

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL
VESTNIK OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE

№ 4 ————— Июль-Август ————— 2022
July-August

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

© Российская академия наук, 2022
© «Вестник российской сельскохозяйственной науки», 2022

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 – С.Л. 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 (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 the RAS G.A. Romanenko

EDITORIAL BOARD:
Academician of the RAS

Avidzba A.M. (National Institute of Vine and Wine “Magarach”), **Gorlov I.F.** (Povolzhskiy (Volga) Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products), **Dolgushkin N.K.** (Russian Academy of Sciences), **Ivanov A.L.** (Soil Institute named after V. V. Dokuchayev), **Izmajlov A.Yu.** (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), **Yakushev V.P.** (Agrophysical Research Institute)

Corresponding member of the RAS

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

EXECUTIVE EDITOR – S.L. 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 of the RAS, of. 1006
Tel.: +7 (495) 938 17-51, +7 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

Содержание / Contents

● РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ/ CROP PRODUCTION AND SELECTION

- 4** Синеговская В.Т., Душко О.С. / *Sinegovskaya V.T., Dushko O.S.*
 Определение устойчивости растений сои к гербицидам на основе изучения показателей флуориметрии в листьях /
 Determination of the soybean plants resistance to herbicides based on the study of fluorimetry parameters in leaves
- 9** Гусева О.А., Цыгвинцев П.Н., Гончарова Л.И. / *Guseva O.A., Tsygvintsev P.N., Goncharova L.I.*
 Действие острого УФ излучения на продуктивность ячменя в разных условиях вегетации / The effect of acute UV
 radiation on barley productivity under different growing conditions
- 14** Евсеева Г.В., Евстратова Л.П., Николаева Е.В. / *Evseeva G.V., Evstrstova L. P., Nikolaeva E.V.*
 Сравнительная оценка кормовой продуктивности одновидовых и смешанных травостоев в условиях Карелии /
 Comparison assessment of fodder productivity of single-species and mixed grass pastures in the Karelia's conditions
- 18** Акуленко Е.Г., Яговенко Г.Л., Каньшина М.В. / *Akulenko E.G., Yagovenko G.L., Kanshina M.V.*
 Наследование содержания витамина С в ягодах смородины черной / Inheritance of vitamin C content in blackcurrants berries
- 21** Ганич В.А., Наумова Л.Г. / *Ganich V.A., Naumova L.G.*
 Перспективный донской аборигенный сорт винограда *Дурман* / Perspective Don aboriginal grape variety *Durman*
- 25** Абильфазова Ю.С. / *Abilfazova Yu.S.*
 Влияние стресс-факторов на биохимический состав плодов персика во влажных субтропиках России / Influence of
 stress factors on the biochemical composition of peach fruits in the humid Russian's subtropics
- 29** Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Саукова С.Л., Ивевор М.В. / *Antonova T.S., Araslanova N.M., Saukova S.L., Ivebor M.V.*
 К вопросу о засоренности полей в регионах РФ семенами заразики (*Orobanche Cumana* Wallr.) – облигатного паразита
 подсолнечника / On the issue of fields weediness with seeds of broomrape (*Orobanche Cumana* Wallr.), an obligate parasite
 of sunflower in Russian Federation the regions
- 33** Петруша Е.Н. / *Petrusha E.N.*
 Сроки прохождения фенологических фаз развития жимолости камчатской / The timing of the passage of the
 phenological phases of the development of Kamchatka honeysuckle
- 36** Курашев О.В., Титова Ю.Г. / *Kurashev O.V., Titova Yu.G.*
 Качество плодов у отдаленных (межвидовые) гибридов крыжовника с участием вида *Grossularia robusta* / The quality
 of fruits in distant (interspecific) hybrids of gooseberries with the *Grossularia robusta* species participation
- 40** Макаркина М.А., Ветрова О.А. / *Maarkina M.A., Vetrova O.A.*
 Фенольные (Р-активные) соединения ягодных культур генофонда ВНИИСПК / Phenolic (P-active) compounds
 of berry crops of the VNIISPK gene pool

- 45** Сёмин И.В. / *Semin I.V.*
Перспективные сорто-подвойные комбинации груши для интенсивных садов Центральной России / *Perspective breed roodstock combinations of peach for intensive orchards in Central Russia*
- 50** Завалин А.А., Сапожников С.Н., Ньямбосе Джозеф / *Zavalin A.A., Sapozhnikov S.N., Nyambose Joseph*
Реакция яровой пшеницы на применение азотного удобрения и биопрепаратов / *Spring wheat reaction on nitrogen fertilizer and biopreparations application*
- 55** Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. / *Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V.*
Эффективность применения агрохимиката Амалгерол Эссенс на картофеле / *The effectiveness of the agrochemical Amalgerol Essence usage on potatoes*
- 60** Головунин В.П., Замятин С.А. / *Golovunin V.P., Zamyatin S.A.*
Влияние микробиологических препаратов на вегетативное развитие растений и урожайность перспективных сортов жимолости синей / *Influence of microbiological parameters on vegetative plant development and yields of perspective varieties of sweet-berry honeysuckle*
- 64** Стребков Д.С., Будник М.И., Душков В.Ю. и др. / *Strebkov D.S., Budnik M.I., Dushkov V.Yu. et al.*
Повышение урожайности озимой пшеницы с помощью экологически чистого водного раствора пероксида водорода природной концентрации / *Increasing the yield of winter wheat with the help of ecologically pure hydrogen peroxide aqueous solution of natural concentration*

● ЗЕМЛЕДЕЛИЕ / AGRICULTURE

- 68** Чуян Н.А., Масютенко Н.П., Брескина Г.М. / *Chuyan N.A., Masyutenko N.P., Breskina G.M.*
Влияние агробиотехнологии на продуктивность зернового севооборота / *Influence of agrobiotechnology on grain crop rotation productivity*

● ЗООТЕХНИЯ / ZOOTECHNICS

- 74** Дмитриева В.И., Леутина Д.В., Герасимова А.С., Прищеп Е.А. / *Dmitrieva V.I., Leutina D.V., Gerasimova A.S., Prishchep E.A.*
Генетическая характеристика стада СПК «имени Урицкого» по маркерным генам групп крови / *Genetic characteristics of the Uritskiy SPK herd for marker genes of blood groups*

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 25.07.2022 г. Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 9,78. Уч.-изд. л. 10. Заказ № 27. Тираж 21 экз. Бесплатно.

Учредитель: Российская академия наук

16+

Издатель: Российская академия наук, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 14
Исполнитель по госконтракту № 4У-ЭА-131-21 ООО "Тематическая редакция",
125252, г. Москва, ул. Зорге, д. 19, этаж 3, помещ. VI, комн. 44
Отпечатано ИП Ерхова И.М.
125267, Москва, Ленинградский пр-т, 47, тел. 8 495 799-48-85

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ СОИ К ГЕРБИЦИДАМ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЛУОРИМЕТРИИ В ЛИСТЬЯХ

Валентина Тимофеевна Синеговская, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ

Оксана Сергеевна Душко

ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», г. Благовещенск, Россия

E-mail: valsln09@gmail.com

Аннотация. Изучено влияние почвенного гербицида Фронтьер Оптима в дозе 1,2 л/га при его применении перед посевом и гербицидов Пивот (0,7 л/га), Пульсар (0,8 л/га), Фабиан (100 г/га) с использованием по вегетирующим растениям на интенсивность фотосинтетических процессов в фотосистеме II листьев различных сортов и форм дикой сои. Устойчивость сои к гербицидам определена показателями флуориметрии – квантовый выход фотосинтеза (Y) и квантовый выход флуоресценции (F) хлорофилла. Выявлено, что через три часа после обработки посевов сорта Гармония гербицидами квантовый выход флуоресценции по сравнению с контролем снизился на 32%, а максимальный квантовый выход фотосинтеза увеличился на 2–8% в зависимости от вида гербицида. Сорт Журавушка наиболее устойчив к Фронтьеру, Y при этом был самым высоким, а F – низким по сравнению с другими сортами. Растения сорта Гармония в фазе цветения в меньшей степени реагировали на обработку их гербицидом Пульсар по сравнению с Пивотом, Фабианом и Фронтьером. У скороспелых форм дикой сои с периодом вегетации до 100 дней активное усвоение квантов света фотосистемой II начиналось с фазы образования бобов, а у культурного сорта – цветения в варианте с использованием почвенного гербицида Фронтьер, что указывает на более продолжительное отрицательное влияние на растения диких форм по сравнению с культурными и подтверждает их большую чувствительность к почвенному гербициду. Используя показатели флуориметрии, можно точно и быстро в полевых условиях определять адаптивные способности сортов к воздействию гербицидов.

Ключевые слова: соя, фотосистема II, квантовый выход фотосинтеза, квантовый выход флуоресценции хлорофилла, гербициды, листья

DETERMINATION OF THE SOYBEAN PLANTS RESISTANCE TO HERBICIDES BASED ON THE STUDY OF FLUORIMETRY PARAMETERS IN LEAVES

V.T. Sinegovskaya, *Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Worker of Science of the Russian Federation*
O.S. Dushko

FSC «All-Russian Research Institute of Soybeans», Blagoveshchensk, Russia

E-mail: valsln09@gmail.com

Abstract. The influence of the soil herbicide Frontier Optima at a dose of 1.2 l/ha, when applied before sowing, and the herbicides Pivot (0.7 l/ha), Pulsar (0.8 l/ha), Fabian (100 g/ha) were studied using vegetative plants on the intensity of photosynthetic processes in photosystem II of leaves of various varieties and forms of wild soybeans. Soybean resistance to herbicides was determined on the basis of fluorimetry parameters – photosynthesis quantum yield (Y) and chlorophyll fluorescence quantum yield. It was found that 3 hours after the treatment of crops of the Harmonia variety with herbicides, the fluorescence quantum yield (F) decreased by 32% compared to the control, and the maximum quantum yield of photosynthesis increased by 2-8%, depending on the type of herbicide. The variety Zhuravushka showed the greatest resistance to Frontiere, while the quantum yield of photosynthesis was the highest, and the quantum yield of chlorophyll fluorescence was the lowest compared to other varieties. Plants of the Harmoniya variety in the flowering phase reacted to a lesser extent to their treatment with Pulsar herbicide compared to Pivot, Fabian and Frontier. In early maturing forms of wild soybean with a vegetation period of up to 100 days, active assimilation of light quanta by Photosystem II began from the phase of bean formation, and in the cultivar, from the flowering phase in the variant using the soil herbicide Frontier, which indicates a longer negative effect on plants of wild forms compared with cultivated ones and confirms the greater sensitivity of wild soybean forms to soil herbicide. Using fluorimetry indicators, it is possible to accurately and quickly determine the adaptive abilities of varieties to the effects of herbicides in the field.

Keywords: soybean, photosystem II, photosynthesis quantum yield, chlorophyll fluorescence quantum yield, herbicides, leaves

Гербициды относят к классу ксенобиотиков и широко используют для уничтожения сорной растительности в посевах сельскохозяйственных культур. Но их применение отрицательно влияет на культурные растения. При оценке негативного воздействия на растения сои отмечается гафрированность на листьях и приостановление роста и развития под действием гербицида Галакси Топ, удлинение периода вегетации практически от всех гербицидов, используемых по посевам. [3,4] Выращивание растений на средах содержащих высокие

концентрации гербицидов в опытах А.Н. Гарьковой с соавторами привело к подавлению прорастания семян, замедлению роста корня и побега, хлорозу листьев, нарушению физиологических функций. [1] Установлено отрицательное влияние гербицидов Трифлуралин и Имазетапир на рост корней и побегов у сортов нута. [17] Определение биохимического состава клеток листьев ячменя показало, что обработка Фузиладом (флуазифоп-п-бутил) вызывала повышение содержания малонового диальдегида и активности пероксидаз, снижала содержание

активности ферментов каталазы и супероксиддисмутазы. [10] Возникновение и тяжесть наблюдаемых физиологических нарушений у сельскохозяйственных культур зависят от степени проникновения гербицида в клетки листа и его распространения по поверхности, чувствительности ферментов к гербицидам и других факторов. Но действие гербицидов на разные виды растений избирательно. При изучении влияния Имидазолинона на фотосинтетический перенос электронов в семенах огурца, не было обнаружено его отрицательного воздействия на этот процесс. [8] Имеются данные об устойчивости растений подсолнечника к Имазамоксу, которая обусловлена многими факторами, в том числе повышенной скоростью деградации препарата. [9] Так как гербициды в первую очередь действуют на адаптационные механизмы культурного растения, то очень важны исследования по изучению влияния гербицидов на генетические структуры и фотосинтетический аппарат, которые обеспечивают биохимические процессы формирования репродуктивных органов и накопление вегетативной массы. Изучение этих механизмов необходимо для более глубокого понимания основных закономерностей защитных реакций культурных растений, базирующихся на особенностях поглощения квантов света хлорофиллом листа. Некоторые гербициды приводят сорняки к гибели через механизмы фотосинтеза, поэтому важно знать ответную реакцию культурных растений на эти вещества. Поскольку фотосинтез включает различные компоненты, в том числе фотосинтетические пигменты и фотосистемы, то любое повреждение, вызванное стрессом, может снизить общую фотосинтетическую способность растения. [7] Традиционные методы оценки всего спектра реакций фотосинтеза – медленные и ограничены одним листом (или частью листа) на прибор. Широко распространено изучение флуоресценции хлорофилла для мониторинга фотосинтетических показателей растений в ответ на воздействие различных внешних факторов. Параметры флуоресценции могут быть использованы для оценки изменений квантовой эффективности фотосистемы II (ФС II). [12] Современные цифровые методы позволяют измерять величину поглощенной световой энергии растением, обеспечивающую фотосинтетическую продуктивность. [13] Так как гербициды составляют основную долю всех используемых агрохимикатов, способных ингибировать ФС II, то световая энергия, поглощаемая листьями, может расходоваться на фотохимию фотосинтеза не рационально, а излучаться как флуоресценция хлорофилла или рассеиваться в виде тепла. [14] Чтобы лучше понять воздействие гербицидов на работу ФС II растений важно измерять их поглощение листьями и наблюдать распределение веществ в естественных условиях выращивания. Флуоресценция хлорофилла – это быстрый и неинвазивный метод определения изменений в фотохимии путем мониторинга излучения флуоресценции ФС II.

