайностью многолетних трав наблюдали в пределах конечно-моренной гряды. [2] Долговременный мониторинг урожайности сена пятикомпонентного (люцерна синегибридная, райграс пастбищный, клевер красный, тимофеевка луговая и овсяница луговая) злакобобового травостоя выполняли в 2003–2013 годах на агроэкологическом полигоне ВНИИМЗ – филиала ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», расположенном в пределах конечно-моренной гряды в 4-х км к востоку от г. Тверь, с относительной высотой 12 м, состоящей из плоской вершины, северного пологого склона (крутизна 2...3°), южных склонов (3...5°) и межхолмных депрессий (северной и южной). Почвообразующие породы на территории стационара – двучленные отложения. В южной части пахотные горизонты почв имеют песчаный и супесчаный гранулометрический состав, мощность легкого наноса местами превышает 1,5 м. На вершине и северном склоне холма – супесь и легкий суглинок, мощность легкого кроющего наноса до 1 м, а местами в межхолмной депрессии морена выходит на поверхность. Почвенный покров представлен контрастной мозаикой – вариацией дер-

ново-подзолистых глееватых и глеевых почв, развивающихся на двучленных отложениях различной мощности – он состоит из чередования пятен различного гранулометрического состава и геологического строения дерново-подзолистых почв разной степени гидроморфизма (профильно-глееватые и профильно-глеевые).

Исследования проводили на агроэкологической трансекте (физико-географический профиль) – узком поле, пересекающем все микроландшафтные позиции (элементы мезорельефа) конечно-моренной гряды: транзитно-аккумулятивные агро-микроландшафты (АМЛ) нижних частей склонов и межхолмных депрессий, характеризующиеся аккумуляцией элементов питания из намывных и грунтовых вод; транзитные АМЛ, расположенные в центральных частях склонов, в которых господствует латеральный ток влаги; элювиально-транзитные местоположения верхних частей склонов, где наряду с латеральным током влаги присутствует ее вертикальное перемещение по почвенному профилю; элювиально-аккумулятивный ландшафт вершины, в пределах которого происходит вертикальное промывание почвенного профиля и локальная аккумуляция влаги в микропонижениях (блюдца). Выделено 9 элементов мезорельефа – АМЛ: 1. Транзитно-аккумулятивный южного склона (Т-Аю); 2. Транзитный южного склона (Тю); 3. Элювиально-транзитный южного склона (Э-Тю); 4. Элювиально-аккумулятивный вершины (Э-А); 5. Элювиально-транзитный северного склона (Э-Тс); 6. Транзитный северного склона (Тс); 7. Транзитно-аккумулятивный северного склона (Т-Ас); 8. Транзитный южного склона 2 – на севере стационара (Тю2); 9. Элювиально-транзитный южного склона 2 – на севере стационара (Э-Тю 2).

Границы элементов мезорельефа проходят по «бровкам» – участкам склонов, где заметно меняется их крутизна, а в некоторых случаях и экспозиция (ориентация по сторонам горизонта). Границы почвенных комбинаций, как правило, не совпадают с рубежами АМЛ, так как определяются изменениями геологического строения почвообразующих пород. Мы изучали влияние особенностей мезорельефа на характер ДГ АОТ (почвенный покров будет описан позднее).

Выводное поле располагалось вдоль трансекты на полосе шириной 7,2 м, длиной – 1300 м. Травостой эксплуатировался в одноукосном режиме без внесения удобрений. Точки опробования, в которых определяли массу сена, равномерно распределены вдоль трансекты на расстоянии 10 м друг от друга.

Результаты мониторинга урожайности обрабатывали методами описательной статистики, а также дисперсионным, кластерным и корреляционным анализами на основе пакетов EXEL и STATISTICA 7. Для интерпретации результатов наблюдений использовали параметры агроклиматических обстановок за вегетационные периоды (май и июнь в год укоса; июль-сентябрь предыдущего года), заимствованные из базы данных Тверской метеостанции. В работе учитывали агроклиматические показатели: 1) $\sum_{t>10}^{\circ}$; 2) Сумма осадков, мм; 3) ГТК по Селянинову.

Для выбора наиболее информативного способа изучения свойств ДГ АОТ данные по продуктивности травостоя за каждый год представлены по 120 точкам опробования в трех видах: 1) Конкретная урожайность сена, ц/га; 2) Оценка урожайности по каждому году в баллах (1 балл – максимальная продуктивность, 120 – минимальная); 3) Отклонения конкретных баллов от среднемноголетней балльной оценки («А»).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Переход от значений конкретной урожайности сена к отклонениям от ее средней балльной оценки позволяет элиминировать случайные выбросы в массиве данных и устранить влияние на него дополнительных факторов (рис. 1, 2-я стр. обл.).

Среднемноголетние конкретные показатели урожайности сена в пределах трансекты колеблются от 40 до 88 ц/га. Средняя урожайность за годы исследований составила 60 ц/га, а медианная – 58,4 ц/га. Распределение частот характеризуется значительной левосторонней асимметрией (0,73), что свидетельствует о преобладании малых значений урожайности. В пределах трансекты наблюдается неизменность линейного тренда урожайности и выраженный ее полиномиальный тренд, максимумы которого приходятся на транзитные АМЛ, а минимумы – вершину холма и транзитно-аккумулятивный АМЛ северного склона. Следовательно, энергичный водообмен в центральных частях склонов способствует увеличению продуктивности трав, тогда как медленные аккумулятивные и элювиальные процессы на плоских поверхностях приводят к ее понижению.

Оценка продуктивности свободна от влияния агроклиматических условий, так как рассчитывается по каждой точке для каждого года в отдельности. Среднемноголетние значения варьируют от 32,2 до 89,7 балла (среднее – 60,3, медианное – 60,0). В распределении частот асимметричность практически отсутствует (-0,02), что говорит о его нормальности. В пределах трансекты наблюдается выраженный линейный тренд повышения оценок урожайности при движении с юга на север. Это означает, что на юге стационара, в зоне преобладания относительно легких почв, наблюдаются наиболее комфортные условия для произрастания пятикомпонентной травосмеси. Полиномиальный тренд изменения балльных оценок принципиально не отличается от вышеописанного.

Вычисление в каждой точке отклонений годовых балльных значений от их среднемноголетнего показателя (принимаяют положительные и отрицательные значения, обозначаются литерой «А») позволяет элиминировать и случайные выбросы, уменьшить воздействие гранулометрического состава почв на характер массива данных. Среднемноголетние значения колеблются в диапазоне от -6,5Е -15 до 6,5Е -15. Среднее значение «А» составляет -1,5Е -16, медиана – 0, а асимметрия распределения -0,09, что говорит о нормальности распределения показателя. Средние отклонения баллов во многом лишены недостатков двух предыдущих подходов, что позволяет нам в дальнейшем

использовать именно эти значения при изучении динамических процессов в агроландшафте.

Особенности пространственного расположения ДГ АОТ определяли с помощью кластерного анализа параметра «А», изменяющегося в каждой точке опробования в течение 11 лет. Рабочая гипотеза исследований предполагала, что расположение в пределах агроландшафта отдельных кластеров должно в значительной степени определяться особенностями его микроландшафтного строения. Исходя из этого находили 9 кластеров, пространственное распределение которых в пределах трансекты показано на рис. 2, 2-я стр. обл., где точки пространства, относящиеся к разным кластерам, не сосредоточены в строго определенных местах. Они образуют некоторые ассоциации – большинство кластеров состоят из «основной» части, в которой точки расположены близко друг к другу, и «периферийной» с диффузией точек кластера по другим частям АГС. Хотя кластеры и взаимопроникают друг в друга, их расположение в пределах геокомплекса не хаотично. На верхних гипсометрических отметках холма находятся кластеры № 3 и 5, на северном склоне преобладают точки кластера № 7, в транзите южного – № 4 и 6 и т. д. Следует отметить, что границы кластеров не всегда совпадают с рубежами АМЛ: во-первых, «бровки» рельефа, как правило, не четко выражены на местности и не достаточно точно маркируют смену геохимических обстановок (характер и интенсивность перераспределения влаги и питательных веществ) в пределах конкретной территории; во-вторых, на характере растительных ассоциаций существенно сказывается пестрота почвенного покрова стационара; в-третьих, в работе не учтен характер микрорельефа дневной поверхности, вследствие недостаточно крупного масштаба топосъемки, который во многом определяет микропестроту свойств травостоя; в-четвертых, особенности кластеров во многом зависят от характера внутриценотических связей, сложившихся в пределах старого травостоя, посеянного в 1997 году.

Дальнейший статистический анализ выявил закономерности о влиянии особенностей микроландшафтного строения геосистемы на расположение и характер ДГ АОТ (табл. 1).

Следует отметить, что средние значения показателей «А» во всех кластерах практически равны 0, однако анализ медианных значений их распределений позволяет разделить все кластеры на 2 группы: 1) №№ 1, 4 и 6 повышенными значениями урожайности. Сравнение номеров медианных точек опробования и асимметрии их распределений показывает, что они находятся в пределах южного (песчаного) склона холма; 2) Остальные кластеры отличаются пониженной урожайностью и сосредоточены по другим частям геокомплекса.

Сопоставляя гистограммы распределений частот значений «А», рассчитанных для каждого кластера, выделили из их совокупности кластеры 1 и 2 трехинтервальными гистограммами, у остальных кластеров они двухинтервальные. Объяснить это можно энергичным внедрением аборигенных видов в травостой, трансформирующим характер его адаптивных реакций на изменчивость агроклиматической обстановки, так как эти кластеры располагаются

Таблица 1.
Характеристики кластеров отклонений годовых балльных значений урожайности травостоя от среднеголетних показателей («А»)

№ кластера	Параметры распределений показателей «А»			Пространственные параметры кластеров	
	Среднее	Медиана отклонений	Асимметрия отклонений	Медианная точка опробования	Асимметрия точек
1	1,29E-15	-3,5	-0,11031	11	1,924668
2	0	2,188811	-1,57027	110	-1,24732
3	-6,1E-15	11,30303	-0,82396	46	-0,15044
4	-2,7E-15	-5,58042	0,514775	25	3,176071
5	0	10,23636	-0,51157	49	-0,06796
6	7,27E-16	-6,78322	0,235662	24	0,538838
7	-3,2E-15	2,133333	0,041115	80	0,127343
8	0	3,397727	-0,22817	92	-0,27994
9	0	3,328671	-0,56457	103	-3,27737

Таблица 2.
Влияние агроклиматических условий на продуктивность травостоя в пределах отдельных кластеров

Показатель, месяц	№ кластера*									
	1	6	4	3	5	7	8	9	2	
Σt>10o	Май	-0,08	0,15	0,30	0,50	0,06	-0,41	-0,57	-0,33	0,23
	Июнь	-0,04	-0,11	0,61	0,42	0,06	-0,66	-0,31	-0,08	0,18
	Июль	-0,09	0,29	0,43	0,47	0,49	-0,43	-0,23	-0,83	-0,16
	Август	-0,26	-0,31	0,31	-0,22	0,38	0,27	0,31	-0,44	-0,06
	Сентябрь	-0,06	-0,00	0,24	0,23	0,08	-0,24	-0,34	-0,35	0,49
	Среднее	-0,13	0,44	0,23	0,51	0,29	-0,62	-0,42	-0,56	0,23
ГТК	Май	-0,27	0,16	-0,18	0,05	0,39	0,01	0,04	-0,50	0,23
	Июнь	-0,58	-0,52	-0,14	0,18	-0,24	0,24	0,37	0,36	0,04
	Июль	-0,26	0,37	-0,33	-0,15	-0,03	0,27	-0,21	-0,29	0,55
	Август	0,66	0,16	-0,07	-0,08	-0,35	0,12	-0,06	0,04	-0,14
	Сентябрь	-0,12	0,73	-0,10	-0,21	-0,31	0,24	-0,18	-0,16	0,16
Сумма осадков	Среднее	-0,32	0,28	-0,35	-0,05	-0,15	0,34	0,03	-0,24	0,36
	Май	-0,34	0,16	-0,23	0,16	0,47	0,04	0,02	-0,56	0,14
	Июнь	-0,46	-0,55	0,14	0,16	-0,33	0,04	0,35	0,41	0,10
	Июль	-0,17	0,42	-0,12	-0,13	-0,03	0,09	-0,38	-0,28	0,59
	Август	0,70	-0,05	0,16	-0,11	-0,56	-0,00	0,08	0,26	-0,09
Медианные точки	Сентябрь	0,01	0,81	-0,07	-0,30	-0,33	0,26	-0,24	-0,13	0,04
	Среднее	-0,15	0,28	-0,06	-0,06	-0,31	0,16	-0,08	-0,16	0,44
	Медианные точки	11	24	25	46	49	80	92	103	110

* – кластеры расположены в порядке возрастания значений медианных точек.

в краевых зонах трансекты – первый на юге, второй – на севере. Остальная совокупность кластеров также может быть разделена на две группы: №№ 4, 6-8 отличаются от остальных преобладанием в их гистограммах интервала с повышенной урожайностью; №№ 3, 5 и 9 повышенная частота низких значений урожайности. Так как каждый кластер характеризуется особенностями временной динамики показателя «А», определение степени влияния на него климатических факторов позволит выявить их основные генетические черты (табл. 2).

Кластеры, расположенные на южном (песчаный) склоне холма и на его вершине (№№ 4 и 3) характеризуются снижением продуктивности травостоя при увеличении суммы эффективных температур, кластеры тяготеющие к северному склону (№№ 7 и 8) испытывают недостаток тепла, а травы в кластере № 9 (межхолмная депрессия на севере стационара) страдают от его избытка. Увеличение

перед укосом ГТК и суммы осадков приводит к росту урожайности трав на южном склоне, осенние осадки здесь угнетают травостой (№№ 1 и 6). Кластер № 5, тяготеющий к вершине, характеризуется повышением урожайности при усилении осадков в августе. Травы в межхолмной депрессии на севере стационара (№ 9) положительно отзываются на увеличение майских осадков, а июльские на южном склоне с более тяжелыми почвами (№ 2) снижают продуктивность травостоя.

Кластерный анализ показал, что природные особенности различных элементов мезорельефа в пределах агроландшафта существенно влияют на временную вариабельность урожайности многолетних трав, что дает возможность разрабатывать пространственно-адаптированные мероприятия по оптимизации их производственного процесса.

Выводы. Исследование динамических процессов в агроландшафте возможно на основе результатов

долговременного мониторинга урожайности культур в пределах трансекты, пересекающей основные структурные части геокомплекса. Наиболее удобные для этого производные от балльных значений урожайности данные, так как они лишены «выбросов» и близки к нормальному закону распределения.

Достаточно информативный метод изучения и выделения на местности динамически-гомогенных агроэкологически-однотипных территорий в пределах агроландшафта – кластерный анализ, результаты которого можно представить в виде совокупностей точек на карте или профиле.

Первичный статистический анализ параметров кластеров, а также построение гистограмм их распределений позволяет разделять на группы, детерминированные как ландшафтными особенностями, так и расположением в пределах поля.

Корреляционный анализ дает возможность определить факторы, формирующие характер динамики урожайности культуры в пределах конкретного кластера. Выявлено, что эти факторы в значительной степени зависят от микроландшафтных особенностей агрогеосистемы.

На основе информации о временной динамике урожайности культуры в различных частях агроландшафта можно прогнозировать ее продуктивность и адаптировать пакеты мероприятий по оптимизации использования конкретного поля в сельскохозяйственной практике.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Под редакцией академика РАСХН В.И. Кирюшина, академика РАСХН А.Л. Иванова.

Методическое руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.

2. Егорова, Г.С. Многолетние травы как восстановители почвенного плодородия и основа кормопроизводства. / Г.С. Егорова, Л.В. Петрунина // Плодородие. – 2008. – № 6. – С. 38–39.
3. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство: (Эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штинича, 1990. – 431 с.
4. Иванов, Д.А. Виды динамики состояния мелиорированных агроландшафтов. / Д.А. Иванов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – Т. 65. – № 4. – С. 4–18.
5. Иванов, Д.А. Ландшафтно-мелиоративные системы земледелия (прикладная агрогеография). / Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев. – Тверь: Издатель А.Н. Кондратьев, 2017. – 310 с.

LIST OF SOURCES

1. Agroekologicheskaya ocenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnyh sistem zemledeliya i agrotekhnologij. Pod redakciej akademika RASKHN V.I. Kiryushina, akademika RASKHN A.L. Ivanova. Metodicheskoe rukovodstvo. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2005. – 784 s.
2. Egorova, G.S. Mnogoletnie travy kak vosstanoviteli pochvennogo plodorodiya i osnova kormoproizvodstva. / G.S. Egorova, L.V. Petrunina // Plodorodie. – 2008. – № 6. – S. 38–39.
3. Zhuchenko, A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo: (Ekologo-geneticheskie osnovy) / A.A. Zhuchenko. – Kishinev: Shtinica, 1990. – 431 s.
4. Ivanov, D.A. Vidy dinamiki sostoyaniya meliorirovannyh agrolandshaftov. / D.A. Ivanov // Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka. – 2018. – T. 65. – № 4. – S. 4–18.
5. Ivanov, D.A. Landshaftno-meliorativnye sistemy zemledeliya (prikladnaya agrogeografiya). / D.A. Ivanov, N.G. Kovalev. – Tver': Izdatel' A.N. Kondrat'ev, 2017. – 310 s.

С.А. Теймуров, кандидат сельскохозяйственных наук
 А.Н. Ярмагомедов, кандидат технических наук
 А.В. Рамазанов, кандидат сельскохозяйственных наук
 Т.Т. Бабаев, кандидат сельскохозяйственных наук
 Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан
 РФ, 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, МКР Научный городок, ул. А. Шахбанова, 30
 E-mail: samteim@rambler.ru

УДК 631.42: 631.45

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/51-55

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ЛУГОВО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ

В статье представлены результаты полевого опыта по влиянию видов удобрений (сидераты, навоз, солома, минеральные удобрения) на агрохимические свойства почвы в условиях орошения Терско-Сулакской равнины Республики Дагестан. На Опытной станции имени Кирова Хасавюртовского района на общей площади 1505 м² в 2015–2019 годах изучали содержание основных элементов питания в навозе КРС, фитомассе сидеральных культур и динамику видов удобрений на питательные вещества в пахотном слое. После уборки озимой пшеницы в пожнивной период высевали сидеральные культуры (посевной горох, рапс яровой и амарант). Запашку зеленой массы сидератов проводили в начальной фазе бутонизации, соломы озимой пшеницы – 2 т/га, навоза КРС – 30 т/га, минеральных удобрений – N₁₅₀P₇₅K₇₅. Затем применяли влагозарядковый полив 1000–1200 м³/га. Исследования почвы выявили, что на участках опыта, где произрастал горох посевной, нитратного азота за весь период вегетации следующего года содержалось 37,8–54,1 мг/кг, подвижного фосфора под посевами зерновых яровых культур – 33,0–34,84 мг/кг почвы отмечено весной, к осени его количество в пахотном слое почвы постепенно снижалось (23,5–24,9 мг/кг). Количество обменного калия в лугово-каштановой почве (контроль без удобрений) незначительно изменялось. Внесение навоза по своему положительному действию на указанный режим почвы приближается к запашке зелёной массы ярового рапса и амаранта. Наиболее благоприятный режим почвы в условиях орошения складывался при запашке зелёной массы гороха посевного.

Ключевые слова: удобрения, сидераты, вегетация, плодородие, азот, фосфор, калий.

S.A. Teymurov, PhD in Agricultural sciences
 A.N. Yarmagomedov, PhD in Engineering sciences
 A.V. Ramazanov, PhD in Agricultural sciences
 T.T. Babaev, PhD in Agricultural sciences
 Federal agricultural research center of the Republic of Dagestan
 RF, 367014, Respublika Dagestan, g. Mahachkala, MKR Nauchnyj gorodok, ul. A. Shahbanova, 30
 E-mail: samteim@rambler.ru

INFLUENCE OF FERTILIZERS TYPES ON THE NUTRIENTS DYNAMICS IN THE ARABLE LAYER OF A MEADOW CHESTNUT SOIL

The article presents the results of a field experiment on the different fertilizers effect (green manure, manure, straw, mineral fertilizers) on the soil agrochemical properties under the Terek-Sulak plain of the Republic of Dagestan irrigation conditions. At the experimental Kirov station, of the Khasavyurt District on a total area of 1505 m² in 2015–2019 were studied the content of the main nutrients in cattle manure, the phytomass of green manure crops and the dynamics of fertilizers for nutrients in the arable layer. Green manure crops (seed peas, spring rape, and amaranth) were sown during the stubble period after harvesting winter wheat. The plowing under of green manures herbage was carried out in the initial phase of budding, winter wheat straw – 2 t/ha, cattle manure – 30 t/ha, mineral fertilizers – N150P75K75. Then water-charging irrigation was used 1000–1200 m³/ha. Soil studies revealed that in the areas of the experiment where the sowing peas grew, nitrate nitrogen for the entire growing season next year contained 37.8–54.1 mg/kg, mobile phosphorus under crops of spring grain crops – 33.0–34.84 mg/kg of soil was noted in spring and to autumn its amount in the topsoil was gradually decreased (23.5–24.9 mg/kg). The exchangeable potassium amount in the meadow chestnut soil (control without fertilizers) was varied slightly. The manure application by its positive effect on the specified soil regime approaches to the spring rape and amaranth green mass plowing under. The most favorable soil regime under irrigated conditions were formed during plowing of the sowing peas green mass.

Key words: fertilizers, green manure, vegetation, fertility, nitrogen, phosphorus, potassium.

За последние 20 лет в большинстве субъектов Российской Федерации плодородие пахотных почв существенно ухудшилось по основным агрохимическим показателям. Формирование урожаев сельскохозяйственных культур в земледелии Дагестана происходит в основном за счет плодородия почвы. В связи с этим необходим поиск источников органического вещества и элементов минерального питания для сельскохозяйственных культур, дополнительных агрохимических ресурсов, которыми

могут быть растительные и послеуборочные остатки, зеленые и органические удобрения. [4, 13] Сбалансированное содержание основных элементов минерального питания растений (NPK – азот, фосфор, калий) гарантирует получение необходимого урожая при строгом соблюдении технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Агрохимики зачастую производственный потенциал называют плодородием почв. [12] Интенсификация и максимализация предотвращает или существенно

ослабляет отрицательные последствия применения средств химизации. [3]

Использование зелёного удобрения в севооборотах способствует оптимизации питания растений и получению высоких урожаев качественно рентабельной продукции, сохранению плодородия почвы и экологического статуса агроценозов.

Пожнивные сидеральные культуры оказывают многоплановое и комплексное влияние на агрофизические, агрохимические и биологические показатели различных типов почв. [2, 9] Органическое вещество зелёного удобрения можно рассматривать как создаваемый в почве запасный резерв всех необходимых растениям питательных веществ, которые при заделке переходят в усвояемую форму не сразу, а постепенно, в течение всего вегетационного периода, обеспечивая непрерывный рост. Химический состав органической массы сидератов и соотношение питательных веществ в ней очень близки и подобны аналогичным показателям основных сельскохозяйственных культур, что определяет ее соответствие потребности растений в основных элементах питания. [5-8]

Цель исследований – оценить влияние видов удобрений (сидераты, навоз, солома, минеральные удобрения) на агрохимические свойства почв в пахотном слое 0...25 см.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты проводили в 2015–2019 годах в ФГБУ «Опытная станция имени Кирова» Хасавюртовского района. Почва экспериментального участка – лугово-каштановая тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели: содержание гумус – 1,45 %, легкогидролизуемый азот – 3,41 мг, подвижный фосфор – 1,92 мг и обменный калий – 32,1 мг на 100 г почвы. Грунтовые воды на опытном участке залегают глубже 3 м (полугидроморфная почва), реакция почвенного раствора слабощелочная (рН = 7,1). Для возделывания сидеральных и основных яровых зерновых культур агрофизические показатели плодородия опытного участка благоприятны: плотность пахотного слоя – 1,32 г/см³, твердой фазы – 2,50 г/см³, пористость – 47...52 %, наименьшая влагоемкость – 27,1 %.

Изучали семь вариантов: без удобрений (контроль); солома озимой пшеницы; сидерат горох посевной; сидерат рапс яровой; минеральные удобрения N₁₅₀P₇₅K₇₅; навоз 30 т/га; сидерат амарант.

Территория исследуемого участка характеризуется устойчивым умеренно-континентальным климатом с недостаточным увлажнением и большим притоком солнечной энергии, сумма активных температур воздуха (выше 10°C) в Хасавюрте – 3669°C. Среднее количество осадков 482 мм в год, за весенне-летний период – 167...203 мм. Величина испарения с поверхности почвы достигает 800...900 мм, недостаток влаги в почве восполняется орошением. Среднегодовая температура – 10,5...12,8°C. Зимы сравнительно мягкие. Средняя температура января (минус 1,7°C) колеблется от минус 3,1 на севере до 1,1°C на юге, но в отдельные годы опускается в среднем за месяц до минус 10,2°C, а в отдельные дни – минус 20°C, что не сказывается на перезимов-

ке основных озимых культур, возделываемых на равнине Дагестана. Продолжительность вегетационного периода – 232...236 дней, а для теплолюбивых культур – 190...192.

Вегетационный период 2015 года можно характеризовать как сухой (ГТК = 0,31) – выпало 11 мм осадков, что негативно сказалось на всходах, в мае выпало всего 3 мм. Сумма температур за вегетационный период – 863,5°C, относительная влажность воздуха – 70 %.

В 2016 году вегетационный период – засушливый (ГТК = 0,82), сумма температур – 973,3°C. В период вегетации выпало 70 мм осадков, что на 14 мм меньше среднемноголетних значений. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в апреле – 41 мм.

Вегетационный период 2017 года оказался очень засушливый (ГТК = 0,60), выпало 89 мм осадков при влажности воздуха 72 %.

Вегетационный период 2018 и 2019 годов можно охарактеризовать как сухой (ГТК = 0,37-0,38), в апреле-мае выпало соответственно 41 и 51 мм осадков, сумма температур – 967,5°C и 955,7°C, влажность воздуха – 71 и 69 %.

Полевые опыты, наблюдения, лабораторные анализы, отбор почвенных и растительных образцов выполняли по общепринятым методикам.

После уборки озимой пшеницы проводили лущение стерни на глубину 6...8 см, вспашку на 20...22 см, выравнивание (МВ-6,0) и два дискования (БДТ-3,0). Семена сидеральных культур: гороха посевного (*Pisum sativum*), рапса ярового (*Brassica napus L.*) и амаранта (*Amaranthus L.*) высевали в пожнивный период после уборки озимой пшеницы (*Triticum aestivum L.*).

Зелёную массу гороха посевного, рапса ярового и амаранта вносили фазе бутонизации. Солому, оставшуюся после уборки озимой пшеницы, запахивали в количестве 2 т/га. Навоз подстилочный крупного рогатого скота (КРС) – 30 т/га вносили при средней влажности 65,7, содержании общего азота 0,54, фосфора – 0,28, калия – 0,60 %, рН – 8,1, С:N – 19, минеральные удобрения – из расчета N₁₅₀P₇₅K₇₅. Зелёную массу запахивали в конце октября, затем выполняли влагозарядковый полив – 1000...1200 м³/га.

Посевной горох сорта *Рокет* высевали рядовым способом при норме 160...180 кг/га (750 тыс. шт/га) на глубину 6...8 см, семена ярового рапса *Викинг* – 6...8 кг/га (1,8 млн шт/га) на глубину 2...3 см. Амарант *Крепыш* высевали широкорядным способом (70 см) на глубину 1,5...2 см при норме 0,2...0,5 кг/га (350 тыс. шт/га).

Минеральные удобрения (N₁₅₀P₇₅K₇₅) вносили следующим образом: 100 % фосфорных и калийных и 50 % азотных – под основную обработку почвы, оставшиеся 50 % – в подкормку. Расчетные нормы минеральных удобрений эквивалентны по содержанию основных питательных веществ (N P K) 30 т полуперепревшего навоза. На основе справочных данных [11] принимали, что в 1 т навоза в среднем содержится около 5 кг азота, 2,5 фосфора и 5 кг – калия. Лугово-каштановые почвы Терско-Сулакской равнины характеризуются очень высоким содержанием подвижного калия (321 мг/кг).

Опытный участок представляет собой равнину по микрорельефу и почвенному составу. Площадь опытной делянки – 109,2 м² (8,4 × 13 м), учетной – 100,8 м² (8,4 × 12 м), повторность опыта – трехкратная, площадь опыта – 1505 м² с учетом защитных полос. Метод исследований – лабораторно-полевой, размещение делянок систематическое. Для изучения динамики изменения элементов питания в почве ежемесячно в течение вегетационного периода отбирали образцы в слое 0...25 см, где определяли гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), содержание легкогидролизуемого азота – по А.Х. Корнфилду, ГОСТ 26951-86, подвижных фосфора и обменного калия – методом Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91), рН водной вытяжки – потенциометрически. Для химических анализов почвы использовали методику в руководствах Е.В. Аринушкиной (1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Главный показатель ценности сидеральных культур, влияющий на плодородие почвы – масса органического вещества (надземная и корневая части), накопленная ко времени их заделки в почву. Зелёная масса сидеральных культур по своей удобрительной ценности не только не уступает, но по некоторым показателям даже превосходит традиционное органическое удобрение (навоз). Эффективность влияния сидеральной культуры зависит не только от количества биомассы растений, но и от содержания питательных элементов в органическом веществе сидерата.