В качестве оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата растения измеряют параметры флуоресценции хлорофилла, которые отражают потенциальный квантовый выход преобразования энергии в фотосистеме. К таким от-

носят квантовый выход фотосинтеза ($Y = F_v/F_m$), который характеризует эффективность протекания всех фотосинтетических процессов, то есть количество усвоенных фотонов, пошедших на фотохимические процессы от общего количества поступивших фотонов в систему. [16] Ученые провели исследования по влиянию гербицидов на параметры флуоресценции хлорофилла. Установлено, что Бензоксазолин-2-(3H)-он снизил эффективный квантовый выход и не максимальный квантовый выход фотохимии ФС II. [15] Ранее авторами данной статьи обнаружено непродолжительное угнетение культурных растений гербицидами контактного действия, в то время как гербициды системного действия, напротив, стимулировали рост и развитие растений сои. [2] Для изучения работы ФС II с 2010 года проводятся исследования по определению параметров флуориметрии в листьях сои, позволяющие находить основные закономерности фотосинтетической активности растений и сортовую чувствительность под влиянием биотических и абиотических факторов.

Цель работы – изучение интенсивности фотосинтетических процессов в ФС II листьев различных сортов и форм сои под воздействием гербицидов. Исследования направлены на изучение фотосинтезирующей поверхности листьев сои, как индикатора стресса в ответ на обработку растений гербицидами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые опыты проводили в ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (с. Садовое Тамбовского района Амурской области) на луговой черноземовидной почве. Почву под посев сои обрабатывали после уборки яровых зерновых культур в сентябре. Агротехника: вспашка на глубину 18...20 см; дискование с боронованием. Весной вносили аммофос в дозе 100 кг/га с заделкой культиватором.

В опыте со среднеспелым сортом *Гармония* (опыт первый) сою высевали сеялкой СН-16 при норме высева 750 тыс. всх. сем./га (ширина междурядий – 15 см). Посевы обрабатывали гербицидами в соответствии со схемой: 1. Контроль, без гербицидов; 2. Фронтьер Оптима, 1,2 л/га (КЭ); 3. Пивот, 0,7 л/га (ВК); 4. Пульсар, 0,8 л/га (ВР); Фабиан, 100 г/га (ВДГ).

Почвенный гербицид избирательного действия Фронтьер Оптима вносили с заделкой в почву за два дня до посева. Препарат относится к химическому классу Хлорацетанилиды, содержание действующего вещества Диметенамид-П – 720 г/л. Гербицид широкого спектра действия Пивот принадлежит к классу Имидазолиноны, действующее вещество Имзетапир. Пульсар (Имидазолиноны), действующее вещество Имазамокс – 40 г/л. Фабиан (Имидазолиноны + Сульфонилмочевинны), действующее вещество Имзетапир – 450 г/кг + Хлоримурон-этил – 150 г/кг. Обрабатывали посевы гербицидами в фазе второго-третьего тройчатого листа с помощью ручного опрыскивателя, расход рабочего раствора – 200 л/га. Импульсным флуориметром MINI-РАМ определяли потенциальный квантовый выход фотосинтеза ($Y = F_v/F_m$) и квантовый выход флуоресценции хлорофилла (F). Измеряли показа-

Таблица 1.

Основные параметры работы фотосистемы II в листьях сои сорта *Гармония*, отн.ед. (среднее \pm ошибка среднего)

Вариант	Квантовый выход флуоресценции хлорофилла (F)			Потенциальный квантовый выход фотосинтеза Fv/Fm (Y)		
	третий тройчатый лист		цветение	третий тройчатый лист		цветение
	до обработки	через три часа после обработки		до обработки	через три часа после обработки	
Контроль	483 \pm 0,03	472 \pm 0,02	463 \pm 0,02	0,65	0,59	0,55
Фронтьер	484 \pm 0,02	469 \pm 0,02	391 \pm 0,01	0,61	0,63	0,63
Пивот	561 \pm 0,03	340 \pm 0,02	389 \pm 0,01	0,68	0,60	0,68
Пульсар	509 \pm 0,02	340 \pm 0,02	456 \pm 0,02	0,63	0,63	0,57
Фабиан	491 \pm 0,02	323 \pm 0,01	347 \pm 0,02	0,67	0,64	0,65

тели в листьях до обработки гербицидами, через три часа после и в фазе цветения. Наступление фаз роста и развития растений фиксировали по методике Fehr W.R. et al. [11]

Во втором опыте изучали дикие формы сои и сорта из коллекции института: ультраскороспелый сорт *Тоназ* (период вегетации – 89...93 дн., потенциальная урожайность семян – 2,4 т/га); скороспелый сорт *Лидия* (96...104 дн., 3,1 т/га); среднеспелые – *Золушка* (112...115 дн., 3,3 т/га), *Журавушка* (110...115 дн., 3,3 т/га) и *Невеста* (112...117 дн., 3,7 т/га). [6] Из диких форм сои использовали скороспелые КТ 156; К Бел 72; К Хаб 1; Кз-5718; КМ-6413 с периодом вегетации до 100 дн. Их реакцию на воздействие почвенного гербицида Фронтьер сравнивали с культурным сортом *Лидия*. Посев проводили вручную. Площадь деланок для культурной сои – 6,75 м², ширина междурядий – 45 см, дикой – 21,6 м², 90 см соответственно. Для борьбы с сорняками за два дня до посева использовали почвенный гербицид Фронтьер Оптима, 1,2 л/га. В период вегетации сорняки пропалывали вручную. Показатели листьев измеряли в основные фазы роста и развития: третий тройчатый лист, цветение, у диких форм дополнительно – образование бобов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Метеорологические условия по температурному режиму и влагообеспеченности были благоприятными для роста и развития культуры. Растения сои до обработки гербицидами не имели существенных различий по параметрам F и Y с варьированием 483...561 и 0,61...0,68 отн.ед. соответственно (табл. 1).

По данным Д.Ю. Корнеева оптимальные значения потенциального квантового выхода фотосинтеза составляют 0,83 отн. ед. [5] В наших исследованиях показатель Y не достигал оптимальной величины и существенно изменялся в зависимости от изучаемых гербицидов, фазы роста и развития сои. В варианте с применением почвенного гербицида Фронтьер значение Y было ниже по сравнению с другими вариантами опыта, что указывает на некоторое угнетение растений уже на раннем этапе применения препарата.

Через три часа после обработки посевов изменились параметры работы ФС II в листьях. Под действием гербицидов во время вегетации F снизился на 1...32, а Y увеличился на 2...8% по сравнению с контрольным вариантом опыта, что указывает на высокую адаптацию сорта *Гармония*.

В фазе цветения сои, через месяц после обработки гербицидами повторно измерили параметры работы ФС II. В варианте с гербицидом Пульсар квантовый выход флуоресценции хлорофилла возрос почти на 70% и был на уровне контрольного варианта, с Пивот, Фабиан и почвенным гербицидом Фронтьер увеличился незначительно. Следовательно, растения сои в меньшей степени реагировали на обработку их гербицидом Пульсар по сравнению с Пивотом, Фабианом и Фронтьером. Изменения выявлены и в параметрах потенциального квантового выхода фотосинтеза: в варианте с гербицидом Пульсар и в контроле показатель значительно снизился по сравнению с предыдущей фазой развития, что объясняет отрицательное влияние данного гербицида на процессы фотосинтеза. В остальных вариантах опыта небольшое увеличение параметра подтверждает высокую адаптацию растений сорта *Гармония* к действию Пивота и Фабиана в период вегетации.

Изучение чувствительности сортов к почвенному гербициду Фронтьер (второй опыт) показало существенные различия их реакции в фазе третьего тройчатого листа. Это подтверждено высоким уровнем Y, который составил 0,84 отн. ед. в листьях сои сорта *Журавушка* (табл. 2).

При этом значения параметра F были низкими у всех сортов (от 187 у *Лидии* до 303 отн. ед. у *Золушки*). Это подтверждает различную реакцию сортов на воздействие гербицида Фронтьер и их устойчивость к нему. К наступлению фазы цветения потенциальный квантовый выход фотосинтеза снизился в листьях всех исследуемых сортов на 3...12%, по сравнению с фазой третьего тройчатого листа. Увеличение площади листьев в период цветения

Таблица 2.

Изменение параметров фотосистемы II в листьях сортов сои под действием почвенного гербицида Фронтьер, отн.ед.

Сорт	Потенциальный квантовый выход фотосинтеза Fv/Fm (Y)		Квантовый выход флуоресценции хлорофилла (F)	
	третий тройчатый лист	цветение	третий тройчатый лист	цветение
<i>Золушка</i>	0,74	0,65	303 \pm 0,02	326 \pm 0,01
<i>Лидия</i>	0,81	0,72	187 \pm 0,01	244 \pm 0,01
<i>Тоназ</i>	0,71	0,69	272 \pm 0,01	222 \pm 0,02
<i>Журавушка</i>	0,84	0,76	218 \pm 0,02	260 \pm 0,01
<i>Невеста</i>	0,79	0,75	203 \pm 0,02	226 \pm 0,02

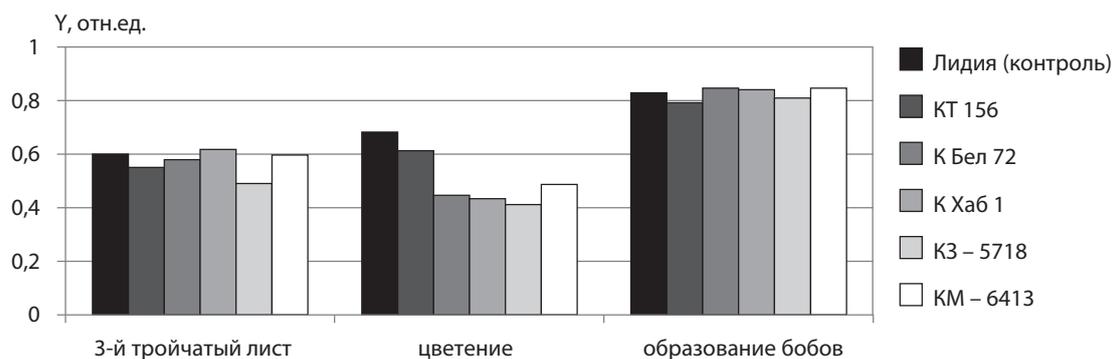


Рис. 1. Потенциальный квантовый выход фотосинтеза (Y) в листьях диких форм сои под действием почвенного гербицида Фронтьер, отн.ед.