В результате анализа установлено наибольшее количество элементов питания в горохе посевном: N – 230; P₂O₅ – 69; K₂O – 207 кг/га. По содержанию азота яровой рапс уступает на 55,7 %, а амарант на

33,9 %, такая же закономерность и по подвижному фосфору и обменному калию. С фитомассой сидеральных растений на 1 га почвы поступает от 263 до 506 кг питательных веществ (табл. 1). По суммарному количеству NPK посевного гороха, определено, что с этой массой в почву поступает на 69,6 % питательных веществ больше, чем с 30 т навоза.

Сезонная динамичность в почве нитратного азота (среднее значение под яровыми зерновыми культурами) в зависимости от видов удобрений за 2015–2019 годы (табл. 2) показала, что по сравнению с минеральным фоном за вегетацию (апрель-май) содержание NO₃ при внесении навоза снизилось на 4,9...5,2 мг/кг. Запашка сидератов (среднее значение 37,2 мг/кг) снижает содержание нитратов на 3,8...9,0 мг в фазе роста побегов (апрель), цветения (среднее значение 39,8 мг/кг) – на 3,8...8,7 мг/кг. По почвенным образцам в середине вегетации в год запашки установлено, что на участках ярового рапса содержание нитратного азота было наименьшим среди сидеральных культур – 28,5...36,7 мг/кг. Анализ образцов следующего года в этот же период оказался наименьшим у амаранта – 31,4...48,6 мг/кг. Среди вариантов с сидерацией худшие показатели получены при запашке амаранта.

Дальнейшая динамика нитратов характеризуется снижением их содержания во всех вариантах опыта. Особенно при внесении минерального азота (N₁₅₀): с 48,5 мг/кг в начале мая до 24,2 в августе.

В лугово-каштановой почве максимальное накопление нитратов совпадает с весенним сроком определения, а к концу лета содержание нитратов заметно снижается как в год запашки сидератов, так и следующем. Накопление максимального количества нитратов в почве в апреле-мае во всех вариантах, включая контроль, объясняется тем, что в этот период складываются наиболее благоприятные условия для нитрификации. В последующем

Таблица 1.

Содержание основных элементов питания в навозе и фитомассе сидеральных культур лугово-каштановой почвы

Вид удобрения	Накопление биомассы, т/га			Относительное содержание к сырой массе, %			Аккумулировано в общей биомассе питательных веществ, кг/га			
	Зелёная масса	Корневые остатки	Всего	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всего
Горох посевной	5,27	1,42	6,69	0,50	0,15	0,45	230	69	207	506
Рапс яровой	4,33	1,27	5,6	0,30	0,12	0,35	102	41	120	263
Навоз КРС (30 т/га)	30	–	30	0,50	0,25	0,55	150	75	165	390
Амарант	4,21	1,35	5,56	0,38	0,10	0,40	152	40	14	332

Таблица 2.

Влияние видов удобрений на содержание NO₃ в пахотном слое 0...25 см (среднее под яровыми зерновыми культурами: кукуруза на зерно и сорго), мг/кг

Вид удобрения	При закладке опыта	В год запашки сидератов (действие)					Следующий год (последствие)				
		апрель	май	июнь	июль	август	апрель	май	июнь	июль	август
Без удобрений – контроль	27,8	35,1	36,9	36,2	27,4	20,9	29,8	35,6	33,7	29,4	20,7
Солома	27,9	36,4	37,3	36,3	28,8	24,2	30,3	37,8	35,2	30,6	26,9
Горох посевной	28,0	37,5	40,5	36,9	33,4	30,4	51,0	54,1	48,4	41,6	37,8
Рапс яровой	28,1	37,2	39,2	36,7	32,2	28,5	45,8	49,2	43,5	37,7	31,9
N ₁₅₀ P ₇₅ K ₇₅	28,4	46,2	48,5	38,4	32,6	24,2	41,4	43,8	37,2	32,1	26,2
Навоз КРС	28,2	41,0	43,6	41,4	35,8	28,4	44,6	45,2	41,9	36,7	31,0
Амарант	28,0	37,0	39,7	35,7	32,4	29,2	44,9	48,6	43,2	36,3	31,4

Таблица 3.

Влияние видов удобрений на содержание P_2O_5 в пахотном слое 0...25 см
(среднее под яровыми зерновыми культурами: кукуруза на зерно и сорго), мг/кг

Вид удобрения	При закладке опыта	В год запашки сидератов (действие)					Следующий год (последствие)				
		апрель	май	июнь	июль	август	апрель	май	июнь	июль	август
Без удобрений – контроль	19,2	24,4	25,8	23,1	21,1	18,2	24,3	25,0	22,5	19,4	16,9
Солома	19,1	24,7	26,8	24,1	23,3	20,2	26,3	27,8	28,0	25,4	22,1
Горох посевной	19,0	25,2	28,8	26,9	25,0	22,8	32,2	34,4	30,6	29,0	24,9
Рапс яровой	18,9	24,7	27,3	27,0	24,6	22,3	31,3	33,0	28,8	27,5	23,6
$N_{150} P_{75} K_{75}$	18,7	29,4	31,0	27,7	24,5	22,0	28,6	30,2	26,2	23,7	21,1
Навоз КСР	19,3	28,3	29,4	27,6	26,6	24,1	30,4	32,1	28,7	26,6	23,5
Амарант	19,1	24,6	27,4	26,7	24,5	22,1	31,0	32,8	28,5	27,4	23,5

Таблица 4.

Влияние видов удобрений на содержание K_2O в пахотном слое 0...25 см
(среднее под яровыми зерновыми культурами: кукуруза на зерно и сорго), мг/кг

Вид удобрения	При закладке опыта	В год запашки сидератов (действие)					Следующий год (последствие)				
		апрель	май	июнь	июль	август	апрель	май	июнь	июль	август
Без удобрений – контроль	321	348	351	346	337	315	335	344	332	325	313
Солома	318	346	355	349	340	330	333	387	340	353	320
Горох посевной	315	348	360	353	340	332	411	421	399	391	368
Рапс яровой	315	347	361	352	342	331	404	412	386	376	360
$N_{150} P_{75} K_{75}$	317	363	369	358	346	334	381	391	361	351	328
Навоз КСР	323	354	360	358	348	337	402	405	390	373	354
Амарант	320	350	358	354	338	329	400	410	383	370	357

содержание усвояемой формы азота уменьшается в связи с уплотнением почвы после поливов, особенно при внесении минеральных удобрений, в первую очередь азотных. В значительной степени такое снижение объясняется потреблением азота растениями при формировании урожая.

Относительно большое содержание нитратов в почве во второй половине вегетации зерновых культур при внесении навоза и сидератов, даже при увеличившемся их потреблении, объясняется тем, что потери азота на вымывание и денитрификацию в этом случае минимальны, поскольку выделение его из органического вещества протекает одновременно, как в случае с минеральными удобрениями, а постоянно в ходе разложения запаханной органической массы.

Поэтому содержание азота в почве более высокое на следующий год после запашки навоза и сидеральных культур. Так, в начале цветения в контроле – 36,6 мг, при внесении навоза – 45,2, запашке на зелёное удобрение гороха, рапса и амаранта, соответственно – 54,1; 49,2 и 48,6 мг/кг почвы.

Динамичность фосфатов в почве повторяет динамику нитратов, но общее содержание их в обрабатываемом слое значительно меньше – 16,9...34,4 мг/кг (табл. 3). С применением сидеральных культур количество их в среднем за вегетационный период у гороха посевного составило – 30,2, ярового рапса – 28,8 и амаранта – 28,7 мг/кг, при запашке навоза, минеральных удобрений и соломы, соответственно – 28,3; 25,9 и 26,5 мг/кг, в контроле – 21,6 мг/кг. Закономерное уменьшение подвижного фосфора в середине вегетации позволило выявить, что из сидеральных культур наиболее требовательный амарант, как в год запашки – 22,1...26,7, так и в следующем – 23,5...28,5 мг/кг.

Лугово-каштановые почвы Терско-Сулакской равнины считаются достаточно обеспеченными обменным калием. Почва опытного участка содержала в пахотном слое до внесения удобрений 315...323 мг K_2O , что согласно существующей в зоне группировке, характеризует повышенную обеспеченность растений этой формой питания.

Сезонная динамика обменного калия в почве отмечается постепенным снижением его количества от весны к осени и аналогична динамике фосфатов, но роль вносимых удобрений в изменении содержания его в почве не столь велика, как по азоту и фосфору (табл. 4).

В начале вегетации сидеральных культур на опытных участках наличие в почве обменного калия во все года исследования колебалось от 347 до 361 мг/кг в год запашки. Весной следующего года также зафиксировано значительное увеличение этого элемента – 400...421 мг/кг.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Айтемиров, А.А. Урожайность зеленой массы сидератов и накопление корневой массы основными культурами в условиях орошения Терско-Сулакской под провинции / А.А. Айтемиров, Т.Т. Бабаев // Горное сельское хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 51–57.
2. Айтемиров, А.А. Влияние сидератов на урожайность яровых зерновых культур в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции / А.А. Айтемиров, М.Б. Халилов, Т.Т. Бабаев и др. // Юг России: экология, развитие. – 2018. – Т. 13. – № 2. – С. 145–155.
3. Баламирзоев, М.А. Почвы Дагестана экологические аспекты их рационального использования / М.А. Баламирзоев. – Махачкала: Дагестанское книж. изд-во, 2008. – С. 303–304.

4. Борисова, Е.Е. Применение сидератов в мире / Е.Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2015. – № 6 (49). – С. 24–33.
5. Волошин, Е.И. Руководство по удобрению капустных культур (ярового рапса, сурепицы, горчицы и редьки масличной): метод. Рекомендации [Электронный ресурс] / Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян. – Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017 – 28 с.
6. Довбан, К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Вопросы теории и практики / К.И. Довбан – Минск: Белорусская наука, 2009. – 404 с.
7. Лошаков, В.Г. Сидерация как фактор биологизации земледелия и природоподобных агротехнологий / В.Г. Лошаков // Biogeosystem Technique. – Издательство: APHR s.r.o. – 2015, Vol. (6), Is. – С. 379.
8. Мерзлая, Г.Е. Рекомендации по эффективному использованию соломы и сидератов в земледелии / Г.Е. Мерзлая, Л.М. Державин, А.А. Завалин и др. // Под ред. В.Г. Сычева. – М.: ВНИИА, 2012. – 44 с.
9. Нарусева, Е.А. Влияние сидерации на свойства чернозема выщелоченного лесостепного Поволжья / Е.А. Нарусева // Агроэкоинфо. – 2011. – № 2 (9). – С. 3–5.
10. Постников, Д.А. Сравнительная экологическая оценка традиционных и перспективных сидеральных культур в условиях Московской области / Д.А. Постников, В.Г. Лошаков, С.И. Темирбекова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 39–43.
11. Тайлаков, А.А. Биоэкологическая и фитомелиоративная роль промежуточных культур / А.А. Тайлаков, С.А. Ахмедов, Б.Т. Холматов и др. // Инновационные технологии в сельском хозяйстве: мат. Межд. науч. конф. – М.: Буки-Веди, 2015. – С. 28–31.
12. Теймуров, С.А. Повышения эффективности пожнивных посевов на основе использования наиболее доступных факторов биологизации земледелия / В.А. Теймуров, С.Н. Имашова, А.Н. Ярмагомедов // Проблемы развития АПК. – Махачкала: ДагГАУ, 2020. – № 1 (41). – С. 117.
13. Щедрин, В.Н. Опыт использования сидеральных культур для улучшения агрохимических свойств чернозема обыкновенного / В.Н. Щедрин, А.Н. Бабичев, В.А. Монастырский // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 14–21.
2. Ajtemirov, A.A. Vliyanie sideratov na urozhajnost' yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyah orosheniya Tersko-Sulakskoj podprovincii / A.A. Ajtemirov, M.B. Halilov, T.T. Babaev i dr. // Yug Rossii: ekologiya, razvitie. – 2018. – Т. 13. – № 2. – С. 145–155.
3. Balamirzoev, M.A. Pochvy Dagestana ekologicheskie aspekty ih racional'nogo ispol'zovaniya / M.A. Balamirzoev. – Mahachkala: Dagestanskoe knizh. izd-vo, 2008. – С. 303–304.
4. Borisova, E.E. Primenenie sideratov v mire / E.E. Borisova // Vestnik NGIEI. – 2015. – № 6 (49). – С. 24–33.
5. Voloshin, E.I. Rukovodstvo po udobreniyu kapustnykh kul'tur (yarovogo rapsa, surepicy, gorchicy i red'ki maslichnoj): metod. Rekomendacii [Elektronnyj resurs] / E.I. Voloshin, A.T. Avetisyan. – Krasnoyar. gos.agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2017 – 28 s.
6. Dovban, K.I. Zelenoe udobrenie v sovremennom zemledelii. Voprosy teorii i praktiki / K.I. Dovban – Minsk: Belorusskaya nauka, 2009. – 404 s.
7. Loshakov, V.G. Sideraciya kak faktor biologizacii zemledeliya i prirodopodobnykh agrotekhnologij / V.G. Loshakov // Biogeosystem Technique. – Izdatel'stvo: APHR s.r.o. – 2015, Vol. (6), Is. – С. 379.
8. Merzlaya, G.E. Rekomendacii po effektivnomu ispol'zovaniyu solomy i sideratov v zemledelii / G.E. Merzlaya, L.M. Derzhavin, A.A. Zavalin i dr. // Pod red. V.G. Sycheva. – M.: VNIIA, 2012. – 44 s.
9. Narusheva, E.A. Vliyanie sideracii na svojstva chernozema vyshchelochennogo lesostepnogo Povolzh'ya / E.A. Narusheva // Agroekoinfo. – 2011. – № 2 (9). – С. 3–5.
10. Postnikov, D.A. Sravnitel'naya ekologicheskaya ocenka tradicionnykh i perspektivnykh sideral'nykh kul'tur v usloviyah Moskovskoj oblasti / D.A. Postnikov, V.G. Loshakov, S.I. Temirbekova i dr. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 8. – С. 39–43.
11. Tajlakov, A.A. Bioekologicheskaya i fitomeliorativnaya rol' promezhutochnykh kul'tur / A.A. Tajlakov, S.A. Ahmedov, B.T. Holmatov i dr. // Innovacionnye tekhnologii v sel'skom hozyajstve: mat. Mezhd. nauch. konf. – M.: Buki-Vedi, 2015. – С. 28–31.
12. Tejmurov, S.A. Povysheniya effektivnosti pozhnyvnykh posevov na osnove ispol'zovaniya naibolee dostupnykh faktorov biologizacii zemledeliya / V.A. Tejmurov, S.N. Imashova, A.N. Yarmagomedov // Problemy razvitiya APK. – Mahachkala: DagGAU, 2020. – № 1 (41). – С. 117.
13. Shchedrin, V.N. Opyt ispol'zovaniya sideral'nykh kul'tur dlya uluchsheniya agrohimicheskikh svojstv chernozema obyknovennogo / V.N. Shchedrin, A.N. Babichev, V.A. Monastyrskij // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2016. – № 1 (41). – С. 14–21.