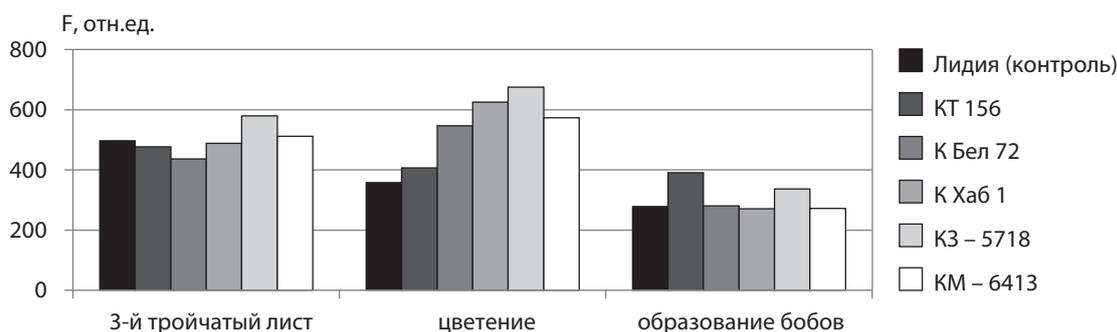


Рис. 2. Квантовый выход флуоресценции хлорофилла (F) в листьях диких форм сои од действием почвенного гербицида Фронтьер, отн. ед.

привело к максимальному показателю (326 отн. ед.) квантового выхода флуоресценции хлорофилла у сорта *Золушка*. Наибольшая устойчивость к гербициду Фронтьер – у *Журавушки*.

Процесс усвоения квантов света (Y) листьями в фазе третьего тройчатого листа был ниже (до 18%) или на уровне этого показателя для сорта *Лидия* (рис.1).

К наступлению фазы образования бобов усвоение квантов света листьями диких форм сои (К Бел 72, К Хаб 1 и КМ-6413) возросло и превысило культурный сорт. У форм КТ 156 и КЗ-5718 оно было ниже, чем у *Лидии*, но значительно превысило этот показатель по сравнению с предыдущими фазами: третий тройчатый лист – на 17...41, цветение – 4...49%, в зависимости от формы. Таким образом, активное усвоение квантов света фотосистемой II у диких форм начинается с фазы образования бобов, а у культурных сортов – цветения. Следовательно, гербицид Фронтьер отрицательно влияет на растения диких форм более продолжительное время.

Так как потенциальный квантовый выход фотосинтеза к фазе образования бобов в листьях диких форм сои был значительно выше, чем у сорта *Лидия*, то соответственно квантовый выход флуоресценции хлорофилла уменьшался по сравнению с предыдущими фазами, но находился на уровне культурного сорта (рис. 2).

Это также подтверждает большую чувствительность диких форм сои к почвенному гербициду Фронтьер.

Таким образом, по показателям флуориметрии можно судить о степени устойчивости сои к гербицидам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Гарькова А.Н. Сравнительная оценка влияния гербицида Гранстар на перекисное окисление липидов в листьях культурного и сорного злаков // Физиология растений. 2011. № 58(6). С. 935–943.
- Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. Киев: «Альтерпрес», 2002. 188 с.
- Синеговская В.Т. Исследование фотосинтетических процессов сортов сои амурской селекции // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 3. С. 54–56.
- Синеговская В.Т. Сорная растительность Амурской области и меры борьбы с ней. Благовещенск: Приамурье, 2003. 168 с.
- Синеговский М.О. 100 вопросов и ответов о возделывании сои (рекомендации для руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий). Благовещенск: ООО «ИПК «Одеон», 2021. 79 с.
- Фокина Е.М., Беляева Г.Н., Синеговский М.О. и др. Каталог сортов сои. Благовещенск: ООО «ИПК «ОДЕОН», 2021. 69 с.
- Ashraf M., Harris P.J.C. Photosynthesis under stressful environments: an overview // Photosynthetica. 2013. № 51(2). P. 163–190. doi: 10.1007/s11099-013-0021-6
- Dayan F.E., Zaccaro M.L.M. Chlorophyll fluorescence as a marker for herbicide mechanisms of action // Pestic. Biochem. Physiol. 2012. № 102. P. 189–197. doi: 10.1016/j.pestbp.2012.01.005.
- Fan J., Halpern M., Yu Y. et al. The Mechanisms Responsible for N Deficiency in Well-Watered Wheat Under Elevated CO₂ // Front. Plant Sci. 2022. № 6. P. 13–23. doi: 10.3389/fpls.2022.801443
- Fayez K.A., Radwan D.E.M., Mohamed A.K. et al. Fusilade herbicide causes alterations in chloroplast ultrastruc-

- ture, pigment content and physiological activities of peanut leaves // *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2004. № 78(2). P. 93–102. doi: 10.1007/s11099-014-0062-5.
11. Fehr W.R., Caviness C.E., Burmood D.T., Pennington J. Stages of development descriptions for soybeans, *Glycine max.* (L) Merr. *Crop Sci.* 1971. № 11. P. 929–930.
 12. Henriques F.S. Leaf Chlorophyll Fluorescence: Background and Fundamentals for Plant Biologists // *Bot. Rev.* 2009. № 75. P. 249–270. doi: 10.1007/s12229-009-9035-y
 13. Mahlein A.K., Kuska M.T., Behmann J. New trends of digital technologies opportunities for sugar beet cultivation // *Int. sugarj.* 2019. № 121(1442). P. 134–137.
 14. Noble E., Kumar S., Görlitz F.G. et al. In vivo label-free mapping of the effect of a photosystem II inhibiting herbicide in plants using chlorophyll fluorescence lifetime // *Plant Methods*. 2017. № 13. 48 p. doi: 10.1186/s13007-017-0201-7
 15. Parizotto A.V., Marchiosi R., Bubna G.A. et al. Benzoxazolin-2-(3H)-one reduces photosynthetic activity and chlorophyll fluorescence in soybean // *Photosynthetica*. 2017. № 55. P. 386–390. doi: 10.1007/s11099-016-0656-1
 16. Poudyal D., Rosenqvist E., Ottosen C.O. Phenotyping from lab to field-tomato lines screened for heat stress using F v / F m maintain high fruit yield during thermal stress in the field // *Functional Plant Biology*. 2019. № 46. P. 44–55.
 17. Zargar M., Lakzian A., Rasooli R. et al. Evaluation of PRE and POST Herbicides on Growth Features, Nodulation, and Nitrogen Fixation of Three Cultivars of Chickpea (*Cicer aritinum* L.) *J. Crop Sci // Biotechnol.* 2020. № 23. P. 157–162. doi: 10.1007/s12892-019-0310-0
 6. Fokina E.M., Belyaeva G.N., Sinegovskij M.O. i dr. Katalog sortov soi. Blagoveshchensk: OOO «IPK «ODEON», 2021. 69 s.
 7. Ashraf M., Harris P.J.C. Photosynthesis under stressful environments: an overview // *Photosynthetica*. 2013. № 51(2). P. 163–190. doi: 10.1007/s11099-013-0021-6
 8. Dayan F.E., Zaccaro M.L.M. Chlorophyll fluorescence as a marker for herbicide mechanisms of action // *Pestic. Biochem. Physiol.* 2012. № 102. P. 189–197. doi: 10.1016/j.pestbp.2012.01.005.
 9. Fan J., Halpern M., Yu Y. et al. The Mechanisms Responsible for N Deficiency in Well-Watered Wheat Under Elevated CO₂ // *Front. Plant Sci.* 2022. № 6. P. 13–23. doi: 10.3389/fpls.2022.801443
 10. Fayed K.A. Radwan D.E.M., Mohamed A.K. et al. Fusilade herbicide causes alterations in chloroplast ultrastructure, pigment content and physiological activities of peanut leaves // *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2004. № 78(2). P. 93–102. doi: 10.1007/s11099-014-0062-5.
 11. Fehr W.R., Caviness C.E., Burmood D.T., Pennington J. Stages of development descriptions for soybeans, *Glycine max.* (L) Merr. *Crop Sci.* 1971. № 11. P. 929–930.
 12. Henriques F.S. Leaf Chlorophyll Fluorescence: Background and Fundamentals for Plant Biologists // *Bot. Rev.* 2009. № 75. P. 249–270. doi: 10.1007/s12229-009-9035-y
 13. Mahlein A.K., Kuska M.T., Behmann J. New trends of digital technologies opportunities for sugar beet cultivation // *Int. sugarj.* 2019. № 121(1442). P. 134–137.
 14. Noble E., Kumar S., Görlitz F.G. et al. In vivo label-free mapping of the effect of a photosystem II inhibiting herbicide in plants using chlorophyll fluorescence lifetime // *Plant Methods*. 2017. № 13. 48–p. doi: 10.1186/s13007-017-0201-7
 15. Parizotto A.V., Marchiosi R., Bubna G.A. et al. Benzoxazolin-2-(3H)-one reduces photosynthetic activity and chlorophyll fluorescence in soybean // *Photosynthetica*. 2017. № 55. P. 386–390. doi: 10.1007/s11099-016-0656-1
 16. Poudyal D., Rosenqvist E., Ottosen C.O. Phenotyping from lab to field-tomato lines screened for heat stress using F v / F m maintain high fruit yield during thermal stress in the field // *Functional Plant Biology*. 2019. № 46. P. 44–55.
 17. Zargar M., Lakzian A., Rasooli R. et al. Evaluation of PRE and POST Herbicides on Growth Features, Nodulation, and Nitrogen Fixation of Three Cultivars of Chickpea (*Cicer aritinum* L.) *J. Crop Sci // Biotechnol.* 2020. № 23. P. 157–162. doi: 10.1007/s12892-019-0310-0

REFERENCES

ДЕЙСТВИЕ ОСТРОГО УФ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИИ

Оксана Александровна Гусева, младший научный сотрудник

Павел Николаевич Цыгвинцев, кандидат биологических наук

Любовь Ивановна Гончарова, кандидат биологических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Калужская обл., г. Обнинск, Россия

E-mail: gusevaoks65@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты полевого и вегетационного экспериментов по действию острого УФ (А+В) облучения на ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.). Было смоделировано 20%-е истощение озонового слоя, суточная дополнительная доза УФ-А излучения – 58 кДж/м², УФ-В – 12 кДж/м². В вегетационном эксперименте выявлено снижение показателей зерновой продуктивности: урожай зерна с растения и масса 1000 зерен в 1,5 и 1,1 раза соответственно, высота растения и сухая биомасса – в среднем в 1,2 раза относительно контроля. Установлено достоверное повышение содержания флавоноидов в листьях ячменя в 1,2 раза и достоверное снижение содержания малонового диальдегида (МДА) в клеточных мембранах в 1,5 раза относительно контроля. Сразу после облучения фотосинтетические показатели флуоресценции хлорофилла F_v/F_m и Y(II) уменьшились в 1,4 и 1,3 раза по отношению к контролю соответственно. Данные, полученные спустя 30 дн. после облучения, показали, что поврежденные компоненты ФС II имеют механизмы восстановления повреждений, вызванных влиянием УФ радиации. В полевом эксперименте обнаружено достоверное снижение высоты в 1,1 и урожая зерна с растения в 1,4 раза относительно контроля, недостоверное уменьшение массы 1000 зерен в 1,2 и сухой биомассы в 1,4 раза.

Ключевые слова: ультрафиолетовое (А+В) излучение, ячмень яровой, МДА, флавоноиды, флуоресценция хлорофилла, урожайность, биомасса

THE EFFECT OF ACUTE UV RADIATION ON BARLEY PRODUCTIVITY UNDER DIFFERENT GROWING CONDITIONS

O.A. Guseva, Junior Researcher

P.N. Tsygvintsev, PhD in Biological Sciences

L.I. Goncharova, PhD in Biological Sciences

Russian Institute of Radiology and Agroecology, Kaluga region, Obninsk, Russia

E-mail: gusevaoks65@yandex.ru

Abstract. The results of field and vegetation experiments on the effect of acute UV (A+B) irradiation on barley (*Hordeum vulgare* L.) are presented. 20% depletion of the ozone layer was simulated, the daily additional dose of UV-A radiation was 58 kJ/m², UV-B – 12 kJ/m². In the vegetation experiment, a decrease in grain productivity indicators was revealed: the grain yield from the plant and the mass of 1000 grains by 1.5 times and 1.1 times, respectively, the height of the plant and dry biomass by an average of 1.2 times relative to the control. It also revealed a significant increase in the content of flavonoids in barley leaves by 1.2 times and a significant decrease in the content of MDA in cell membranes by 1.5 times relative to the control. Immediately after irradiation, photosynthetic parameters of chlorophyll fluorescence F_v/F_m and Y(II) decreased by 1.4 times and 1.3 times relative to the control, respectively. The data obtained 30 days after irradiation showed that the damaged components of FS II have mechanisms for repairing damage caused by the influence of UV radiation. In the field experiment, a significant decrease in height by 1.1 times and grain yield from the plant by 1.4 times relative to the control was found, an unreliable decrease in the mass of 1000 grains by 1.2 times and dry biomass by 1.4 times was also observed.