LIST OF SOURCES

1. Ajtemirov, A.A. Urozhajnost' zelenoj massy sideratov i nakoplenie kornevoj massy osnovnymi kul'turami v usloviyah orosheniya Tersko-Sulakskoj podprovincii / A.A. Ajtemirov, T.T. Babaev // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. – 2018. – № 3. – С. 51–57.

Н.Н. Дубенок, академик РАН, профессор

Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева
РФ, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Г.В. Ольгаренко, член-корреспондент РАН, профессор

Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»
РФ, 140483, Московская область, Коломенский р-н, пос. Радужный, 38
E-mail: prraduga@yandex.ru.

УДК 631.6:631.61:626.8

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/56-59

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье рассмотрено состояние мелиоративного комплекса России, проанализированы причины недостаточной эффективности использования потенциала мелиорированных земель. Сформулирована главная цель развития мелиорации – восстановление на современном инженерно-техническом уровне, имеющегося мелиоративно-водохозяйственного фонда Российской Федерации. Разработаны основные мероприятия, направленные на расширение технико-экономического и технологического потенциала мелиоративных систем, обеспечивающие функционирование в нормативном режиме мелиоративно-водохозяйственного комплекса и использование в сельскохозяйственном производстве не менее 90 % мелиорированных земель, как наиболее рациональный путь получения эколого-экономически сбалансированной продуктивности мелиорированных земель и основа для дальнейшего устойчивого развития мелиоративного комплекса страны. Развитие мелиоративного комплекса возможно только при разработке Государственной программы на период 2021–2030 годов, с учетом технического уровня мелиоративных систем и экологического состояния мелиорированных земель.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, мелиоративный комплекс, мелиорированные земли, социально-экономические и экологические условия, программа развития, комплексные мелиорации, гидромелиоративные системы, гидротехнические сооружения.

N.N. Dubenok, Academician of RAS, Professor

K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University – MTAA
RF, 127550, g. Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49

G.V. Olgarenko, Corresponding member of RAS, Professor

All-Russian Scientific Research Institute «Raduga»
RF, 140483, Moskovskaya obl., Kolomenskij r-n, pos. Raduzhnyj, 38
E-mail: prraduga@yandex.ru

RECOVERY PROSPECTS FOR THE RUSSIAN FEDERATION RECLAMATION COMPLEX

The article reveals a real situation in the Russian Land Reclamation Complex, and the using of developed areas; there are presented the causes of insufficient using efficiency of the developed lands. The main goal of land reclamation developing is formulated; it is its renovation according to modern engineering and technical level, of available land reclamation and hydro-economic fund of Russian Federation. There are developed the main measures aimed to the rehabilitation of technical and economic and technological potential of land reclamation systems, ensuring proper functioning of the land reclamation and hydro-economic complex, as well as the using for agricultural production no less than 90% of available developed lands; that is the most rational way for getting of ecologic and economic balanced productivity of developed lands and a base for the country's future stable land reclamation complex development. Under global political and economic competition conditions and economic crisis development and the raising of social and economic issues, land reclamation complex development is possible only after working out of the State Program on rehabilitation and development of land reclamation complex of Russian Federation in 2021–2020, keeping in mind the regional specific conditions of farming development, technical condition and level of land reclamation systems, real use and ecologic condition of developed lands.

Key words: food safety, land reclamation complex, developed lands, social, economic and ecologic conditions, Development Program, complex land reclamation, hydro-reclamation systems, water management assets.

Известно, что в России дефицит атмосферных осадков приходится на 80 % площади земель, используемых в сельскохозяйственном производстве, свыше 10 % пахотных земель находится в зоне избыточного увлажнения. В засушливые и избыточно влажные годы не реализуется потенциал высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, интенсивных аграрных технологий. Мелиорация – ключевой фактор предотвращения неблагоприятного воздействия климатических изменений и стабилизации сельскохозяйственного производства. На мелио-

рированных землях выращивается весь рис, до 65 % овощей и картофеля, около 20 % кормов и другой продукции. Значительная роль в производстве кормов принадлежит осушаемым землям Нечерноземной зоны РФ, более 80 % которых занято кормовыми культурами. [1, 2, 4, 6]

Основные сдерживающие факторы повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий: недостаточное развитие комплексных мелиораций, невысокий технический уровень мелиоративных систем, развитие процессов деградации (эрозия,

засоление, заболачивание, подтопление, дефицит органического вещества и элементов минерального питания, опустынивание). [5]

Цель работы – оценить состояние мелиоративного комплекса РФ, обозначить основные мероприятия, способствующие восстановлению технологического потенциала мелиоративных систем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Информационно-аналитические исследования выполнены на основе научно-методических и нормативно-технических материалов, имеющих в открытом доступе Государственной научно-технической и научной сельскохозяйственной библиотеки в информационно-телекоммуникационной сети интернет-ресурсов, открытых публикаций периодических отечественных и зарубежных изданий, отчетов по научно-аналитическим исследованиям мелиоративного комплекса, сайтов научных и образовательных учреждений за ретроспективный период не менее 20 лет, а также сайта Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Концепция исследований базируется на положении о том, что развитие мелиорации сельскохозяйственных земель возможно только при разработке Государственной программы восстановления и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации на период 2021–2030 годов, обеспечивающей максимальное использование потенциальных возможностей имеющегося мелиоративного фонда, с учетом региональных особенностей развития сельского хозяйства, технического уровня мелиоративных систем и экологического состояния мелиорированных земель.

Главная цель программы – повышение продовольственной безопасности и конкурентоспособности сельскохозяйственных товаропроизводителей России при восстановлении и развитии мелиоративного комплекса на современном научно-техническом уровне, позволяющем использовать в сельскохозяйственном производстве не менее 90 % мелиорированных земель с действующими в нормативном режиме мелиоративными системами, обеспечивающими реализацию принципов «устойчивого развития» АПК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Мощный мелиоративный комплекс России включает более 34,3 тыс. мелиоративных сооружений, в том числе: 232 тыс. водохранилищ; более 2 тыс. регулирующих и распределительных гидротурбин; подающих и откачивающих насосных станций 1,8 тыс.; 134 речные плотины; 42,3 тыс. км магистральных водопроводящих и водосбросных каналов, свыше 3 тыс. км защитных дамб и валов. В зоне возможных затоплений расположено более 670 населенных пунктов с общей численностью населения свыше 1,6 млн чел. [5] Всего мелиоративный фонд составляет 9,46 млн га земель (4,68 млн орошаемых и 4,78 млн га осушаемых).

В сельскохозяйственном производстве фактически использовалось 3,89 млн га орошаемых земель, а поливы проводили путем подачи воды из государ-

ственных мелиоративных систем на площади около 1,50 млн га. Не поливалось 2580,6 тыс. га, в том числе по причинам неисправности оросительной сети – 1778,7 тыс. га. Всего не задействовано в производстве 796,5 тыс. га *орошаемых земель* и по причине засоления и заболачивания 152,8 тыс. га.

Из 4,78 млн га осушенных земель в сельскохозяйственном обороте находится 3,20 млн га, а фактически обеспечивают регулирование водного режима и отвод дренажных вод государственные мелиоративные системы на площади около 956,0 тыс. га. Из 1598,60 тыс. га *осушаемых земель* не используются из-за неисправности осушительной сети 610,20 тыс. га и плохого агроэкологического состояния – 920,40 тыс. га (близкое залегание УГВ, плохие водно-физические и агрохимические показатели почв).

На орошаемых землях в хорошем экологическом состоянии находится 2,41 млн га; в нормативном (удовлетворительное) – 1,38; неудовлетворительном – 0,9 млн га, на 0,4 последних наблюдается близкое залегание грунтовых вод, на 0,26 – засоление почв, 0,24 млн га – совместное действие неблагоприятных экологических факторов.

Из осушаемых земель характеризуются хорошим состоянием 0,86 млн га, удовлетворительным – 2,14, неудовлетворительным – 1,78 млн га: критическое залегание грунтовых вод и недопустимые сроки отвода поверхностных вод, что приводит к нарушению оптимальных сроков весенне-полевых работ.

Всего не используется в сельскохозяйственном производстве мелиорированных земель – 2395,10 тыс. га, в том числе: орошаемых – 796,5, из которых по причине засоления и заболачивания – 152,8; осушаемых – 1598,60, из-за неисправности осушительной сети – 610,20, плохого агроэкологического состояния (близкое залегание УГВ, низкие водно-физические и агрохимические показатели почв) – 920,40 тыс. га.

Таким образом, основной фактор, снижающий потенциальные возможности мелиоративного фонда – неиспользуемые в сельскохозяйственном производстве мелиорированные земли и те, которые числятся как мелиорированные, но не имеющие работоспособной инфраструктуры, плохое экологическое состояние. Причины перечисленные следующие:

- низкий технический уровень и состояние ГМС и ГТС (износ материально-технической базы и оборудования, разрушение и заиливание мелиоративных каналов, ухудшение состояния коллекторно-дренажной сети);

- нарушение агротехнологий и зональных систем земледелия, отсутствие эколого-мелиоративных мероприятий;

- развитие процессов деградации земель на уровне внутрихозяйственной части мелиоративного комплекса: вторичное засоление, заболачивание и зарастание древесно-кустарниковой растительностью; ухудшение флористического состава травянистой растительности на мелиорированных сенокосах и пастбищах; закисление почв, снижение запасов гумуса и элементов минерального питания в пахотном слое почвы; загрязнение почв тяжелыми металлами и вредными выбросами производства и развитие водной эрозии, подтопление сельскохозяйственных земель;

– низкий уровень управления мелиоративным комплексом, как единой природно-технической системой, включающей элементы всех форм собственности при определяющей роли государственной составляющей, включая стратегическое и оперативное планирование; взаимодействие с сельскохозяйственными товаропроизводителями; реализацию технологических процессов и кадровое обеспечение;

– недостаточное материально-техническое обеспечение, в том числе специализированной и мелиоративной техникой, что снижает качественные показатели и уменьшает объемы ремонтно-эксплуатационных работ на внутрихозяйственной части мелиоративных систем и, как следствие, нарушается их работоспособность, ухудшается экологическое состояние мелиорированных земель;

– отсутствие комплексного подхода к эксплуатации (агрохимия, агротехнологии, культуртехника, органические и минеральные удобрения, агроландшафтные системы земледелия).

Рациональное использование земельных ресурсов и охрана мелиорированных земель сельскохозяйственного назначения обеспечивается единой взаимосвязанной системой мероприятий.

Гидромелиоративные инженерно-технические: строительство, реконструкция и техническое перевооружение мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, направленных на повышение эксплуатационной надежности и безопасности мелиоративных объектов, предотвращение затопления и подтопления территорий и развития чрезвычайных ситуаций.

Эксплуатация мелиоративных систем: ремонтно-эксплуатационные работы на мелиоративных системах и гидротехнических сооружениях, очистка каналов и реализация противопаводковых мероприятий, повышение водообеспеченности мелиорированных земель путем планового водопользования и использования на орошение, дренажных и сточных вод.

Агроландшафтное мелиоративное земледелие: в увязке с комплексными мелиорациями, включая агротехнические, агролесомелиоративные, лугомелиоративные, гидротехнические и организационно-хозяйственные противоэрозионные мероприятия, направленные на рациональное регулирование поверхностного стока и предотвращение водной эрозии почв земель сельскохозяйственного назначения.

Достижение поставленной цели возможно при комплексном решении базовых задач программы:

– обоснование и разработка комплексной схемы восстановления и развития мелиорации;

– инженерно-технические и технологические решения по модернизации (реконструкция) гидромелиоративных систем и гидротехнических сооружений;

– развитие системы сельскохозяйственного водоснабжения, в части обводнения пастбищ и сенокосов, с целью устойчивого развития сельских территорий при сохранении трудовых ресурсов и территориальной целостности района;

– обновление материально-технической базы новой мелиоративной и специализированной техникой и техникой орошения;

– внедрение компьютерных технологий, информационно-аналитическое обеспечение, развитие

мониторинга и системы планирования водопользования, экологического аудита, управления и контроля в области мелиорации и водного хозяйства;

– развитие инфраструктуры, совершенствование организационных и социально-экономических механизмов функционирования мелиоративно-водохозяйственного комплекса, восстановление государственной системы проектно-изыскательских организаций;

– формирование сервисных эксплуатационных центров, баз и технопарков, материально-технической базы федеральных учреждений по эксплуатации мелиоративно-водохозяйственных систем и федеральных государственных бюджетных научных учреждений, подведомственных Департаменту мелиорации;

– формирование научно-технической политики, разработка программы прикладных научных исследований и экспериментальных разработок, повышение качества и масштабов внедрения;

– актуализация нормативно-методической базы и нормативно-технических документов;

– подготовка научно-педагогических кадров высших квалификаций, переподготовка инженерных и руководящих кадров. [7, 8]

Отдельной подпрограммой, в составе Государственной программы развития мелиорации должна быть реализация потенциальных возможностей мелиоративного комплекса в Нечерноземной зоне РФ, на основе мониторинга технического уровня осушительных систем и разработки технических рекомендаций по развитию мелиорации.

Для орошаемых земель необходимы комплексная реконструкция оросительных систем на площади 1992,9 тыс. га, развитие химических мелиораций – 206,5 тыс. га; ремонтно-эксплуатационные мероприятия – 1735,1 тыс. га (капитальный ремонт оросительной и осушительной сети, культуртехнические работы, планировка полей, промывка и борьба с водной и ветровой эрозией почв, подтоплением, противопаводковые мероприятия).

Для осушаемых земель главное – комплексная реконструкция и капитальный ремонт осушительных систем на площади 1114,1 тыс. га, химическая мелиорация – 1672,3 тыс. га; культуртехническая мелиорация – 1194,10 тыс. га. [8]

Комплекс мелиоративных мероприятий включает:

– *агрохимические мелиорации* на площади 3,27 млн га, в том числе: зоне осушения – снижение кислотности почв земель сельскохозяйственного назначения – 1,67 млн га; зоне орошения – ликвидация засоления мелиорированных земель – 1,57 млн га.

– *агротехнические мелиорации:* культуртехнические работы – 1,77 млн га; в зоне осушения – 1,20 млн га, орошения – 0,57 млн га.

– *агролесомелиоративные и фитомелиоративные мелиорации:* создание защитных лесных насаждений на площади 759 тыс. га, в том числе полезащитных лесных полос (ветрорегулирующие) – 336 тыс. га; противоэрозионные овражно-балочные насаждения – 232 тыс. га; пастбищно-защитные фитомелиоративные насаждения – 191 тыс. га; противоэрозионные мероприятия и борьба с опустыниванием – 900 тыс. га.

Мероприятия по повышению водообеспеченности сельскохозяйственных угодий: для обводнения пастбищ строительство мелиоративно-водохозяй-

ственных систем на площади 1,50 млн га; реконструкция мелиоративно-водохозяйственных систем – 2,50 млн га.

Для развития производственной, научно-лабораторной и опытно-производственной базы ФГБНУ необходимы: реконструкция и капитальный ремонт; материально-техническое обеспечение; создание государственных центров по проведению проектно-исследовательских работ в регионах Российской Федерации.

В результате реализации комплекса мелиоративных мероприятий на орошаемых землях площадь введенных в сельскохозяйственный оборот составит: орошаемых земель – 796,50 тыс. га, которые при имеющейся структуре севооборотов на орошаемых землях могут обеспечить ежегодный прирост производства продукции, тыс. т: овощей 5500,00, зерновых культур (кукуруза на зерно) – 900,00, сои – 237,00, риса – 360,00.

На основе реализуемого комплекса агротехнических, агролесомелиоративных, агротехнических и агрохимических мелиораций может быть обеспечен ежегодный доход от реализации сельскохозяйственной продукции 267439,0 млн руб., в том числе на орошаемых землях – 133969,00; осушаемых – 133470,0 млн руб.

Решение проблемы восстановления и развития мелиоративно-водохозяйственных систем России возможно только на основе государственной поддержки, так как необходимо вложение бюджетных и внебюджетных инвестиций в развитие производительных сил мелиоративного комплекса и согласование широкого спектра правовых, производственных, инженерно-технических, социально-экономических, научно-методических и экологических вопросов. [7]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дубенок, Н.Н. Перспективы использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем и эффективности использования мелиорированных земель /Н.Н. Дубенок, Ю.Г. Янко, А.Ф. Петрушин, Р.В. Калинин //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16. – № 3. – С. 96–104.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»).
3. Иванов, А.Л. Приоритеты научного обеспечения мелиорации/А.Л. Иванов, Н.Н. Дубенок, И.П. Свинцов// Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 1. – С. 7–9.
4. Итоги реализации (2014–2017 годы) Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяй-

5. Информационный портал. Радуга-Информ. Сводный отчет «О паспортизации государственных мелиоративных систем и отнесенных к государственной собственности отдельно расположенных гидротехнических сооружений и учете мелиорированных земель за 2019 г.»/МСХ РФ. Департамент мелиорации. – М., 2019. – 93 с.
6. Ольгаренко, Г.В. Концепция государственной программы «Восстановление и развитие мелиоративного комплекса Российской Федерации на период 2020–2030 годов» /Г.В. Ольгаренко, С.М. Васильев, Г.Т. Балакай//Новочеркасск: РосНИИПМ, 2019. – 129 с.
7. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (с изменениями и дополнениями на 8 февраля 2019 года).

LIST OF SOURCES

1. Dubenok, N.N. Perspektivy ispol'zovaniya dannyh distancionnogo zondirovaniya v ocenke sostoyaniya meliorativnyh sistem i effektivnosti ispol'zovaniya meliorirovannyh zemel' /N.N. Dubenok, Yu.G. Yanko, A.F. Petrushin, R.V. Kalinichenko //Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2019. – Т. 16. – № 3. – С. 96–104.
2. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii (Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 30 yanvarya 2010 g. № 120 «Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii»).
3. Ivanov, A.L. Prioritety nauchnogo obespecheniya melioracii/A.L. Ivanov, N.N. Dubenok, I.P. Svincov// Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2011. – № 1. – С. 7–9.
4. Itogi realizacii (2014–2017 gody) Federal'noj celevoj pro-grammy «Razvitie melioracii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossii na 2014–2020 gody» – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. – 108 s.
5. Informacionnyj portal. Raduga-Inform. Svodnyj otchyot «O pas-portizacii gosudarstvennyh meliorativnyh sistem i otnesennyh k gosudarstvennoj sobstvennosti ot-del'no raspolozhennyh gidrotekhnicheskikh sooruzhenij i uchete meliorirovannyh zemel' za 2019 g.»/ MSKH RF. De-par-tament melioracii. – М., 2019. – 93 s.
6. Ol'garenko, G.V. Konceptiya gosudarstvennoj program-my «Vossta-novlenie i razvitie meliorativnogo kompl-eksa Rossijskoj Federacii na period 2020–2030 godov» / G.V. Ol'garenko, S.M. Vasil'ev, G.T. Balakaj//Novocher-kassk: RosNIIPM, 2019. – 129 s.
7. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 iyulya 2012 g. № 717 «O Gosudarstvennoj programme razvitiya sel'skogo hozya-jstva i regulirova-niya rynkov sel'skohozyajstvennoj produk-cii, syr'ya i prodovol'stviya» (s izmeneniyami i dopol-neniyami na 8 fevralya 2019 goda).

Э.К. Рахматуллин, доктор ветеринарных наук

О.Д. Складов, доктор ветеринарных наук

Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов
РФ, 123022, г. Москва, Звенигородское шоссе, 5

Ф.Г. Гизатуллина, доктор биологических наук

С.Г. Курин

Южно-Уральский государственный аграрный университет
РФ, 457100, Челябинская область, г. Троицк, ул. Гагарина, 13

E-mail: amil59@yandex.ru

УДК 577.1+619:615

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/60-63

СОСТОЯНИЕ ДЕТОКСИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПЕЧЕНИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ «СТАРТИН-ФИТО»

Энтеротоксикоз при диспепсии обусловлен токсинами микроорганизмов микробной ассоциации и биогенными аминами, образующимися в просвете кишечника, в результате нарушения не только полостного, но и пристеночного пищеварения. Поражение печени при воздействии различных токсикантов связано с метаболизмом и активностью цитохрома P450-показателя монооксигеназной системы. В последние десятилетия внимание ученых привлекает проблема лекарственных поражений печени. «Стартин-фито» — комбинированный препарат, направленный для снятия эндогенной интоксикации при лечении диспепсии молодняка сельскохозяйственных животных. Изучали влияние препарата на монооксигеназную и антиоксидантную функции печени, применяя методику Д.Г. Розина (1964). В ее основе лежит способность различных химических веществ влиять на продолжительность сна лабораторных грызунов (мыши, крысы), вызванного гексеналом, который, как известно, инактивируется в печени. Были сформированы пять групп самок крыс двухмесячного возраста. Животным опытных групп (15 гол.) вводили «Стартин-фито» перорально 1 раз в дозе 6,3 мл/кг. Для контрольной группы (6 гол.) применяли дистиллированную воду. Общее состояние животных характеризовали биохимические показатели крови: количество общего белка, мочевины, глюкозы, общего билирубина, креатинина и активность ферментов аспартат- и аланинаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы. Общий белок находили по биуретовой реакции; глюкозу — унифицированным глюкозооксидазным методом по окислению ортотолидина; концентрацию креатинина в сыворотке крови теллят — унифицированным способом по цветной реакции Яффе; мочевины — уреазным методом. Проведенные комплексные экспериментальные исследования показали, что препарат «Стартин-фито» при однократном введении крысам усиливает дезинтоксикационные процессы в печени, безопасен и не оказывает токсического действия.

Ключевые слова: телята, диспепсия, энтеротоксикоз, общий белок, мочевина, глюкоза, билирубин, ферменты аспартат- и аланинаминотрансфераза, лактатдегидрогеназа.

E.K. Rakhmatullin, *Grand PhD in Veterinary sciences*

O.D. Sklyarov, *Grand PhD in Veterinary sciences*

Federal State Budgetary Institution «The Russian State Center for animal feed and drug standardization and quality»

RF, 123022, g. Moskva, Zvenigorodskoe shosse, 5

F.G. Gizatullina, *Grand PhD in Biological sciences*

S.G. Kurin

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «South Ural State Agrarian University»

RF, 457100, Chelyabinskaya oblast', g. Troick, ul. Gagarina, 13

E-mail: amil59@yandex.ru

STATUS OF A LIVER DETOXING SYSTEM WHEN USING «STARTIN-PHYTO»

Enterotoxemia in dyspepsia is caused by the microorganisms toxins of microbial association and biogenic amines formed in the intestinal lumen, as a result of a violation of not only cavity, but also parietal digestion. Liver damage when exposed to various toxicants is associated with the metabolism and activity of cytochrome P450, an indicator of the monooxygenase system. In recent decades, the attention of scientists has been receiving the problem of medicinal liver damage. «Startin-phyto» is a combined preparation aimed to removing endogenous intoxication in the treatment of dyspepsia in farm animal young stock. The effect of the drug on monooxygenase and antitoxic liver functions was studied using D.G. Rosin method (1964). It is based on the ability of various chemicals to affect amounts sleep of laboratory rodents (mice, rats) caused by hexenal, which is known to be inactivated in the liver. Five groups of two-month-old female rats were assembled. The animals of the experimental groups (15 animals) have been injected with «Startin-phyto» orally one time at a dose of 6.3 ml/kg. Distilled water for the control group (6 animals) has been used. The general condition of animals was characterized by the biochemical parameters of the blood: the amount of total protein, urea, glucose, total bilirubin, creatinine and the activity of the enzymes aspartate and alanine aminotransferase, lactate dehydrogenase. Total protein was analyzed by biuret reaction; glucose — by the unified glucose oxidase method for orthotolidine oxidation; the creatinine concentration in the blood serum of calves — in according to the Jaffe color reaction unified method; urea — by the urease method. The carried out complex experimental studies have shown that the drug «Startin-phyto», when administered once to rats, enhances detoxification processes in the liver, is safe and does not have a toxic effect on the liver.

Key words: calves, dyspepsia, enterotoxemia, total protein, urea, glucose, bilirubin, aspartate and alanine aminotransferase enzymes, lactate dehydrogenase.

Диспепсию новорожденных телят по этиологии считают одним из самых сложных заболеваний. Энтеротоксикоз при этом обусловлен и токсинами микроорганизмов микробной ассоциации, и биогенными аминами, образующимися в большом количестве в просвете кишечника, в результате нарушения не только полостного, но и пристеночного пищеварения.

Поражение печени при воздействии различных токсикантов, в том числе лекарственных препаратов, связано с метаболизмом и активностью цитохрома P450 — показателя монооксигеназной системы.

Многие лекарственные вещества, попадая в организм на стадии биотрансформации, превращаются в активные формы и оказывают необходимый лечебный, эффект. Известны ксенобиотики, которые не детоксицируются, а токсифицируются с участием монооксигеназной системы и становятся реакционноспособными. [1]

«Старгин-фито» — комбинированный препарат, направленный на снятие эндогенной интоксикации при лечении диспепсии молодняка сельскохозяйственных животных. Внимание ученых привлекает проблема безопасности ветеринарных препаратов, с точки зрения риска развития лекарственных поражений печени.

Цель работы — изучить наличие гепатотоксического действия рекомендованных средств для лечения телят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

«Старгин-фито» — комбинированный препарат, представляющий собой порошкообразное вещество. Препарат массой 558 г расфасовывают в четыре полиэтиленовых пакета. «Старгин-фито» применяют новорожденным телятам в форме раствора для профилактики и лечения острых желудочно-кишечных болезней.

Изучали влияние препарата на монооксигеназную и антиоксидантную функцию печени, применяя методику Д.Г. Розина (1964). В ее основе лежит способность различных химических веществ влиять на продолжительность сна лабораторных грызунов (мыши, крысы), вызванного гексеналом, который, как известно, инактивируется в печени. Были сформированы пять групп самок крыс двухмесячного возраста. Животным опытных групп (15 гол.) вводили «Старгин-фито» перорально 1 раз в дозе 6,3 мл/кг. Для контрольной группы (6 гол.) применяли дистиллированную воду. Раствор гексенала готовили непосредственно перед употреблением и инъектировали белых крыс внутрибрюшинно в дозе 80 мг/кг массы тела через час, три, пять часов

и сутки после обработки препаратом. Продолжительность сна белых крыс фиксировали с момента принятия ими «бокового положения» до первых попыток изменить его. После гексеналового сна все экспериментальные крысы были подвергнуты эвтаназии и патоморфологическому исследованию. Для определения биохимических показателей отбирали пробы крови.

Шести крысам самцам вводили максимальную дозу «Старгин-фито» — 21400 мг/кг однократно внутрижелудочно. Через 14 дней проводили эвтаназию, изучали массу животных, массу и весовой коэффициент печени, биохимические показатели крови: количество общего белка, мочевины, глюкозы, общего билирубина, креатинина и активность ферментов аспартат- и аланинаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы. Общий белок находили по биуретовой реакции; глюкозу — унифицированным глюкозооксидазным методом по окислению ортолидина; концентрацию креатинина в сыворотке крови телят — унифицированным способом по цветной реакции Яффе; мочевины — уреазным методом. [3, 4]

Активность АлАТ и АсАТ определяли унифицированным динитрофенилгидразиновым способом Райтмана-Френкеля; содержание лактатдегидрогеназы в сыворотке крови — по реакции с 2,4-динитрофенилгидразином (метод Севела — Товарека).

Данные экспериментальных исследований обрабатывали методом вариационной статистики, используя прикладное программное обеспечение STATISTICA. В работе руководствовались рекомендациями для пользователей. [6] Статистическую значимость различий устанавливали по величине критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Организм новорожденного животного в ранний постнатальный период особенно подвержен влиянию неблагоприятных факторов внешней среды. Функциональная незрелость органов и систем может обуславливать возникновение неонатальной патологии, в том числе и развитие заболеваний печени. [5]

Однократное внутрижелудочное введение крысам «Старгин-фито» в дозе 6,3 мл/кг не вызывало у животных токсических явлений. Установлено достоверное снижение продолжительности гексеналового сна через пять часов после введения препарата (табл. 1). Затем животные всех групп были подвергнуты эвтаназии. У них изучены масса и весовой коэффициент печени, биохимические показатели крови.