Keywords: ultraviolet (A+B) irradiation, barley, malondialdehyde, flavonoids, chlorophyll fluorescence, grain harvest, biomass

Глобальные изменения химического состава атмосферы при сокращении защитного озонового слоя могут значительно влиять на рост и развитие фито- и агроценозов. Снижение концентрации стратосферного озона приводит к увеличению солнечного УФ-А и УФ-В излучения, количество которого зависит от широты и профиля озонового слоя над определенным местом поверхности Земли. [10, 15] Многочисленные исследования по изучению усиленного УФ излучения показали как негативное, так и положительное воздействие на растения и их компоненты. Так, предпосевное облучение УФ-С семян зерновых [10], лекарственных трав [9] улучшало всхожесть семян, обеспечивая их дезинфекцию, у трав

повышалось содержание биологически активных и питательных веществ. Исключение УФ-В излучения из естественного солнечного спектра с помощью пленок-фильтров в полевых условиях способствовало росту и урожайности исследуемых сортов сорго. [10]

Один из видов негативного влияния больших доз УФ радиации – окислительный стресс, возникающий в результате индуцирования избыточной выработки свободных радикалов, что, в конечном счете, приводит к образованию активных форм кислорода (АФК). Для нейтрализации АФК клетки растений используют антиоксидантную систему, в которую входят низкомолекулярные соединения и высокомолекулярные ферменты. [4] УФ излучение стимулирует накопление

вторичных метаболитов (фенолы, флавоноиды, алкалоиды, каротиноиды, глюкозинолаты, терпеноиды) в сельскохозяйственных культурах. [6, 11]

Повышенные дозы УФ излучения пагубно влияют на функционирование фотосинтетического аппарата растений. УФ-В излучение нарушает работу марганцевого кластера, пигмента P680, редокс-активного тирозина, связанных и несвязанных молекул пластохинонов. Это ведет к деградации белков реакционного центра фотосистемы II (ФС II) – D1 и D2, вследствие чего угнетается фотосинтетический процесс. [8] В результате повреждений, происходящих на клеточном уровне, может меняться проникновение света в листовую пластину и плотность устьиц, из-за этого уменьшается площадь листьев, сокращается производство биомассы и снижается продуктивность.

Цель работы – оценить влияние острого УФ (А+В) излучения на морфофизиологические параметры и продуктивность ячменя ярового в вегетационном и полевом исследованиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сравнительное действие острого УФ облучения растений ячменя изучали в полевом и вегетационном экспериментах на яровом ячмене сорта *Владимир*. В теплице растения выращивали в сосудах (в каждом по 13 растений) на дерново-подзолистой супесчаной почве, повторность – трехкратная. В микро-полевом эксперименте на исследовательском поле ФГБНУ ВНИИРАЭ ячмень произрастал на делянках 1x1,5 м, норма высева – 400 сем./м². Учет урожая проводили на площадках 0,5x0,5 м. Размеры учетных площадок и число повторностей в вегетационном эксперименте обуславливались размерами установки облучения.

Растения облучали УФ (А+В) излучением на стадии выхода в трубку (34 этап органогенеза), которая наиболее чувствительна к воздействию стрессовых факторов. [15] Для имитации истощения озонового слоя на 20% в полевом эксперименте мощность дополнительного УФ-В и УФ-А излучений на уровне почвы составляла 0,8 и 4,0 Вт/м² соответственно. Облучение проводили при ясной, безоблачной погоде в течение четырех часов (с 11-00 до 15-00). Аналогичная мощность и длительность облучения была в вегетационном эксперименте. При этом дополнительные дозы УФ-В и УФ-А – 12 и 58 кДж/м².

Источник УФ-А излучения – лампы Black Light Blue (фирма Philips), УФ-В – ЛЭР-40 (ОАО «Лисма-ВНИИС»). Мощность излучения определяли с помощью спектрофотометра AvaSpec-2048 и программного обеспечения AvaSoft 2.0.

В обоих экспериментах показателями оценки влияния сочетанного УФ облучения служили морфологические параметры: показатели зерновой продуктивности, урожай зерна с растения, масса 1000 зерен, высота растения и сухая биомасса.

В вегетационном эксперименте дополнительно на следующие сутки после облучения оценивали: содержание малонового диальдегида (МДА) в листовой меристеме и флавоноидов спектрофотометрическим методом на приборе UNICO-1200 (Санкт-Петербург). [7, 14]

С помощью амплитудно-импульсного флуориметра Junior-PAM (Walz Inc., Effeltrich, Germany) измеряли параметры флуоресценции хлорофилла сразу после облучения и в фазе начального колошения ячменя (52 этап органогенеза) спустя 30 дн. после облучения. По измеренным уровням флуоресценции хлорофилла вычисляли: максимальный (F_v/F_m) и эффективный ($Y(II)$, после адаптации тканей к свету) фотохимические квантовые выходы ФС II; коэффициенты фотохимического (qP) и нефотохимического тушения (qN). Показатели флуориметра фиксировали полнофункциональным ПО Wincontrol-3.

Данные статистически обрабатывали с помощью MS Office Excel. Достоверность различий вариантов опыта устанавливали по *t*-критерию Стьюдента (уровень значимости $p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фотосинтетические показатели и их ответ на влияние острого УФ (А+В) излучения. Фотосинтез – важный процесс в растительных клетках, необходим для производства биомассы. Поскольку он зависит от светособирающих свойств хлорофиллов, можно ожидать, что снижение их содержания уменьшит накопление биомассы. [17] Измерение параметров флуоресценции хлорофилла проводили с полноценно раскрывшегося пятого листа на 34 этапе органогенеза сразу после облучения УФ (А+В) излучением и спустя 30 дн. на стадии начального колошения растений (52 этап органогенеза). На рис. 1А видно, что сразу после облучения показатели фотохимиче-

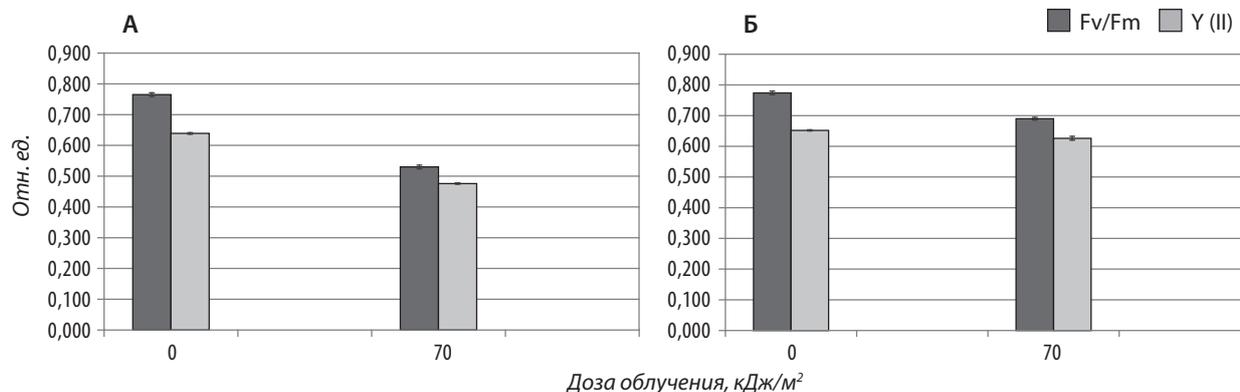


Рис. 1. Максимальный ФС II (F_v/F_m) и эффективный ($Y(II)$) фотохимические квантовые выходы в листьях ячменя сразу после облучения (А) и спустя 30 дн. (Б).

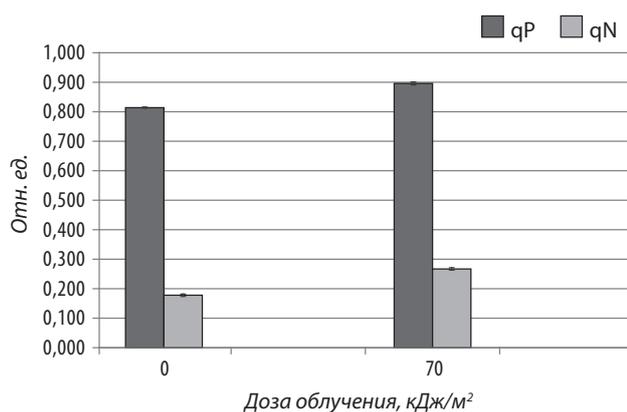


Рис. 2. Коэффициенты фотохимического (qP) и нефотохимического (qN) тушения флуоресценции хлорофилла сразу после облучения комбинированным УФ (А+В) излучением.

ского квантового F_v/F_m и эффективного квантового $Y(II)$ выходов снизились в 1,4 и 1,3 раза соответственно относительно контроля. Снижение системы $F_v/F_m - Y(II)$ отождествляют с повреждением комплексов фотосистемы II, что может указывать на постепенное разрушение фотосинтетического аппарата в листовой пластине. Спустя 30 дн. после облучения (рис. 1Б) поврежденные компоненты ФС II имеют механизмы восстановления повреждений, полученных из-за влияния УФ радиации. В то же время воздействие дозы облучения 70 кДж/м² вызвало изменения в функционировании компонентов ФС II, поскольку величина F_v/F_m ниже контроля в 1,1, а $Y(II) - 1,04$ раза соответственно.

В работе наблюдали прямую зависимость снижения величин максимального и эффективного фотохимических квантовых выходов флуоресценции хлорофилла и исследуемых морфологических показателей, такая же взаимосвязь выявлена в других исследованиях. [3]

Коэффициент фотохимического тушения флуоресценции хлорофилла – qP и коэффициент нефотохимического тушения – qN.

На рисунке 2 видно, что сразу после облучения дозой 70 кДж/м² УФ (А+В) излучения коэффициент qP увеличивается в 1,1 раза относительно контроля. Это может быть связано с акцептированием электронов реакционными центрами фотосистемы II. Увеличение qP в листьях ячменя означает, что ко-

личество окисленных пластохинонов Q_A в момент освещения повышалось на 10%. Коэффициент qN меньше qP как в контроле, так и исследуемом варианте, что показывает правильное функционирование системы qP-qN, в нормальных условиях коэффициент qP должен быть выше qN.

Данные по коэффициентам qP и qN, полученные спустя 30 дн. после облучения, подтверждают вышеизложенную концепцию: коэффициент qP выше qN (рис. 3А, Б). Однако при добавлении актиничного света (рис. 3А) коэффициент нефотохимического тушения qN возрастает в 1,1 раза относительно контроля. Это указывает на то, что повышенный уровень qN может восприниматься сигнальными системами растительной клетки как индикатор высокой освещенности листовой пластины, когда нужен меньший размер антенны ФС II, чтобы избежать индуцируемую светом высокой интенсивности фотосинтетическую активность ФС II и преобразовать излишнюю энергию в тепло. При отключении актиничного света система qP-qN приходит в нормальное состояние (рис. 3Б). Наши данные согласуются с результатами других авторов, полученными при изучении листовых пластинок и саженцев клена мелколистного [16], створок стручков, семенных оболочек и листьев горчицы черной. [3]

Биохимические показатели и их ответ на влияние острого УФ (А+В) излучения.

Основная роль фенольных соединений, таких как конъюгаты гидроксикоричных кислот и флавоноидных гликозидов в эпидермисе листовой пластины, заключается в защите тканей листа от повреждений, вызванных УФ излучением и другими стрессовыми факторами. [13] Облучение дозой 70 кДж/м² комбинированного УФ (А+В) излучения на стадии выхода в трубку привело к достоверному повышению содержания флавоноидов в листьях ячменя в 1,2 раза относительно контроля (табл. 1). Аналогичные результаты были получены в работах [9, 12, 13] у рапса, произрастающего в теплице, на корневых культурах вайды красильной и у салата листового, выращенного в тепличных и полевых условиях.