Установлено достоверное повышение массы и весового коэффициента печени через час и пять часов

Таблица 1.

Показатели подопытных животных после энтерального введения «Старгин-фито» в дозе 6,3 мл/кг

Показатель	Контроль	Введение препарата через			
		час	три часа	пять часов	сутки
Длительность сна, мин.	23,7±2,85	22,3±6,36	27,7±0,88	12,3±1,2*	17,0±0,58
Масса печени, г	5,81±0,51	7,93±0,33*	7,85±0,94	9,49±0,37*	7,0±0,66*
Весовой коэффициент печени	33,5±1,37	38,7±1,32*	37,1±6,38	38,9±1,62*	33,8±1,59

* — P<0,05 (то же в табл. 2, 3).

Таблица 2.

Биохимические показатели крови крыс после энтерального введения «Стартин-фито» в дозе 6,3 мл/кг

Показатель	Контроль	Ведение препарата через			
		час	три часа	пять часов	сутки
Общий белок, г/л	77,7±2,4	67,5±2,43*	72,9±1,93	69,1±2,42	72±0,5
Глюкоза, ммоль/л	4,03±0,42	3,77±0,12	3,67±0,38	4,4±0,15	5,1±0,8
Билирубин, мкмоль/л	1,76±0,26	2±0,1	1,33±0,68	1,47±0,09	1,8±0,27
Мочевина, ммоль/л	3,81±0,29	2,95±0,45	3,86±0,84	3,11±0,49	3,37±0,19
Креатинин, мкмоль/л	64±3,85	55,3±2,03	61,3±4,1	60,7±0,67	63,7±3,38
АлАТ, Е/л	100,3±9,1	109,3±12,3	118,7±4,37	120,3±8,95	104±2,89
АсАТ, Е/л	309,3±18,1	350±15,5	338,3±24,7	362,7±53,7	460,7±172
ЛДГ, Е/л	3111±154,4	3052±400,1	3663±534	2837,7±662	2468,7±199*

после введения «Стартин-фито», что свидетельствует об усилении дезинтоксикационных процессов. Препарат обладает выраженной ферментиндуцирующей активностью в отношении монооксигенозной системы печени: сокращает длительность гексеналового сна. Происходит индукция монооксигеназной системы печени, осуществляющей метаболизм гексенала и других ксенобиотиков, поступающих и образующихся в организме.

В мембранах эндоплазматического ретикулума катализируются монооксигеназная система. Первая стадия в системе выведения из организма гидрофобных молекул – реакции окисления, восстановления или гидролиза. Они превращают вещества в полярные водорастворимые метаболиты. В дальнейшем продукты метаболизма чужеродных веществ подвергаются конъюгации, катализируемой глутатион-S-трансферазой, сульфотрансферазой и UDP-глюкуронилтрансферазой. Конъюгацию с глутатионом принято рассматривать в качестве основного механизма детоксикации. [2]

Монооксигеназная система цитохрома P450 участвует в окислении многочисленных соединений как эндогенных, так и экзогенных. Ферменты этой группы играют важную роль в обмене стероидов, желчных кислот, ненасыщенных жирных кислот, фенольных метаболитов, а также в нейтрализации лекарств и ядов. [1, 7] У экспериментальных животных достоверно снижается количество общего белка через час и уменьшается активность ЛДГ через сутки после введения препарата (табл. 2). При изучении количества общего белка, глюкозы, билирубина, мочевины, креатинина, активности ферментов АлАТ и ЛДГ через три и пять часов достоверной разницы между показателями опытной и контрольной групп не обнаружено. Метаболизм «Стартин-фито», в первую очередь, в печени снижает белковый обмен через час после введения, через три часа уменьшается содержание глюкозы, билирубина (углеводный обмен), повышается активность ЛДГ. Снижение количества глюкозы, по всей вероятности, связано с повышением активности гликолитического фермента ЛДГ. Через пять часов уменьшается содержание мочевины и повышается активность АлАТ, что свидетельствует о снижении азотистого обмена, которое длится в течение суток эксперимента, в конце опыта достоверно уменьшается активность ЛДГ.

В результате экспериментальных исследований установлено, что препарат «Стартин-фито» при од-

нократном введении крысам усиливает дезинтоксикационные процессы в печени. Через пять часов после введения снижается продолжительность сна опытных крыс, увеличивается масса печени и весовой коэффициент печени, следовательно, усиливаются дезинтоксикационные процессы. Снижается количество общего белка через час и уменьшается активность ЛДГ через сутки. В содержании общего белка, глюкозы, билирубина, мочевины, креатинина, активности ферментов АлАТ и ЛДГ через три и пять часов после введения «Стартин-фито» достоверной разницы между группами не обнаружено. При метаболизме «Стартин-фито» в печени снижается белковый обмен (через час после введения), через три часа уменьшается количество глюкозы, билирубина, то есть снижается углеводный обмен и повышается активность ЛДГ. Снижение глюкозы, по всей вероятности, связано с повышением активности гликолитического фермента ЛДГ. Через пять часов уменьшаются показатели мочевины и повышается активность АлАТ, что свидетельствует о снижении азотистого обмена, которое длится в течение суток эксперимента.

Однократное внутрижелудочное введение крысам «Стартин-фито» в дозе 21400 мг/кг не вызывало у животных токсических явлений.

У экспериментальных животных через 14 дней после введения препарата достоверно повышаются масса печени и активность АлАТ соответственно на 31,4 %, 75,2 % (табл. 3). Отмечено недостоверное повышение массы животных на 31,4 %, весового коэффициента – 29,2 %, содержания общего белка –

Таблица 3. Биохимические показатели крови крыс через 14 суток после энтерального введения «Стартин-фито» в дозе 21400 мг/кг

Показатель	Контроль	«Стартин-фито»
Масса крыс	138,4±8,9	145,8±9,3
Печень, г	5,6±0,26	7,36±0,63*
Весовой коэффициент печени	40,7±1,22	52,6±6,21
Общий белок, г/л	55,1±2,27	57,14±0,98
Глюкоза, ммоль/л	4,06±0,38	3,98±0,31
Билирубин, мкмоль/л	2,56±0,18	2,22±0,07
Мочевина, ммоль/л	1,77±0,27	1,56±0,25
Креатинин, мкмоль/л	37±2,43	38,2±0,86
АлАТ, Е/л	63,8±3,07	111,8±20,4*
АсАТ, Е/л	283,8±38,3	293,4±34,9

3,7 %, активности АсАТ – 3,4 %, количества креатинина – 3,2 %. Выявлено недостоверное снижение показателей билирубина, мочевины и глюкозы соответственно на 13,3, 11,9 и 1,97 %. Разницы между группами не обнаружено.

При макроскопическом исследовании влияние препарата на структуру и состояние печени не установлено.

Таким образом, через две недели после введения «Стартин-фито» животные, пережившие интоксикацию, не отличались по этим показателям от контрольных.

Экспериментальные исследования показали, что препарат «Стартин-фито» при введении крысам не оказывает токсического действия на печень, максимально возможные дозы не приводят к гибели животных, не вызывают макроскопических изменений печени животных, ее отек, что подтверждается массовыми коэффициентами.

Необходимо отметить, что, несмотря на доминирующую роль печени в метаболизме «Стартин-фито», другие органы также принимают участие в этом процессе. Легкие и почки содержат ферменты фаз метаболизма. Особенно велика роль почек, имеющих специфическую систему захвата и катаболизма продуктов конъюгации, образующихся в печени. [2] Активность других органов, таких как кишечник, селезенка, мышечная ткань, мозг – значительно ниже.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 470 с.
2. Куценко, С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко. – СПб.: Наука, 2002. – С. 147–396.
3. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / В.В. Меньшиков, Л.Н. Делекторская, Р.П. Золотницкая и др.; под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – С. 174–275.
4. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / И.П. Кондрахин, А.В. Ар-

- хипов, В.И. Левченко и др.; под ред. проф. И.П. Кондрахина – М.: КолосС, – 2004. – 88 с.
5. Роменский, Р.В. Гепатопатии телят в возникновении вторичных иммунодепрессивных состояний / Р.В. Роменский, П.И. Бреславец, А.В. Хмыров, Н.В. Роменская // Практик. – 2004. – № 9–10. – С. 30–35.
6. Солнцева, О.В. Анализ статистических данных в пакете STATISTICA / О.В. Солнцева, А.В. Севастьянов // Практическое руководство для пользователей. – Ульяновск: ГСХА, 2004. – 43 с.
7. Ortiz de Montellano, Paul R. Cytochrome P450: structure, mechanism, and biochemistry / Ortiz de Montellano, Paul R // 3rd edition. – New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005. – ISBN 0-306-48324-6.

LIST OF SOURCES

1. Kol'man, Ya. Naglyadnaya biohimiya / Ya. Kol'man, K.-G. Rem. – M.: Mir, 2000. – 470 s.
2. Kucenko, S.A. Osnovy toksikologii / S.A. Kucenko. – SPb.: Nauka, 2002. – S. 147–396.
3. Laboratornye metody issledovaniya v klinike: Spravochnik / V.V. Men'shikov, L.N. Delektorskaya, R.P. Zolotnickaya i dr.; pod red. V.V. Men'shikova. – M.: Medicina, 1987. – S. 174–275.
4. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki: Spravochnik / I.P. Kondrahin, A.V. Arhipov, V.I. Levchenko i dr; pod red. prof. I.P. Kondrahina – M.: KolosS, – 2004. – 88 s.
5. Romenskij, R.V. Gepatopatii telyat v vzniknovenii vtorichnyh immunodepressivnyh sostoyanij / R.V. Romenskij, P.I. Breslavec, A.V. Hmyrov, N.V. Romenskaya // Praktik. – 2004. – № 9–10. – S. 30–35.
6. Solnceva, O.V. Analiz statisticheskikh dannyh v pakete STATISTICA / O.V. Solnceva, A.V. Sevast'yanov // Prakticheskoe rukovodstvo dlya pol'zovatelej. – Ul'yanovsk: GSKHA, 2004. – 43 s.
7. Ortiz de Montellano, Paul R. Cytochrome P450: structure, mechanism, and biochemistry / Ortiz de Montellano, Paul R // 3rd edition. – New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005. – ISBN 0-306-48324-6.

О.А. Фёдорова, кандидат биологических наук
 Е.И. Сивкова, кандидат биологических наук
 М.И. Серкова, младший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии –
 филиал ФГБНУ ФИЦ Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН
 РФ, 625041, г. Тюмень, ул. Институтская, 2
 E-mail: fiodorova-olia@mail.ru

УДК 619:576.895.771

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/64-66

ДИНАМИКА СУТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КРОВОСОСУЩИХ МОШЕК НА ЮГЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ*

Исследования проведены в июне-июле 2005–2015 годов по суточному ритму активности кровососущих мошек (Diptera Simuliidae) в природно-климатических подзонах юга Тюменской области. Учеты лёта осуществляли на открытой местности и в лесу. Собирали мошек энтомологическим сачком со съёмными мешочками через каждые два часа. В это же время регистрировали температуру, относительную влажность воздуха, скорость ветра и осадки. Определяли вид имаго кровососущего по идентификационным таблицам (название приведено в соответствие современным спискам). Численность кровососущих мошек на юге Тюменской области высока в утренние и вечерние часы, максимальное количество и пик видового разнообразия – в 7:00, и с 15:00 до 17:00. Активность мошек зависит от биологических особенностей того или иного вида. Наиболее светолюбивый вид – *Byssodon maculatus*, встречается днём, а представители видов *Sim. sp.* и *Sch. pusilla* в утреннее и вечернее время. За сутки зарегистрировано нападение шести видов кровососущих мошек семейства Simuliidae, принадлежащих к следующим родам: *Byssodon*, *Schoenbaueria*, *Boopthora*, *Odagmia*, *Agentisimulium*, *Simulium*. Интервал температур представлен четырьмя группами: 1. 10–30°C – *B. maculatus*, *Sch. Pusilla*; 2. 10–25° – *B. erythrocephala*, *O. ornata*; 3. 16–30° – *Sch. nigra*, *Sim. longipalpe* и *Sim. Rostratum*; 4. 16–20°C – *Arg. noelleri*. Изучение распространения мошек актуально, так как они – переносчики инфекционных и инвазионных болезней животных и человека.

Ключевые слова: мошки, видовое разнообразие, суточный ритм активности, температура воздуха.

O.A. Fedorova, PhD in Biological sciences
 E.I. Sivkova, PhD in Biological sciences
 M.I. Serkova, Junior researcher

All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – Branch of Federal State Institution
 Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
 RF, 625041, g. Tyumen, ul. Institutskaya, 2
 E-mail: fiodorova-olia@mail.ru

TRENDS IN THE DAILY ACTIVITY OF DIFFERENT TYPES OF BLOOD-SUCKING MIDGE IN THE SOUTH OF TYUMEN REGION

The studies were carried out in June-July 2005–2015 on the daily activity of blood-sucking midges (Diptera Simuliidae) in the climatic subzones of the south of the Tyumen region. Flights recording was registered in open terrain and in the forest. The midges were collected with an entomological net with removable bags every two hours. At the same time, temperature, relative air humidity, wind speed and precipitation were recorded. The species of the imago bloodsucking was determined according to identification tables (the name has been brought in line with modern lists). The number of bloodsucking midges in the south of the Tyumen region is high in the morning and evening hours, the maximum amount and peak of species diversity are at 7:00 a.m. and from 3:00 to 5:00 p.m. The midges activity depends on the biological characteristics of a particular species. The most photophilous species is *Bys. maculatus*, it occurs during the day, while *Sim. sp.* and *Sch. pusilla* in the morning and evening time. During a day of an attack of six species of bloodsucking midges of the Simuliidae family belonging to the following species was recorded: *Byssodon*, *Schoenbaueria*, *Boopthora*, *Odagmia*, *Agentisimulium*, *Simulium*. The temperature range is represented by four groups: 1. 10–30C – *B. maculatus*, *Sch. Pusilla*; 2. 10–25C – *B. erythrocephala*, *O. ornata*; 3. 16–30C – *Sch. nigra*, *Sim. longipalpe* and *Sim. Rostratum*; 4. 16–20C – *Arg. noelleri*. The study of the midges spreading is relevant since they are carriers of a number of animals and humans infectious and invasive diseases.

Key words: Blood-sucking midges, species diversity, daily activity rhythm, air temperature.

Известно, что мошки – переносчики инфекционных и ивазионных болезней. Согласно литературным данным, динамика суточной активности мошек зависит от тесно связанных между собой метеорологических параметров (интенсивность света, температура, влажность). [6] Авторы подчеркивают,

что активность мошек положительно коррелирует с относительной влажностью и осадками. Если температурные показатели находятся выше или ниже определенных пределов, численность активных мошек сокращается. Скорость ветра – лимитирующий фактор. При его увеличении до 2,5 м/с численность

* Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России «Мониторинг эпизоотической ситуации и прогнозы развития возможных вспышек паразитарных болезней животных» / The investigations were carried out within the framework of the State Assignment of the Ministry of Education and Science of Russia «Monitoring of the epizootic situation and forecasts of the development of possible outbreaks of parasitic animal diseases».

мошек резко сокращается. В дневное время активность кровососущих мошек угнетается высокой температурой и яркой освещенностью. [1, 2, 8]

Динамика суточной активности кровососущих мошек в различных ландшафтно-географических зонах Тюменской области не была достаточно изучена. В природно-климатических зонах формируются различные метеорологические факторы и суточные ритмы активности мошек в них отличаются.

Цель работы – изучить особенности суточной активности разных видов кровососущих мошек на юге Тюменской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в июне-июле 2005–2015 годов на юге Тюменской области в трех природно-климатических зонах (подзонах): южная тайга (Нижнетавдинский район), березово-осиновые (Ялуторовский район), лесостепь (Исетский район). Численность мошек учитывали с помощью энтомологического сачка со съемными мешочками в пяти повторностях по два раза. Интервал между учетами – два часа. Одновременно фиксировали метеорологические условия (температура, освещенность, относительная влажность воздуха и скорость ветра).

Для подтверждения видового состава мошек использовали определительные таблицы. [5]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что период активности мошек ограничен светлым временем суток с 5:00 до 23:00 ч. Отмечено два подъема численности – утром (с 5:00 до 7:00 или с 7:00 до 9:00) и вечером (с 21:00 до 23:00 или с 19:00 до 21:00). Днем численность значительно уменьшается из-за высокой температуры (25...30°C), освещенности (более 50 тыс. лк.) и низкой относительной влажности воздуха (33...35 %). Осадки и ветер (при скорости 2,5 м/с и более) ограничивают активность мошек.

В утренние и вечерние часы пик активности мошек на открытом месте выше, чем в лесу, а днем, в большинстве случаев, наоборот. Так, в 2005 году при 30°C днем в лесу отлавливали мошек в 2,6 раза больше, чем на открытом месте.

Интервал температур, в пределах которого возможна активность, различен для разных видов мошек: 1. 10–30°C – *B. maculatus*, *Sch. Pusilla*; 2. 10–25°C – *B. erythrocephala*, *O. ornata*; 3. 16–30°C – *Sch. nigra*, *Sim. longipalpe* и *Sim. Rostratum*; 4. 16–20°C – *Arg. noelleri*. Видовое разнообразие на открытой местности и под пологом леса одинаково. Утром

и вечером наиболее высокая активность мошек наблюдается на открытой местности. Массовый вид в обеих станциях – *Byssodon maculatus*.

В подзоне мелколиственных осиново-березовых лесов был зарегистрирован лёт пяти видов кровососущих мошек: *Byssodon maculatus*, *Schoenbaueria pussila*, *Odagmia ornata*, *Simulium longipalpe*, *Simulium sp.* (табл. 1). В дневное время доминировал – *B. maculatus*. Численность *Sch.pussila* и *Simulium* утром и вечером повышалась. Видовое разнообразие регистрировали в 7:00 и с 15:00 до 17:00 ч.

Лёт фиксировали в светлое время суток с 6:00 до 23:00. На протяжении дня происходили колебания численности, которые зависели от уровня освещенности. Так, 24 июня уменьшение освещенности с 57000 (11:00) до 58000 люкс (15:00) при сплошной облачности вызвало увеличение численности мошек в лесу с 3,7 до 22,9 и на открытой местности – с 0,5 до 21,1 особи на учет. Увеличение лёта отмечали в 21:00 при освещенности 650 люкс и температуре 18,1°C, и в 5:00 (490 люкс, 15°C). В пик активности утром и вечером численность мошек была выше на открытой местности, чем в лесу. При этом, в дневное время численность особей под пологом леса и на открытой местности была практически одинаковой – соответственно 7,89±2,56 и 6,29±2,58 особей на учет (различие недостоверно). В лесостепи пик активности мошек наблюдается в 21:00 и 5:00 ч, при этом вечерний максимум численности выше утреннего, что обусловлено погодными условиями. Лёт мошек фиксировали при температуре 11,5...22°C, относительной влажности воздуха – 55...95 % и освещенности 25000...57000 люкс.

Активный лёт наблюдали у четырех видов: *B. maculatus*, *Boop. erythrocephala*, *Sch. pusilla*, *Od. Ornate* (табл. 2). Пик видового разнообразия фиксировали в 7:00, и с 15:00 до 17:00 ч. На протяжении всего светового дня встречали два наиболее многочисленных вида. Пик численности *B. maculates* в 13:00 перед дождем и в 21:00, а *Sch. pusilla* – в 15:00 после. Лёт *Boop. Erythrocephala* в течение дня был неравномерным с пиком активности в 15:00 после дождя.

Выводы. Анализ проведенных суточных учетов в 2005–2015 годах показал, что активность мошек зависит от времени их лёта и метеорологических условий. Кровососущие мошки – дневные насекомые, летают с 5:00 до 23:00. В суточной активности два подъема численности: утром (с 5:00 до 7-9:00) и вечером (с 19:00 до 23:00), днем снижается. Характер суточной активности – утренне-вечерний. [3, 4]

Температура воздуха в ходе исследований составляла 11...30°C, относительная влажность воз-

Таблица 1.

Суточная активность мошек в подзоне мелколиственных осиново – березовых лесов

Вид	Количество отловленных особей по времени, ч											
	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	23:00	1:00	3:00	5:00
<i>Byssodon maculatus</i>	689	444	410	344	440	445	600	549	222	6	–	150
<i>Schoenbaueria pusilla</i>	344	44	16	5	41	166	7	195	205	–	6	96
<i>Odagmia ornata</i>	27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Simulium longipalpe</i>	–	–	–	–	13	–	–	–	35	–	–	–
<i>Simulium reptans</i>	291	28	7	–	13	–	–	124	51	–	–	–

Таблица 2.

Суточная активность разных видов мошек в лесостепной зоне

Вид	Количество отловленных особей по времени, ч											
	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	23:00	1:00	3:00	5:00
<i>Byssodon maculatus</i>	15	78	35	166	58	82	95	255	29	6	2	132
<i>Boophthora erythrocephala</i>	10	–	1	–	126	34	–	–	–	–	2	–
<i>Schoenbaueria pusilla</i>	12	20	2	–	235	36	20	34	–	–	2	7
<i>Odagmia ornata</i>	12	–	–	2	4	3	–	–	–	–	–	–

духа – 30...100 %, скорость ветра – 2,5 м/с. Метеорологические факторы тесно взаимодействуют друг с другом и влияют на активность мошек комплексно. [7]

Активность мошек зависит от биологических особенностей того или иного вида. Наиболее светолюбивый вид – *Bys. maculatus*, встречается днем, а представители видов *Sim. sp.* и *Sch. pusilla* в утреннее и вечернее время.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пироговский, М.И. Экология и особенности биологии мошек Simuliidae дельты Волги /М.И. Пироговский, С.Н. Кушникова// Естественные науки, – 2009. – № 2. – Т. 28. – С. 18–24.
2. Фёдорова, О.А. Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) южной тайги Тюменской области / О.А. Фёдорова А.А. Гавричкин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 2. – Т. 190. – С. 94–97.
3. Фёдорова, О.А. Приуроченность кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) к различным биотопам /О.А. Фёдорова, Р.П. Павлова// Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. – № 6. – С. 76–80.
4. Чернышев, В.Б. Экология насекомых / В.Б. Чернышев. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.
5. Янковский, А.В. Определитель мошек (Diptera, Simuliidae) России и сопредельных территорий (бывшего СССР) /А.В. Янковский. – С-Пб: Зоологический ин-т Рос. акад. наук, 2002. – 570 с.
6. Fall, M. Cardian activity of Culicoides oxystoma (Diptera: Ceratopogonidae), potential vector of bluetongue and African horse sickness viruses in the Niayes area Senegal / M. Fall, As.G. Fall, T. Momar // Parasitology research. – 2015. – Т. 114. – P. 3151–3158.
7. Fredeen, F.J.H. Meteorological factors influencing host-seeking activity of female Simulium luggeri (Diptera: Simuliidae) / F.J.H. Fredeen, P.G. Mason // Journal of medical entomology. – 1991 – № 6. – Т. 28. – P. 831–840.
8. Grillet, M.E. Diurnal biting periodicity of parous Simulium (Diptera: Simuliidae) vectors in the onchocerciasis Amazonian focus / M.E. Grillet, N.J. Villamizar, J. Cortez et al.// Acta Tropica. – 2005. – № 2. – Т. 94. – P. 139–158.

9. Oforika, L.C. Population Fluctuations and Effect of Climatic Factors on the Relative Abundance of Simulium damnosum Complex (Diptera: Simuliidae) / L.C. Oforika, M.A. Adeleke, J.C. Anikwe, W.A. Makanjuola // Environmental Entomology. – 2019.

LIST OF SOURCES

1. Pirogovskij, M.I. Ekologiya i osobennosti biologii moshek Simuliidae del'ty Volgi /M.I. Pirogovskij, S.N. Kushnikova// Estestvennye nauki. – 2009. – № 2. – Т. 28. – S. 18–24.
2. Fedorova, O.A. Krovososushchie moshki (Diptera, Simuliidae) yuzhnoj tajgi Tyumenskoj oblasti / O.A. Fedorova A.A. Gavrichkin // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2016. – № 2. – Т. 190. – S. 94–97.
3. Fedorova, O.A. Priurochennost' krovososushchih moshek (Diptera, Simuliidae) k razlichnym biotopam /O.A. Fedorova, R.P. Pavlova// Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – № 6. – S. 76–80.
4. Chernyshev, V.B. Ekologiya nasekomyh / V.B. Chernyshev. – M.: Izd-vo MGU. – 1996. – 304 s.
5. Yankovskij, A.V. Opredelitel' moshek (Diptera, Simuliidae) Rossii i sopredel'nyh territorij (byvshego SSSR) / A.V. Yankovskij. – S-Pb: Zoologicheskij in-t Ros. akad. nauk, 2002. – 570 s.
6. Fall, M. Cardian activity of Culicoides oxystoma (Diptera: Ceratopogonidae), potential vector of bluetongue and African horse sickness viruses in the Niayes area Senegal / M. Fall, As.G. Fall, T. Momar // Parasitology research. – 2015. – Т. 114. – P. 3151–3158.
7. Fredeen, F.J.H. Meteorological factors influencing host-seeking activity of female Simulium luggeri (Diptera: Simuliidae) / F.J.H. Fredeen, P.G. Mason // Journal of medical entomology. – 1991 – № 6. – Т. 28. – P. 831–840.
8. Grillet, M.E. Diurnal biting periodicity of parous Simulium (Diptera: Simuliidae) vectors in the onchocerciasis Amazonian focus / M.E. Grillet, N.J. Villamizar, J. Cortez et al.// Acta Tropica. – 2005. – № 2. – Т. 94. – P. 139–158.
9. Oforika, L.C. Population Fluctuations and Effect of Climatic Factors on the Relative Abundance of Simulium damnosum Complex (Diptera: Simuliidae) / L.C. Oforika, M.A. Adeleke, J.C. Anikwe, W.A. Makanjuola // Environmental Entomology. – 2019.

Д.Н. Раднаев, доктор технических наук

Октябрьский филиал Арктического государственного агротехнологического университета
РФ, 678011, Республика Саха (Якутия), Якутск, г. Октёмцы, пер. Моисеева, 16
Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова
РФ, 670010, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8

С.В. Петунов, кандидат технических наук

Д-Ц. Б. Бадмацыренов, старший преподаватель

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова
РФ, 670010, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
E-mail: daba01@mail.ru

УДК 631.333.001

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/67-70

АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОСЕВА И РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЯЛКИ ЗЕРНОВОЙ СТЕРНЕВОЙ

В работе приведены результаты исследований агротехнических показателей рядового посева зерновых культур после модернизации рабочих органов сеялки-культиватора СЗС-2,1. Стерневая сеялка-культиватор применяется в засушливых районах Республики Бурятия, почвы которых подвержены ветровой эрозии. Культиватор СЗС-2,1 обеспечивает совмещение операций предпосевной культивации, посева зерновых культур, внесения минеральных удобрений в засеваемые рядки и их прикатывания на стерневых фонах, то есть на полях, обработанных с осени плоскорезными орудиями или вообще не обрабатывавшихся. Применение этих сеялок – основной прием посева яровой пшеницы с междурядьями 23 см рядовым способом в системе почвозащитного земледелия. Рядовой способ посева на почвах легкого механического состава, подверженных ветровой эрозии, вызывает загущение растений в рядке, что приводит к нерациональному использованию растениями площади питания, повышенной засоренности посевов между рядками и, в конечном итоге, к снижению урожайности. Разработано распределительное устройство для лапового сошника, где семена поступают на распределительное устройство, затем, отражаясь от него, равномерно рассеиваются в подлаповом пространстве сошника. Также вместо серийных клиновидных прикатывающих катков на сеялку установлены кольчато-шпоровые катки типа ЗККШ-6. Сплошное прикатывание обеспечивает необходимый контакт семян с почвой, сохранение почвенной влаги и способствует притягиванию ее из нижних слоев. Таким образом, модернизация сеялки СЗС-2,1 позволила обосновать подпочвенно-разбросной полосовой посев со сплошным прикатыванием, при этом урожайность зерновых культур повышается на 10–15 %.

Ключевые слова: Республика Бурятия, стерневая зерновая сеялка, подпочвенно-разбросной посев, сплошное прикатывание, эффективность.