Окислительный стресс – причина перекисного окисления липидов (ПОЛ), нарушающего структуру клеточных мембран, снижая их пластичность и проницаемость. Один из метаболитов при ПОЛ – малоновый диальдегид (МДА), увеличение содержания которого показывает, что компоненты растительной

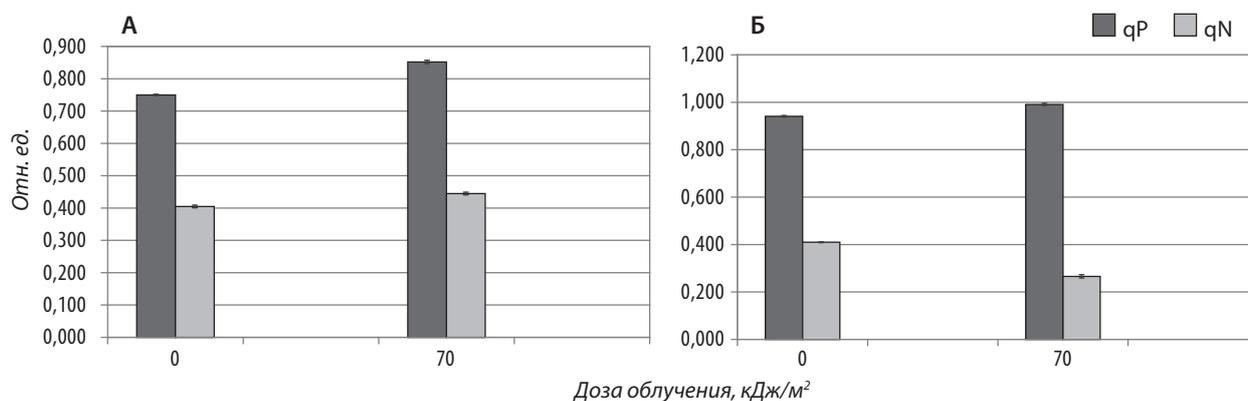


Рис. 3. Коэффициенты фотохимического (qP) и нефотохимического (qN) тушения флуоресценции хлорофилла спустя 30 дн. после облучения комбинированным УФ (А+В) излучением: А – при влиянии актиничного света; Б – без него.

Таблица 1.

Параметр	Контроль	УФ (А+В), 70 кДж/м ²
Флавоноиды, мг/100г	361,93±10,95	417,37±5,57*
МДА, мМоль/г	18,36±1,19	12,60±0,65*

Примечание. * – Достоверное отличие от контроля, $p < 0,05$ (то же в табл. 2).

Таблица 2.

Параметр	Теплица		Поле	
	контроль	УФ (А+В)	контроль	УФ (А+В)
Высота растения, см	61,3±1,1	58,6±0,7	61,8±1,0	56,3±1,0*
Урожай зерна с растения, г	1,64±0,06	1,43±0,04	0,94±0,07	0,7±0,05*
Масса 1000 зерен, г	54,1±0,8	51,4±0,26	51,6±0,3	43,3±0,2
Сухая биомасса, г	1,01±0,04	0,86±0,03	1,28±0,05	0,95±0,01

клетки находятся в стадии высокого уровня окислительного стресса. В нашем исследовании выявлено достоверное снижение содержания МДА в 1,5 раза относительно контроля (табл. 1). Основную роль в фотозащите выполняли флавоноиды, поскольку наблюдался существенный рост их аккумуляции.

Морфологические показатели и их ответ на действие острого комбинированного УФ (А+В) излучения.

Влияние дозы облучения 70 кДж/м² на ячмень в теплице проявлялось в снижении показателей зерновой продуктивности: урожай зерна с растения и масса 1000 зерен относительно контроля в 1,5 и 1,1 раза соответственно, а также высоты растения в 1,1 и сухой биомассы в 1,2 раза (табл. 2). В полевом эксперименте установлено достоверное снижение высоты в 1,1 и урожая зерна с растения в 1,4 раза относительно контроля, а также уменьшение массы 1000 зерен в 1,2 и сухой биомассы в 1,4 раза.

То есть, дополнительное острое УФ излучение в условиях теплицы и поля оказало ингибирующее воздействие на рост, биологическую урожайность и зерновую продуктивность ячменя ярового. В полевом эксперименте масса сухой соломы оказалась выше, чем в вегетационном опыте как в контрольных, так и исследуемых вариантах. В полевых условиях растения произрастали под действием солнечного хронического УФ-А облучения от начала всходов до уборки урожая, и к моменту дополнительного острого УФ (А+В) излучения выработали механизмы защиты от стрессового фактора. Схожая тенденция выявлена в работе [1] при изучении влияния низких доз хронического УФ-А облучения на листовом салате. Однако дополнительное острое облучение проростков ячменя на стадии выхода в трубку негативно повлияло на формирование конуса нарастания, из которого формируется главный колос, и развиваются боковые стебли и колосья. Вследствие этого зерновая урожайность оказалась низкой в вегетационном и полевом опытах. Полученные результаты согласуются с данными других работ: снижение высоты при влиянии острого УФ-В и комбинированного УФ (А+В) излучения у саженцев клена мелколистного в полуполевах условиях [16], сорго [10] в полевом эксперименте. А уменьшение массы 1000 зерен и числа зерен в главном колосе установлено у ячменя и пшеницы [2], в соцветиях татарской гречихи. [17]

Таким образом, влияние острого УФ (А+В) излучения на ячмень, произрастающий в полевом опыте (хроническое солнечное УФ облучение + однократное дополнительное УФ (А+В) облучение в дозе 70 кДж/м²) и теплице (отсутствие УФ облучения при вегетации + однократное дополнительное УФ (А+В) облучение в дозе 70 кДж/м²), приводило к заметному снижению общего роста, зерновой продуктивности, биомассы, чистой скорости фотосинтеза, индуцировало увеличение содержания соединений антиоксидантной защиты – флавоноидов, и снижение МДА, участвующего в защите растительной клетки от окислительного стресса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гусева О.А., Цыгвинцев П.Н., Гончарова Л.И. Влияние низких доз хронического УФ-А излучения на салат листовой // Современные проблемы радиобиологии, радиэкологии и агроэкологии: Сборник докладов IV Межд. науч.-практ. конф., Обнинск, 22–24 сентября 2021 года. Обнинск: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии». 2021. С. 35–38.
2. Левина Н.С., Тертышная Ю.В., Бидей И.А., Елизарова О.В. Влияние ультрафиолетового излучения на посевные качества и вегетацию яровой пшеницы и ярового ячменя // АПК России. – 2019. – Том 26, №3. – С. 344–349.
3. Смоликова Г.Н. Лебедев В.Н., Лопатов В.Е. и др. Динамика фотохимической активности фотосистемы II при формировании семян *Brassica Nigra* L. // Вестник С.-Пб университета. Физиология, Биохимия, Биофизика. 2015. Сер. 3. Вып. 3. С. 53–65.
4. Тоайма В.И.М., Радюкина Н.Л., Дмитриева Г.А., Кузнецов Вл.В. Оценка антиоксидантного потенциала лекарственных растений при действии УФ-В-облучения. // Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство, Физиология растений. 2009. Т. № 4. С. 12–19.
5. Цыгвинцев П.Н., Гончарова, Л.И., Крюков, А.Е. Влияние предпосевного УФ-облучения семян на морфологические показатели проростков ячменя // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 4. С. 42–44.
6. Bravo S., Garcia-Alonso J., Martin-Pozuelo G. et al. Effects of postharvest UV-C treatment on carotenoids and phenolic compounds of vine-ripe tomatoes // International Journal of Food Science and Technology. 2013. V. 48. P. 1744–1749.
7. Heath R.L., Packer, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Archives of Biochemistry and Biophysics. 1968. V. 125. № 1. P. 189–198.
8. Jansen M., Gaba V., Greenberg B.M. et al. Low threshold levels of ultraviolet-B in a background of photosynthetically active radiation trigger rapid degradation of the D2 protein of photosystem II // Plant J. 1996a. V. 9. P. 693–699.
9. Jiao J., Gai Q.-Y., Yao L.-P. et al. Ultraviolet radiation for flavonoid augmentation in *Isatis tinctoria* L. hairy root cultures mediated by oxidative stress and biosynthetic gene expression // Industrial Crops & Products. 2018. V. 118. P. 347–354.
10. Kataria S., Guruprasad, K.N. Intraspecific variations in growth, yield and photosynthesis of sorghum varieties to ambient UV (280–400 nm) radiation // Plant Science. 2012. V. 196. P. 85–92.

11. Klein F.R.S., Reis A., Kleinowski Al.M. et al. UV-B radiation as an elisor of secondary metabolite production in plants of the genus *Alternanthera* // *Acta Botanica Brasili-ca*. 2018. V. 32. T. 4. P. 615-623.
12. Lee J.-H., Shibata S., Goto Ei. Time-course of changes in photosynthesis and secondary metabolites in canola (*Bras-sica napus*) under different UV-B irradiation levels in a plant factory with artificial light // *Frontiers in Plant Sci-ence*. 2021. V. 12. P. 1-13.
13. Sytar O., Zivcak M., Bruckova K., Brestic M. Shift in accu-mulation of flavonoids and phenolic acids in lettuce attrib-utable to change in ultraviolet radiation and temperature // *Scientia Horticulturae*. 2018. V. 239. P. 193-204.
14. Tevini M., Iwazik W., Thoma U. Some effects of enhanced UV-B irradiation on the growth and composition of plants. // *Planta*. 1981. V. 153. P. 388-394.
15. Tsygvintsev P.N., Guseva O.A., Tatarova M.Yu. Effect of acute UV irradiation of barley in different stages of organo-genesis on yield // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*487 (2019) 012032, doi:10.1088/1757-899X/487/1/0120321.
16. Yao X., Liu Q. Changes in morphological, photosynthetic and physiological responses of Mono Maple seedlings to enhanced UV-B and to nitrogen addition // *Plant Growth Regul.* 2006. V. 50. P. 165-177.
17. Yao Y., Xuan Z., Y. Li et al. Effects of ultraviolet-B radiation on crop growth, development, yield and leaf pigment concentration of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) under field conditions // *European Journal of Agronomy*. 2006. P. 215-222. doi:10.1016/j.eja.2006.05.004.
5. Cygvincev P.N., Goncharova, L.I., Kryukov, A.E. Vliyanie predposevnogo UF-oblucheniya semyan na morfofiziolog-icheskie pokazateli prorstkov yachmenya // *Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2015. № 4. S. 42-44.
6. Bravo S., Garcia-Alonso J., Martin-Pozuelo G. et al. Effects of postharvest UV-C treatment on carotenoids and phenolic compounds of vine-ripe tomatoes // *International Journal of Food Science and Technology*. 2013. V. 48. P. 1744-1749.
7. Heath R.L., Packer, L. Photoperoxidation in isolated chlo-roplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid perox-oxidation // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 1968. V. 125. № 1. P. 189-198.
8. Jansen M., Gaba V., Greenberg B.M. et al. Low threshold levels of ultraviolet-B in a background of photosynthetically active radiation trigger rapid degradation of the D2 protein of photosystem II // *Plant J*. 1996a. V. 9. P. 693-699.
9. Jiao J., Gai Q.-Y., Yao L.-P. et al. Ultraviolet radiation for flavonoid augmentation in *Isatis tinctoria* L. hairy root cultures mediated by oxidative stress and biosynthetic gene expression // *Indudtrial Crops & Products*. 2018. V. 118. P. 347-354.
10. Kataria S., Guruprasad, K.N. Intraspecific variations in growth, yield and photosynthesis of sorghum varieties to ambient UV (280-400 nm) radiation // *Plant Science*. 2012. V. 196. P. 85-92.
11. Klein F.R.S., Reis A., Kleinowski Al.M. et al. UV-B radi-ation as an elisor of secondary metabolite production in plants of the genus *Alternanthera* // *Acta Botanica Brasili-ca*. 2018. V. 32. T. 4. P. 615-623.
12. Lee J.-H., Shibata S., Goto Ei. Time-course of changes in photosynthesis and secondary metabolites in canola (*Bras-sica napus*) under different UV-B irradiation levels in a plant factory with artificial light // *Frontiers in Plant Sci-ence*. 2021. V. 12. P. 1-13.
13. Sytar O., Zivcak M., Bruckova K., Brestic M. Shift in accu-mulation of flavonoids and phenolic acids in lettuce attrib-utable to change in ultraviolet radiation and temperature // *Scientia Horticulturae*. 2018. V. 239. P. 193-204.
14. Tevini M., Iwazik W., Thoma U. Some effects of enhanced UV-B irradiation on the growth and composition of plants. // *Planta*. 1981. V. 153. P. 388-394.
15. Tsygvintsev P.N., Guseva O.A., Tatarova M.Yu. Effect of acute UV irradiation of barley in different stages of organo-genesis on yield // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*487 (2019) 012032, doi:10.1088/1757-899X/487/1/0120321.
16. Yao X., Liu Q. Changes in morphological, photosynthetic and physiological responses of Mono Maple seedlings to enhanced UV-B and to nitrogen addition // *Plant Growth Regul.* 2006. V. 50. P. 165-177.
17. Yao Y., Xuan Z., Y. Li et al. Effects of ultraviolet-B radi-ation on crop growth, development, yield and leaf pigment concentration of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) under field conditions // *European Journal of Agronomy*. 2006. P. 215-222. doi:10.1016/j.eja.2006.05.004.

REFERENCES

1. Guseva O.A., Cygvincev P.N., Goncharova L.I. Vliyanie nizkih doh hronicheskogo UF-A izlucheniya na salat listovoj // *Sovremennye problemy radiobiologii, radioekologii i agroekologii: Sbornik dokladov IV Mezhd. nauch.-prakt. konf., Obninsk, 22-24 sentyabrya 2021 goda. Obninsk: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe uchrezhdenie «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut radiologii i agroekologii»*. 2021. S. 35-38.
2. Levina N.S., Tertyshnaya Yu.V., Bidej I.A., Elizarova O.V. Vliyanie ul'trafioljetovogo izlucheniya na posevnye kachestva i vegetaciyu yarovoj pshenicy i yarovogo yachmenya // *APK Rossii*. – 2019. – Tom 26, №3. – S. 344-349.
3. Smolikova G.N. Lebedev V.N., Lopatov V.E. i dr. Dinamika fotohimicheskoy aktivnosti fotosistemy II pri formirovani semyan *Brassica Nigra* L. // *Vestnik S.-Pb universiteta. Fiziologiya, Biohimiya, Biofizika*. 2015. Ser. 3. Vyp. 3. S. 53-65.
4. Toajma V.I.M., Radyukina N.L., Dmitrieva G.A., Kuznecov VI.V. Ocenka antioksidantnogo potenciala lekarstvennyh rastenij pri dejstvii UF-V-oblucheniya. // *Vestnik RUDN, seriya Agronomiya i zhivotnovodstvo, Fiziologiya rastenij*. 2009. T. № 4. S. 12-19.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОРМОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ТРАВСТОЕВ В УСЛОВИЯХ КАРЕЛИИ*

Галина Владимировна Евсеева

Любовь Павловна Евстратова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Елена Валентиновна Николаева, кандидат сельскохозяйственных наук

Лаборатория агротехнологий «Вилга» отдела комплексных научных исследований Карельского научного центра РАН, п. Новая Вилга, Республика Карелия, Россия

E-mail: gvevsseeva12@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты продуктивности одновидовых и трехкомпонентных агроценозов (козлятник восточный, клевер луговой, люцерна изменчивая, тимофеевка луговая, кострец безостый) на двух фонах питания – естественное плодородие и однократное внесение минеральных удобрений ($N_{45}P_{60}K_{90}$) весной. Использование удобрений способствовало увеличению урожайности изученных травостоев. В среднем за три года наибольшая урожайность сухой массы получена у клевера лугового (7,8 т/га), что в 1,2–1,9 раза выше по сравнению с интродуцированными видами бобовых культур. У злаковых трав этот показатель (4,5–6,5 т/га) уступал бобовым и незначительно различался по годам. Смешанные агрофитоценозы характеризовались относительно стабильной урожайностью сухой кормовой массы (в среднем 7,8–9,0 т/га). Наибольшая продуктивность одного гектара (до 7,98 тыс. корм. ед., 90,8 ГДж обменной энергии и 1,34 т сырого протеина) получена в одновидовом травостое клевера лугового и трехкомпонентном – люцерна + клевер + тимофеевка.

Ключевые слова: одновидовые, смешанные агрофитоценозы, урожайность сухой массы, энергетическая продуктивность

COMPARISON ASSESSMENT OF FODDER PRODUCTIVITY OF SINGLE-SPECIES AND MIXED GRASS PASTURES IN THE KARELIA'S CONDITIONS

G.V. Evseeva

L.P. Evstratova, Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

E.V. Nikolaeva, PhD in Agricultural Sciences

Laboratory of agricultural technologies «Vilga», Department of Multidisciplinary Scientific Research of the Karelian Research Centre RAS, Novaya Vilga village, Republik of Karelia, Russia

E-mail: gvevsseeva12@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the productivity of single-species and three-component agrocenoses (eastern goat's rue, red clover, variable alfalfa, meadow timothy grass, awnless brome) on two backgrounds of nutrition – natural fertility and a single spring application of mineral fertilizers at a dose of $N_{45}P_{60}K_{90}$. The use of fertilizers contributed to an increase in the yield of the studied herbage. On average, over three years, the highest yield of dry matter was obtained from red clover (7.8 t/ha), which is 1.2...1.9 times higher compared to the introduced species of legumes. In cereal grasses, this indicator (4.5...6.5 t/ha) was inferior to legumes and slightly differed over the years. Mixed agrophytocenoses were characterized by a relatively stable yield of dry fodder mass (average 7.8...9.0 t/ha). The highest productivity per hectare (up to 7.98 thousand fodder units, 90.8 GJ of metabolizable energy and 1.34 tons of crude protein) was obtained in a single-species grass stand of red clover and a three-component herbage – alfalfa + clover + timothy grass.

Keywords: single-species, mixed agrophytocenoses, dry mass yield, energy productivity

Создание кормовой базы на сельскохозяйственных предприятиях Республики Карелия преимущественно основывается на возделывании многолетних трав и зависит от их фитоценологических особенностей и агротехнических приемов создания травостоев с высокими кормовыми качествами. Питательные корма, необходимые для сбалансированного кормления скота, определяют рост продуктивности животных при сохранении их здоровья. [4, 7]

Многолетние травы, как основной источник сырья для заготовки дешевых и качественных кормов, универсальны при производстве сена, сенажа, силоса, травяной муки и зеленого корма. В Карелии

чаще всего в состав травосмесей включают клевер луговой, тимофеевку луговую, овсяницу луговую и режу – ежу сборную. Решить проблему укрепления кормовой базы животноводства возможно путем расширения видового и сортового разнообразия кормовых культур, внедрение которых с учетом почвенно-климатических условий, – дополнительный резерв увеличения объема и качества травянистых кормов. [10]

Главный подход в решении задачи создания и поддержания устойчивой продуктивности травостоев – фитоценологический, при котором учитывают весь комплекс взаимоотношений между форми-

* Работа выполнена в рамках Государственного задания по Программе ФНИ государственных академий наук на 2022–2026 гг. Код (шифр) научной темы FMEN – 2022-0013, Рег. № НИОКТР 122031000202-1 / The work was carried out within the framework of the State Order under the Program of the FNI of the State Academies of Sciences for 2022–2026. Code (cipher) of the scientific topic FMEN – 2022-0013, Reg. No. R&D 122031000202-1.

рующими ценоз растениями. [9] Видовой состав и структура связей внутри одно- и поливидовых агроценозов обусловлены спецификой развития многолетних трав. Общая тенденция формирования гомогенных посевов злаковых трав при сенокосном режиме использования — уменьшение доли сеяного вида по мере увеличения возраста травостоев. За четыре-пять лет одновидовые посевы превращаются в многовидовые из-за включения в их состав инвазионных злаков и сорного разнотравья. [5]

Травосмеси при правильном подборе компонентов имеют преимущество над одновидовыми посевами по урожайности и качеству растительного сырья, лучше используют питательные вещества почвы, влагу и солнечную энергию благодаря различному строению надземных органов и корневой системы растений. [1, 2, 12]

Резерв повышения продуктивности и питательной ценности многолетних травостоев — добавление представителей семейства *Fabaceae*. Традиционный источник кормового белка в Карелии — клевер луговой, включение которого оправдывается только при краткосрочном использовании агроценозов, так как с третьего года его урожайность снижается в два-три раза. При создании долголетних укосных травостоев выращивают такие бобовые, как козлятник восточный и люцерна изменчивая, хотя в одновидовых посевах они малопригодны для сенокосения. [6]

Цель работы — подбор высокоурожайных видов и сортов многолетних злаковых и бобовых трав для создания устойчивых агроценозов в агроклиматических условиях Карелии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на опытном поле лаборатории агротехнологий «Вилга» ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук».

Объект изучения — одновидовые и трехкомпонентные травостои, созданные на основе козлятника восточного — *Galega orientalis* Lam. (сорт *Юбиляр*), клевера лугового — *Trifolium pratense* L. (*Добряк*), люцерны изменчивой — *Medicago varia* Mart. (*Благодать*), тимфеевки луговой — *Phleum pratense* L. (*Олонецкая местная*), костреца безостого — *Bromopsis inermis* Leys. (*Воронежский 17*).

Опыт заложен в 2018 году, посев беспокровный, рядовой. Предварительно семена бобовых компонентов обрабатывали специфическими для каждой культуры штаммами ризоторфина. Травостои выращивали на удобренном фоне, в условиях естественного плодородия (контроль). Минеральные удобрения ($N_{45}P_{60}K_{90}$) ежегодно вносили однократно в начале весеннего отрастания трав.

За время исследований (2018–2021 годы) полевые сезоны различались по метеорологическим показателям. Рост и развитие растений в год посева проходили в относительно благоприятных условиях. При двуукосном использовании травостоев урожай надземной массы второго года жизни формировался на фоне недостаточного количества влаги и высокой температуры воздуха в первой половине сезона, а также избыточной влаго- и низкой теплообеспеченности — во второй. В последующие годы оптимальные условия для образования первого укоса

сочетались с острым дефицитом влаги — второго укоса. В результате водного стресса наиболее сильно пострадал посев позднеспелого вида *P. pratense*, растения которого не достигли оптимальных линейных значений для полноценного учета урожая.

Почва участка — дерново-подзолистая, хорошо окультуренная, легкосуглинистая. Содержание гумуса по показателю углерода в органическом веществе почвы (3,53%) — среднее, подвижных форм фосфора (250...439 мг/кг) и калия (280...301 мг/кг) — очень высокое, реакция почвенного раствора (рН 5,2...5,3) — слабокислая.

Экспериментальные исследования проводили по методикам Россельхозакадемии и полевого опыта. [3,8] Площадь делянки 10 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Учет урожайности сплошной со всей делянки в фазе колошения злаковых трав и начала бутонизации бобовых. Скашивание двукратное. Биохимические показатели определяли на оборудовании Центра коллективного пользования КарНЦ РАН (спектрофотометр СФ-2000, атомно-абсорбционный спектрофотометр АА-7000, потенциометр Анион 4100, весы Sartorius CP1245). Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически на персональном компьютере с помощью программного пакета Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ урожайности сухой массы изученных чистых травостоев показал, что злаковые агрофитоценозы незначительно различались по ва-

Таблица 1.

Урожайность сухой массы одновидовых и смешанных многолетних травостоев на различном фоне питания (2019–2021 годы), т/га

Вариант	Фон	Год пользования			Среднее значение
		первый	второй	третий	
Козлятник восточный	б/уд.	2,4	6,6	6,1	5,0
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	5,2	8,2	6,3	6,6
Клевер луговой	б/уд.	6,8	8,3	6,8	7,3
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	8,4	8,6	6,3	7,8
Люцерна изменчивая	б/уд.	2,2	3,7	5,7	3,9
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	4,3	6,0	7,2	5,8
Тимфеевка луговая	б/уд.	3,2	3,3	2,9	3,1
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	4,5	5,8	5,1	5,1
Кострец безостый	б/уд.	3,8	4,8	3,9	4,2
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	6,5	6,4	5,9	6,3
Козлятник + клевер + тимфеевка	б/уд.	6,2	7,9	7,8	7,3
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	8,4	8,9	8,9	8,7
Козлятник + клевер + кострец	б/уд.	7,6	8,4	7,2	7,7
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	7,5	7,8	8,2	7,8
Люцерна + клевер + тимфеевка	б/уд.	7,1	7,8	7,4	7,4
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	9,4	9,2	8,3	9,0
Люцерна + клевер + кострец	б/уд.	7,6	8,6	7,6	7,9
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	8,6	8,7	8,0	8,4
$HC_{0,05}$ видовой состав трав		1,3	1,0	1,2	—
$HC_{0,05}$ фон		0,6	0,5	0,6	—

риантам и уступали бобовым (табл. 1). Улучшение питательного режима тимофеевки луговой и костреца безостого способствовало увеличению сбора сухой массы с 3,1 до 6,3 т/га.

С возрастом агроценоза козлятника восточного и люцерны изменчивой сбор сухой массы к третьему году увеличился в 1,2...2,6 раза. В отличие от вышеуказанных видов урожайность клевера лугового снижалась по годам, особенно на фоне внесения минеральных удобрений. У *T. pratense* показатель урожайности сухой массы (в среднем 7,8 т/га) в 1,2...1,9 раза превышал таковой интродуцированных бобовых представителей.

По сравнению с моновидовыми посевами урожайность смешанных бобово-злаковых травостоев характеризовалась относительной стабильностью по годам исследований, достигая максимального уровня (9,4 т/га) на фоне удобрения. Использование $N_{45}P_{60}K_{90}$ способствовало росту урожайности сухой массы трехвидовых агроценозов – с 7,8 до 9,0 т/га.