D.N. Radnaev, Grand PhD in Engineering sciences

Oktem branch of the Arctic State Agrotechnological University
RF, 678011, Respublika Saha (Yakutiya), Yakutsk, g. Oktemcy, per. Moiseeva, 16
Philippov V.R. the Buryat State Academy of Agriculture
RF, 670010, Respublika Buryatiya, g. Ulan-Ude, ul. Pushkina, 8

S.V. Petunov, PhD in Engineering sciences

D-Ts. B. Badmatsyrenov, senior lecturer

Philippov V.R. the Buryat State Academy of Agriculture
RF, 670010, Respublika Buryatiya, g. Ulan-Ude, ul. Pushkina, 8
E-mail: daba01@mail.ru

AGROTECNICAL SUBSTANTIATION OF THE SOWING METHOD AND WORKING BODIES OF THE GRAIN STUBBLE SEEDER

The paper presents the results of studies of grain crops row sowing method agrotechnical indicators after the modernization of the working bodies of the SZS-2.1 seeder-cultivator. The SZS-2,1 stubble cultivator seeder has found wide application in the arid regions of the Republic of Buryatia, whose soils are prone to wind erosion. This seeder provides a combination of pre-sowing cultivation, sowing grain crops, applying mineral fertilizers to the sown rows and rolling them on stubble backgrounds, that is, in fields that have been processed since autumn with flat-cutting tools or have not been cultivated at all. Sowing with these seeders with 23 cm row spacing in a row method is the main method of sowing spring wheat in the soil conservation agriculture system. Routine sowing on soils of light texture, subject to wind erosion, causes thickening of plants in a row, which leads to irrational use of the feeding area by plants, increased weediness of crops between rows and, ultimately, to a decrease in yield. A distributor for the coulter has been developed, where the seeds are fed to the distributor. Then, reflecting from the distributor, the seeds are evenly dispersed in the opener under the plow space. Also, instead of serial wedge-shaped packer rollers, ring-spur rollers of the 3KSH-6 type are installed on the seeder. In addition, continuous rolling provides the necessary contact of seeds with the soil, preserves soil moisture and helps to attract it from the lower layers. Thus, the modernization of the SZS-2.1 seeder made it possible to substantiate subsurface-spread strip sowing with continuous rolling, which ultimately led to an increase in grain yield by 10–15 %.

Key words: Republic of Buryatia, stubble grain seeder, subsoil-spread sowing, continuous rolling, efficiency.

Ускоренное и устойчивое наращивание производства зерна, повсеместное повышение урожайности зерновых культур – приоритетное направление развития сельскохозяйственного производства. Мощный резерв в выполнении этой задачи – внедрение в практику почвозащитной технологии, которая базируется на специальных машинах. [1, 8] Стерневую сеялку-культиватор СЗС-2,1 широко применяют в засушливых районах Республики Бурятия, почвы которых подвержены ветровой эрозии. Она обеспечивает совмещение предпосевной культивации и рядового посева зерновых культур, внесения минеральных удобрений и их прикатывания на стерневых фонах, то есть на полях, обработанных с осени плоскорезными орудиями или вообще не обрабатывавшихся. Посев этими сеялками с междурядьями 23 см – основной способ посева яровой пшеницы в системе почвозащитного земледелия. [2– 5] Рядовой способ посева на почвах легкого механического состава, подверженных ветровой эрозии, вызывает загущение растений в рядке, что приводит к нерациональному использованию растениями площади питания, повышенной засоренности посевов и, в конечном итоге, к снижению урожайности. Кроме того, большая ширина междурядий обуславливает проваливание части валков скошенной пшеницы, особенно при полосном размещении сельскохозяйственных культур, что влечет за собой потери при уборке, на полях с низкорослым хлебоустоем.

Цель работы – улучшение качественных показателей посева путем совершенствования конструкции рабочих органов стерневой сеялки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На кафедре «Механизации сельскохозяйственных процессов» ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова» проведены лабораторно-полевые исследования по агротехническому обоснованию способа посева зерновых культур и глубины заделки семян после совершенствования рабочих органов стерневой сеялки-культиватора СЗС-2,1 на почвах легкого механического состава в почвенно-климатических условиях зоны. Работу проводили на опытных полях учебного заведения. Рельеф однородный, равнинно-волнистый; почвы – каштановые и супесчаные. [7] Изучали влияние глубины заделки семян на урожайность. Перед посевом почву обрабатывали орудиями с плоскорезными рабочими органами на глубину 10...12 см в соответствии со схемой опыта.

Разработано и изготовлено распределительное устройство для лапового сошника сеялки СЗС-2,1, которое находится в подсошниковом пространстве (рис. 1). Семена по семяпроводу поступают в сошник на распределительное устройство. Затем, отражаясь от распределителя, семена равномерно рассеиваются в подлаповом пространстве сошника, что определило подпочвенно-разбросный полосовой посев.

Возникает необходимость технического устройства, которое бы было предназначено для сплошного прикатывания посевов. Наиболее близкой по назначению, а также не требующей значительных

материальных затрат оказалась конструкция кольчато-шпорового катка, применяемого на полях республики. В связи с этим, сеялку СЗС-2,1 можно переоборудовать на кольчато-шпоровые катки типа ЗККШ-6 (рис. 2).

Программа исследований предусматривала агротехническую оценку разбросного и рядкового способов посева яровой пшеницы сорта *Бурятская – 79*, районированного в засушливых районах республики. Ширина междурядий – 23 см, глубина заделки семян пшеницы – 5; 7; 9; 11 см. Агротехническую оценку работы макетов, включая выбор поля и его характеристику, определение неравномерности высева, относительной полевой всхожести и глубины заделки семян, выполняли в соответствии с общепринятой методикой. [6] В период вегетации вели фенологические наблюдения и учет всходов на площадках двух несмежных повторностей; после появления всходов и перед уборкой оценивали густоту посевов. При учете урожайности во время уборки в каждом варианте отбирали пробы зерна массой 2 кг для определения чистоты и влажности. Урожайность пересчитывали на 100 %-ю чистоту и стандартную влажность.

Перед полевыми опытами устанавливали одинаковую норму высева семян из расчета 5,5 млн всхожих семян на 1 га, неравномерность высева принимали не более 3 %. Заданная глубина заделки

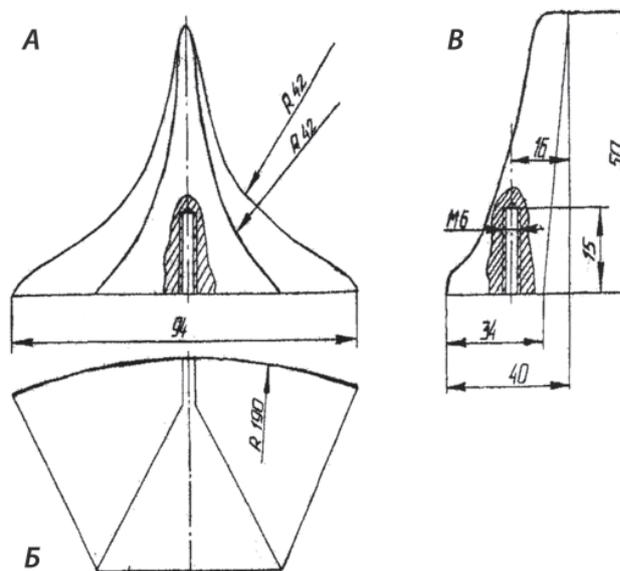


Рис. 1. Распределительное устройство А, Б, В: виды спереди; сверху, сбоку соответственно.

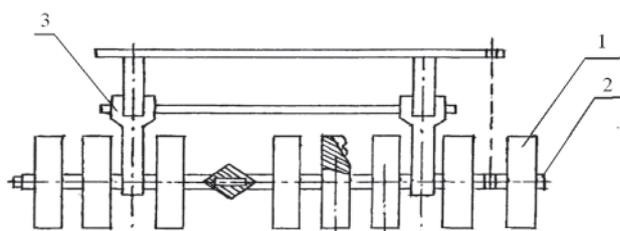


Рис. 2. Модернизированный кольчато-шпоровый каток к сеялке СЗС-2,1:

1 – кольчато-шпоровый каток, 2 – вал, 3 – прицепное устройство.

Таблица 1.
Влияние глубины заделки семян (см) пшеницы Бурятская-79 на полевую всхожесть

Заданная	Фактическая	Высеяно семян, шт/м ²	Всходы, шт/м ²	Полевая всхожесть, %
Прикатывание клиновидными катками				
5	5±1,3	250	172	68,8
7	7±1,3	250	176	70,4
9	9±1,2	250	152	60,8
11	11±1,2	250	144	57,6
Сплошное прикатывание кольчато-шпоровыми катками				
5	5±1,2	256	200	78,1
7	7±1,2	257	196	76,4
9	9±1,2	257	184	69,9
11	11±1,1	256	176	67,3

семян – 5, 7, 9 и 11 см. Изменяли глубину хода сошников упорными втулками толщиной 2 см на штоке гидроцилиндра.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полевая всхожесть после посева во многом определяется наличием влаги в слое почвы, при этом важный фактор – глубина заделки. Установлено, что ее влияние на полевую всхожесть яровой пшеницы (табл. 1) отчетливо проявляется при разбросном ленточном посеве в вариантах с прикатыванием кольчато-шпоровыми и клиновидными катками. При посеве пшеницы с формированием ровной поверхности поля первыми катками на всем интервале глубины заделки семян (5...11 см) отмечена наиболее высокая полевая всхожесть. Увеличение глубины заделки с 3...5 до 9...11 см ее на 9 % и более. Оптимальной глубиной заделки семян от дна бороздки, образовавшейся после прохода кольчато-шпорового катка, следует считать 5...7 см для пшеницы (наибольшее количество всходов). Оценка по предельному случайному отклонению НСР_{0,5} 14,8 шт/м² для пшеницы характеризует влияние глубины заделки семян на количество всходов. Для подтверждения этого необходимо, чтобы фактическая разность между выборочными средними значениями количества всходов при посеве на глубину 5 и 9...11 см оказалась больше НСР. Она составила 16 и 24 шт/м² для пшеницы, что превышает НСР, полученную в опытах.

Глубина заделки семян, отражается также на густоте всходов. При разбросном ленточном посеве

со сплошным прикатыванием кольчато-шпоровыми катками (табл. 2) и с формированием гребнистой поверхности клиновидными катками установлено, что густота растений пшеницы с увеличением глубины заделки семян с 5 до 11 см снижается на 12...17 %. Лучшие результаты получены при разбросном ленточном посеве пшеницы на глубину 5 см – 136 раст./м² перед уборкой (96 % перед началом вегетации). Наименьшее число растений наблюдалось в варианте заделки семян на глубину 11 см. При посеве пшеницы на глубину 5 ± 1,3 см с прикатыванием клиновидными катками и образованием гребнистой поверхности число растений к концу вегетации уменьшалось. Это обусловлено тем, что узел кушения растений формировался на границе влажного и сухого слоев в условиях недостатка влаги, поскольку почвы легкого механического состава быстро ее теряют, и до глубины 5 см даже при достаточном увлажнении верхний слой почвы бывает сухим.

В результате полевых опытов выявлено, что в системе почвозащитного земледелия на легких по механическому составу почвах в районах, подверженных ветровой эрозии, разбросной ленточный посев с междурядьем 23 см и прикатыванием засеянных рядков кольчато-шпоровыми катками, формирующими ровную поверхность поля, обеспечивает наибольшую (15,1 ц/га) урожайность (табл. 2).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бережнов, Н.Н. Полевые испытания посевного почвообрабатывающего комплекса «Кузбасс»/Н.Н. Бережнов// Сельский механизатор – 2017. – № 12. – С. 8–9.
2. Демчук, Е.В. Исследования равномерности распределения семян зерновых культур комбинированным сошником/ Е.В. Демчук, А.С. Союнов, В.В. Мяло// Омский научный вестник. – 2015. – № 1 (138). – С. 105–110.
3. Демчук, Е.В. К вопросам совершенствования технологии посева/ Е.В. Демчук Д.А. Голованов, К.Я. Янковский// Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 6. – С. 45–48.
4. Ивченко, А.В. Сеялка с лапово-фрезерными рабочими органами/А.В. Ивченко, Е.В. Демчук, И.Д. Кобяков// Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 2. – С. 13–14.
5. Кобяков, И.Д. Зерновая сеялка для полосного посева/ И.Д. Кобяков, А.П. Шевченко, А.В. Ивченко// Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 12.
6. Ост 70.5.1-82. Посевные машины. Программа и методы испытаний. – 121 с.
7. Система земледелия Республики Бурятия: научно-практические рекомендации / под науч. ред. про-

Таблица 2.

Показатели урожайности при различных способах посева и прикатывания

Способ посева	Глубина заделки семян, см	Высеяно семян, шт/м ²	Всходы, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Урожайность, ц/га	Отклонение от наибольшей урожайности, ц/га
Сплошное прикатывание кольчато-шпоровыми катками						
Разбросной ленточный	6...8	130	79	60,8	15,1	
Рядовой	6...8	130	76	58,5	13,3	-1,8
Прикатывание клиновидными катками						
Разбросной ленточный	6...8	128	88	68,9	13,5	-1,6
Рядовой	6...8	128	84	65,3	12,6	-2,5

фессора А.П. Батудаева. – 2-е изд., перераб. и доп.: – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА имени В.Р. Филиппова, 2018. – 349 с.

8. Sandakov, T. Optimum Design of a Chisel Plow for Grain Production in the Republic of Buryatia, Russian Federation AMA / T. Sandakov, N. Sandakova, L. Chang et all. Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America. – Vol. 50 – № 1. – P. 73–78.

LIST OF SOURCES

1. Berezhnov, N.N. Polevye ispytaniya posevnogo pochvoobrabatyvayushchego kompleksa «Kuzbass»/ N.N. Berezhnov// Sel'skij mekhanizator – 2017. – № 12. – S. 8–9.
2. Demchuk, E.V. Issledovaniya ravnomernosti raspredeleniya semyan zernovyh kul'tur kombinirovannym soshnikom/ E.V. Demchuk, A.S. Soyunov, V.V. Myalo// Omskij nauchnyj vestnik. – 2015. – № 1 (138). – S. 105–110.
3. Demchuk, E.V. K voprosam sovershenstvovaniya tekhnologii poseva/ E.V. Demchuk, D.A. Golovanov, K.Ya. Yankovskij// Traktory i sel'hozmashiny – 2016. – № 6. – S. 45–48.
4. Ivchenko, A.V. Seyalka s lapovo-frezernymi rabochimi organami/A.V. Ivchenko, E.V. Demchuk, I.D. Kobayakov// Traktory i sel'hozmashiny – 2016. – № 2. – S. 13–14.
5. Kobayakov, I.D. Zernovaya seyalka dlya polosnogo poseva / I.D. Kobayakov, A.P. Shevchenko, A.V. Ivchenko// Sel'skij mekhanizator – 2019. – № 12. – S. 12.
6. Ost 70.5.1-82. Posevnye mashiny. Programma i metody ispytaniy. – 121 s.
7. Sistema zemledeliya Respubliki Buryatiya: nauchno-prakticheskie rekomendacii / pod nauch. red. professora A.P. Batudaeva. – 2-е изд., перераб. и доп.: – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА имени В.Р. Филиппова, 2018. – 349 с.
8. Sandakov, T. Optimum Design of a Chisel Plow for Grain Production in the Republic of Buryatia, Russian Federation AMA / T. Sandakov, N. Sandakova, L. Chang et all. Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America. – Vol. 50 – No. 1. – P. 73–78.