Видовой состав травостоев повлиял на энергетическую и протеиновую питательность кормовой массы (табл. 2). Клевер луговой независимо от фона питания обеспечил наибольшую продуктивность одного гектара (7,70...7,98 тыс. корм. ед., 83,5...86,8 ГДж обменной энергии, 1,32...1,34 т сырого протеина). Вышеприведенные показатели злаковых агрофитоценозов увеличились при внесении удобрений в 1,5...1,8 раза.

Смешанные бобово-злаковые многолетние травостои, характеризующиеся более высокой урожайностью, – источник получения качественной кормовой массы. С учетом того, что мятликовые культуры обогащают корм углеводами, а бобовые – белком,

их совместное возделывание приводит к лучшей сбалансированности растительной массы по питательности. [11] В опыте энергетическая и протеиновая продуктивность трехкомпонентных травостоев различного видового состава была практически равной. При этом максимальные показатели достигнуты при сочетании люцерны + клевер + тимофеевка на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$.

В среднем за три года исследований среди одновидовых посевов злаковых и бобовых кормовых культур максимальные показатели продуктивности одного гектара (7,8 т сухой массы, 7,98 тыс. корм. ед., 86,8 ГДж обменной энергии, 1,34 т сырого протеина) обеспечил клевер луговой на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Преимущество бобово-злаковых смешанных травостоев заключалось в увеличении урожайности сухой массы и обменной энергии. Наибольшие значения продуктивности получены в варианте люцерны + клевер + тимофеевка (9,0 т сухой массы, 7,46 тыс. корм. ед., 90,8 ГДж обменной энергии, 1,13 т сырого протеина с 1 га) при ежегодном внесении минеральных удобрений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бобылев В.С. Факторы, влияющие на подбор компонентов травосмеси многолетних трав // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 9. С. 41–42.
2. Вагунин Д.А., Иванова Н.Н., Амбросимова Н.Н. Многолетние травостои на основе новых сортов козлятника восточного и интенсивных видов злаковых трав // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 6-1. С. 97–100.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Жезмер Н.В. Качество травяного сырья и вынос питательных веществ на долголетних среднеспелых трехукосных злаковых травостоях // Адаптивное кормопроизводство. 2020. № 1. С. 6–14.
5. Калинина С.И., Лайдинен Г.Ф. Биологические основы возделывания многолетних злаковых трав на Европейском Севере России. Петрозаводск, 1995. 210 с.
6. Капустин Н.И. Биологизация кормового производства – основное звено увеличения производства кормов в Северной части Нечерноземной зоны // Сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Биологизация интенсификационных процессов – перспективное направление в земледелии и растениеводстве на Северо-Западе РФ». СПб.-Пушкин, 2001. С. 102–104.
7. Косолапов В.М., Фицев А.И., Гаганов А.П. Качество и эффективность кормов // Животноводство России. 2010. № 11. С. 50–52.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1997. 156 с.
9. Миркин Б.М. Агрофитоценология в СССР: состояние и перспективы // Сельскохозяйственная биология. 1991. № 1. С. 3–7.
10. Никулин А.Б. Формирование укосных травостоев с козлятником восточным сорта Кривич в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2021. № 2. С. 9–18.
11. Новоселов Ю.К., Воловик В.Т., Рудоман В.В. Стратегия совершенствования сырьевой базы для производства растительного масла и высокобелковых кормов // Кормопроизводство. 2008. № 10. С. 2–5.

Таблица 2.
Энергетическая и протеиновая продуктивность
одновидовых и смешанных травостоев, 2019–2021 годы

Вариант	Фон	Получено с 1 га		
		кормовых единиц, тыс.	обменной энергии, ГДж	сырого протеина, т
Козлятник восточный	б/уд.	4,54	53,1	0,92
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	6,08	69,9	1,13
Клевер луговой	б/уд.	7,70	83,5	1,32
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	7,98	86,8	1,34
Люцерна изменчивая	б/уд.	3,51	40,9	0,52
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	5,30	61,5	0,70
Тимофеевка луговая	б/уд.	2,46	30,9	0,21
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	3,67	48,2	0,38
Кострец безостый	б/уд.	2,99	39,2	0,31
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	4,49	59,1	0,49
Козлятник + клевер + тимофеевка	б/уд.	6,58	76,8	0,98
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	7,63	90,5	1,10
Козлятник + клевер + кострец	б/уд.	6,37	77,8	1,07
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	6,32	78,0	0,96
Люцерна + клевер + тимофеевка	б/уд.	6,62	77,7	0,99
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	7,46	90,8	1,13
Люцерна + клевер + кострец	б/уд.	6,29	78,4	0,93
	$N_{45}P_{60}K_{90}$	6,60	83,0	0,91

12. Эседуллаев С.Т. Сравнительная продуктивность чистых и смешанных посевов многолетних трав на основе люцерны изменчивой и козлятника восточного в Верхневолжье // *Адаптивное кормопроизводство*. 2015. № 2. С. 44–54.

REFERENCES

1. Bobylev V.S. Faktory, vliyayushchie na podbor komponentov travosmesi mnogoletnih trav // *Vestnik Kurskoj GSKHA*. 2021. № 9. S. 41–42.
2. Vagunin D.A., Ivanova N.N., Ambrosimova N.N. Mnogoletnie travostoi na osnove novyh sortov kozlyatnika vostochnogo i intensivnyh vidov zlakovyh trav // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2019. № 6-1. S. 97–100.
3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1979. 416 s.
4. Zhezmer N.V. Kachestvo travyanogo syr'ya i vynos pitatel'nyh veshchestv na dolgoletnih srednespelyh trekhukosnyh zlakovyh travostoyah // *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2020. № 1. S. 6–14.
5. Kalinina S.I., Lajdinen G.F. Biologicheskie osnovy vozdeyvaniya mnogoletnih zlakovyh trav na Evropejskom Severe Rossii. Petrozavodsk, 1995. 210 s.
6. Kapustin N.I. Biologizaciya kormovogo proizvodstva – osnovnoe zveno uvelicheniya proizvodstva kormov v Severnoj chasti Nechernozemnoj zony // *Sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Biologizaciya intensivnyh processov – perspektivnoe napravlenie v zemledelii i rastenievodstve na Severo-Zapade RF»*. SPb.-Pushkin, 2001. S. 102–104.
7. Kosolapov V.M., Ficev A.I., Gaganov A.P. Kachestvo i effektivnost' kormov // *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2010. № 11. S. 50–52.
8. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami. M., 1997. 156 s.
9. Mirkin B.M. Agrofitocenologiya v SSSR: sostoyanie i perspektivy // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 1991. № 1. S. 3–7.
10. Nikulin A.B. Formirovanie ukosnyh travostoev s kozlyatnikom vostochnym sorta Krivich v usloviyah Leningradskoj oblasti // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo agrarnogo universiteta*. 2021. № 2. S. 9–18.
11. Novoselov Yu.K., Volovik V.T., Rudoman V.V. Strategiya sovershenstvovaniya syr'evoy bazy dlya proizvodstva rastitel'nogo masla i vysokobelkovykh kormov // *Kormoproizvodstvo*. 2008. № 10. S. 2–5.
12. Esedullaev S.T. Sravnitel'naya produktivnost' chistyh i smeshannyh posevov mnogoletnih trav na osnove lyucerny izmenchivoj i kozlyatnika vostochnogo v Verhnevolzh'e // *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2015. № 2. S. 4–54.

НАСЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С В ЯГОДАХ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ

Елена Георгиевна Акуленко, кандидат сельскохозяйственных наук
Герман Леонидович Яговенко, доктор сельскохозяйственных наук
Майя Владимировна Каньшина, доктор сельскохозяйственных наук
ВНИИ люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», г. Брянск, п/о Мичуринский, Россия
E-mail:lupin.plodopr@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты изучения гибридного потомства смородины черной по содержанию витамина С. Исследования проводили в 2020 году в отделе плодоводства ВНИИ люпина. В качестве исходных форм использовали известные сорта и лучшие элитные отборы межвидового происхождения. Материнские формы – Ядреная, Черешнева, Стор класс, (762-5-82 x Добрыня) x Ядреная, 6-28-105, 6-12-230, 6-11-11; отцовские – Изюмная, Ядреная, Селеченская 2, 6-12-128. Содержание витамина С в гибридах колебалось от 88 до 401 мг%. Наибольшее количество сеянцев, превосходящих родительские формы по этому признаку, было в семьях Ядреная x Изюмная (68%), Черешнева x 6-12-128 (80,5%), 6-11-11 x Селеченская 2 (97,5%). Во всех семьях в гибридном потомстве выщеплялись растения с положительной трансгрессией по изучаемому признаку ($Tc_{max} = 11,0 - 97,5\%$). Высоким выходом сеянцев, превосходящих родительские формы по содержанию витамина С в плодах, отличились Ядреная x Изюмная (68%), Черешнева x 6-12-128 (80,5%), 6-11-11 x Селеченская 2 (97,5%). Гетерозис по содержанию витамина С установлен в семьях 6-11-11 x Селеченская 2 ($H_p = +2,0$), Черешнева x 6-12-128 ($H_p = +3,1$). Выделены генотипы с содержанием аскорбиновой кислоты более 300 мг% – 7-10-36 (356 мг%), 7-10-15 (370 мг%), 23-6 (401 мг%) и другие. Они рекомендованы для использования в селекции как источники высокой С-витаминности.

Ключевые слова: смородина черная, селекция, гибрид, витамин С, гетерозис

INHERITANCE OF VITAMIN C CONTENT IN BLACKCURRANTS BERRIES

E.G. Akulenko, *PhD in Agricultural Sciences*
G.L. Yagovenko, *Grand PhD in Agricultural Sciences*
M.V. Kanshina, *Grand PhD in Agricultural Sciences*
All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center
of Forage Production & Agroecology, p/o Michurinsky, Bryansk, Russia
E-mail:lupin.plodopr@mail.ru

Abstract. The black currant is of undeniable value because of its berries richness with ascorbic acid. The article presents the test results of hybrid progeny on the content of vitamin C. The tests are done in the fruit growing department of the All-Russian Lupin Scientific Research Institute in 2020. The wide known varieties and the best elite selected lines of interspecies origin are used as initial lines. The mother lines are Yadrenaya, Tchereshneva, Stor class, (762-5-82x Dobrynya) x Yadrenaya, 6-28-105, 6-12-230 and 6-11-11; the father lines are Isyumnaya, Yadrenaya, Seletchenskaya 2 and 6-12-128. The content of vitamin C in hybrids varied from 88 to 401 mg%. The content of ascorbic acid of the most hybrid plants was higher than 200 mg%. The most number of seedlings exceeded the parental lines in this character was in the family Yadrenaya x Isyumnaya (68%), Tchereshneva x 6-12-128 (80.5%) and 6-11-11 x Seletchenskaya 2 (97.5%). Plants with positive transgressive in the tested character were splatted off in each of studied families ($Tc_{max} = 11.0 - 97.5\%$). The families Yadrenaya x Isyumnaya, Tchereshneva x 6-12-128 and 6-11-11 x Seletchenskaya 2 had high productivity of seedlings exceeded the parental lines in the content of vitamin C in berries: 68%, 80.5% and 97.5% respectively. Heterosis in the content of vitamin C was determined for the families 6-11-11 x Seletchenskaya 2 ($H_p = +2.0$), Tchereshneva x 6-12-128 ($H_p = +3.1$). The genotypes with the content of vitamin C higher than 300 mg% were selected. There are genotypes 7-10-36 (356 mg%), 7-10-15 (370 mg%), 23-6 (401 mg%) etc. They will be used in breeding as a source for high content of vitamin C.

Keywords: black currants, breeding, hybrid, vitamin C, heterosis

Одно из основных достоинств ягод смородины черной – высокое содержание в них витамина С, которое у разных сортов и форм варьирует от 80 до 400 мг%. [2–4] Учитывая профилактическое и лечебное значение ягод смородины черной, к новым сортам предъявляют требования по содержанию аскорбиновой кислоты не менее 180...200 мг%. Наследование признака С-витаминности зависит от подбора родительских форм. Как правило, наибольшее количество высоковитаминных

форм отобрано там, где обе родительские формы имели высокое содержание аскорбиновой кислоты. [6, 8] Однако, в семьях, где один или оба родителя – низковитаминные, возможно выявить в потомстве сеянцы с более высоким, чем у родителей, содержанием витамина С. [9] Для повышения витаминности ягод смородины черной используют селекционные методы на гетерозис. Максимальный гетерозисный эффект получается при межлинейной гибридизации с предваритель-

Наследование содержания аскорбиновой кислоты в ягодах гибридного потомства смородины черной, 2020 год

Комбинация скрещивания	Количество семян, шт.	Содержание витамина С, мг %			Т _ч , %	Т _с _{max} , %	Н _р
		♀	♂	F1			
<i>Ядреная</i> х <i>Изюмная</i>	40	180	164	173	32,5	68	+0,13
(762-5-82 х <i>Добрыня</i>) х <i>Ядреная</i>	41	309	180	249	12,2	11	+0,08
6-28-105 х <i>Селеченская 2</i>	42	250	160	195	7,1	11	-0,22
6-12-230 х <i>Ядреная</i>	41	205	180	197	48,7	52	+0,39
<i>Стор класс</i> х <i>Ядреная</i>	41	107	180	168	41,5	39	+0,67
6-11-11 х <i>Селеченская 2</i>	42	203	160	225	64,3	98	+2,0
<i>Черешнева</i> х 6-12-128	44	170	205	242	70,5	80	+3,1

ным инбридингом исходных форм. [5] С помощью инбридинга в результате генных рекомбинаций образуются новые локусы генов, способствующие проявлению более высокого уровня отдельных признаков по сравнению с родительскими формами (гетерозисный эффект).

Цель работы – оценить гибриды смородины черной по содержанию витамина С для выявления лучших генотипов по этому признаку.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020 году в отделе плодоводства ВНИИ люпина. Агротехника предусматривала мероприятия, обеспечивающие нормальный рост и развитие плодовых растений. Подбор родительских форм, выращивание и изучение потомства, полевые учеты и наблюдения осуществляли в соответствии с «Программой и методикой селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. [9] Определяли витамин С по методике Ермакова А.И. Исходные формы – широкоизвестные сорта и лучшие элитные отборы межвидового происхождения, отличающиеся как комплексом хозяйственно-биологических признаков, так и высоким уровнем отдельных из них. Материнские – *Ядреная*, *Черешнева*, *Стор класс*, (762-5-82 х *Добрыня*) х *Ядреная*, 6-28-105, 6-12-230, 6-11-11; отцовские – *Изюмная*, *Ядреная*, *Селеченская 2*, 6-12-128. Степень фенотипического доминирования и уровень гетерозиса определяли по методике F. Petr, K. Frey, успешно опробованной на плодовых культурах С.Д. Айтжановой [1], количественный учет трансгрессивной изменчивости в гибридном потомстве рассчитывали по формулам, разработанным на землянике садовой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ гибридного потомства по уровню накопления витамина С выявил широкий размах изменчивости показателя, при этом выделены семена с содержанием в ягодах от 88 (*Стор класс* х *Ядреная*) до 401 мг% (6-11-11 х *Селеченская 2*). Во всех изученных семьях в гибридном потомстве выщеплялись растения с положительной трансгрессией по изучаемому признаку (Т_с_{max} = 11,0...97,5%). Высокий выход семян, превосходящих родительские формы по содержанию в плодах витамина С, у семей *Ядреная* х *Изюмная* (68%), *Черешнева* х 6-12-128 (80,5%), 6-11-11 х *Селеченская 2* (97,5%) (см. рисунок, 4-я стр. обл.).

При расчете степени доминантности среди всех комбинаций скрещивания гетерозис по признаку С-витаминности ягод установлен в семьях 6-11-11 х *Селеченская 2* (Н_р = +2,0) и *Черешнева* х 6-12-128 (Н_р = +3,1). Влияние лучшего родителя отмечено в семьях *Стор класс* х *Ядреная* (Н_р = +0,7), 6-12-230 х *Ядреная* (Н_р = +0,4), *Ядреная* х *Изюмная* (Н_р = +0,1), (762-5-82 х *Добрыня*) х *Ядреная* (Н_р = +0,1), худшего – 6-28-105 х *Селеченская 2* (Н_р = -0,2).

В результате исследований выделен ряд высоко-витаминных форм, способных накапливать более 300 мг% аскорбиновой кислоты. Из семьи 6-11-11 х *Селеченская 2* – 23-76 (302 мг%), 23-99 (304 мг%), 23-50 (324 мг%), 23-6 (401 мг%); *Ядреная* х *Изюмная* – 7-1-116 (303 мг%); (762-5-82 х *Добрыня*) х *Ядреная* – 7-1-224 (312 мг%), 7-1-166 (327 мг%), 7-1-119 (344 мг%); 6-12-230 х *Ядреная* – 7-1-227 (311 мг%); *Черешнева* х 6-12-128 – 7-10-34 (328 мг%), 7-10-14 (336 мг%), 7-10-36 (356 мг%), 7-10-15 (370 мг%). Эти формы в дальнейшем рекомендованы для использования в селекции смородины черной как источники высокой С-витаминности ягод.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Айтжанова С.Д. Селекция земляники в юго-западной части Нечерноземной зоны России. Автореф. док. дис. Брянск, 2002. С. 50.
2. Акуленко Е.Г., Канышина М.В., Яговенко Г.Л. Результаты и перспективы селекции смородины черной во ВНИИ люпина. В сб.: Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 63. С. 11-15.
3. Астахов А.И., Маркелова Н.В. Создание комплексных доноров в селекции черной смородины. Садоводство и виноградарство. 2007. № 2. С. 6-8.
4. Жидехина Т.В., Родюкова О.С., Могомедов С.А., Бочарова Т.Е. Хозяйственно-биологическая оценка новых сортов смородины черной. Садоводство и виноградарство. 2007. № 2. С. 15-16.
5. Канышина М.В. Смородина черная: селекция, генетика, сорта. Челябинск: НПО «Сад и огород»: Челябинский дом печати, 2013. С. 160.
6. Князев С.Д., Огольцова Т.П. Селекция черной смородины на современном этапе. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2004. С. 238.
7. Сазонов Ф.Ф., Сазонова И.Д., Никулин А.А. Потенциал генофонда смородины черной в связи с селекцией на увеличение С-витаминности плодов. В сб.: Плодоводство и ягодоводство России. ВСТИСП, 2016. Т. XXXXVII. С. 278-283.
8. Сазонов Ф.Ф. Селекция смородины черной в условиях Юго-Западной части Нечерноземной зоны России:

монография. М.: ВСТИСП: Саратов: Амirit, 2018. С. 304.

9. Седов, Е.Н. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1995. С. 502.

REFERENCES

1. Ajtzhanova S.D. Selekcija zemlyaniki v yugo-zapadnoj chasti Nechernozemnoj zony Rossii. Avtoref. dok. dis. Bryansk, 2002. S. 50.
2. Akulenko E.G., Kan'shina M.V., Yagovenko G.L. Rezul'taty i perspektivy selekcii smorodiny chernoj vo VNIИ lyupina. V sb.: Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2020. T. 63. S. 11-15.
3. Astahov A.I., Markelova N.V. Sozdanie kompleksnyh donorov v selekcii chernoj smorodiny. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2007. № 2. S. 6-8.
4. Zhidekhina T.V., Rodyukova O.S., Mogomedov S.A., Bocharova T.E. Hozyajstvenno-biologicheskaya ocenka novyh sortov smorodiny chernoj. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2007. № 2. S. 15-16.
5. Kan'shina M.V. Smorodina chernaya: selekcija, genetika, sorta. Chelyabinsk: NPO «Sad i ogorod»: Chelyabinskij dom pečhati, 2013. S. 160.
6. Knyazev S.D., Ogol'cova T.P. Selekcija chernoj smorodiny na sovremennom etape. Орel: Izd-vo Орel GAU, 2004. S. 238.
7. Sazonov F.F., Sazonova I.D., Nikulin A.A. Potencial genofonda smorodiny chernoj v svyazi s selekciej na uvelichenie S-vitaminnosti plodov. V sb.: Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. VSTISP, 2016. T. XXXXVII. S. 278-283.
8. Sazonov F.F. Selekcija smorodiny chernoj v usloviyah Yugo-Zapadnoj chasti Nechernozemnoj zony Rossii: monografiya. М.: VSTISP: Саратов: Амirit, 2018. S. 304.
9. Sedov, E.N. Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. Орel: Izd-vo VNIИСПК, 1995. S. 502.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ДОНСКОЙ АБОРИГЕННЫЙ СОРТ ВИНОГРАДА ДУРМАН

Валентина Алексеевна Ганич, кандидат сельскохозяйственных наук
Людмила Георгиевна Наумова, кандидат сельскохозяйственных наук

ВНИИ виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко –
филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», г. Новочеркасск, Россия
E-mail: LGnaumova@yandex.ru

Аннотация. В 2015–2021 годах в условиях Нижнего Придонья (Ростовская область) изучен донской аборигенный сорт винограда Дурман. Контроль – Рислинг рейнский. Исследования проводили на Донской ампелографической коллекции по общепринятым в виноградарстве методикам и ГОСТам. По данным метеопоста института представлены и описаны метеорологические условия в годы наблюдений. Цель работы – изучить производственно-биологические показатели малораспространенного аборигенного донского сорта винограда Дурман. Приведены данные фенологических наблюдений, агробиологических показателей, оценка урожая и его качества. Процент сохранившихся глазков в укрывном валу в среднем составил 69,9 (Дурман) и 70,1 (Рислинг рейнский). По плодородности побегов (78 и 69%) и коэффициенту плодоношения (1,2) не было значительных различий между сортами. Дурман более чем в два раза превышал контрольный сорт по средней массе грозди (180 и 96 г) и урожайности (12,2 и 5,3 т/га соответственно). Полученные экспериментальные образцы сухих белых вин имели высокие органолептические характеристики. Дегустационная оценка вин по десятибалльной шкале: 8,6 – Дурман, 8,7 – Рислинг рейнский. Представлены данные молекулярно-генетического исследования по шести микросателлитным локусам. Дурман выделен как перспективный сорт по урожайности и качеству винодельческой продукции, рекомендован для расширения сортимента виноградных насаждений и использования в селекции на качество урожая. В 2022 году включен в Государственный реестр сортов РФ, допущенных к использованию в Северо-Кавказском регионе.

Ключевые слова: сорт винограда, донские аборигенные сорта, Нижнее Придонье, ампелографическая коллекция, урожайность, кондиции, дегустационная оценка вина

PERSPECTIVE DON ABORIGINAL GRAPE VARIETY DURMAN

V.A. Ganich PhD in Agricultural Sciences

L.G. Naumova, PhD in Agricultural Sciences

All-Russian Research Ya.I. Potapenko Institute for Viticulture and Winemaking –
Branch of the FSBSI «Federal Rostov Agricultural Research Center», Novocherkassk, Russia
E-mail: LGnaumova@yandex.ru

Abstract. In 2015–2021 in the conditions of the Lower Don region (Rostov region, Russia), a study of the Don native grapevine variety Durman was carried out in comparison with the control variety Riesling Rhenish. The studies were carried out on the Don ampelographic collection according to the methods generally accepted in viticulture and National Standards. On the base of the data from Institute's meteorological station, the meteorological conditions in the years of observation are presented and described. The purpose of the research was to study the production and biological indicators of rare aboriginal Don grapevine variety Durman. The data of phenological observations, agrobiological indicators, assessment of the yield and its quality are given. The percentage of preserved eyes in the covering shaft averaged 69.9% for Durman variety and 70.1% for Riesling Rhenish variety. According to the fruitfulness of the shoots (78 and 69%) and the fruiting coefficient (1.2), there were no significant differences between the varieties. Variety Durman was more than 2 times higher than the control variety in terms of average bunch weight (180 and 96 g, respectively) and yield (12.2 and 5.3 t/ha, respectively). The obtained experimental samples of dry white wines had high organoleptic characteristics. The tasting scores for Durman and Riesling Rhenish wines were 8.6 and 8.7 points, respectively (on a 10-point scale). The data on the molecular genetic study of Durman variety (for 6 microsatellite loci) are presented. According to the results of the research, Durman grapevine variety stood out as promising in terms of yield and quality of wine products. This variety is recommended for expanding the range of vine plantations and for use in breeding for crop quality. In 2022, it was included in the State Register of varieties of the Russian Federation approved for use in the North Caucasus region.

Keywords: grapevine variety, Don native varieties, Lower Don region, ampelographic collection, productivity, conditions, tasting assessment of wine

Подбор сортового состава винограда для производства конкретного типа вина – один из факторов получения качественной винодельческой продукции. Повышенный интерес представляют аборигенные сорта винограда, так как они в результате эволюции приобрели наследственные признаки высокой адаптивности, урожайности и качества. Вина из аборигенных сортов создают самобытный и отличный стиль винодельческого региона. [1, 2, 6, 9, 10]

В традиционно виноградарских районах РФ наблюдается расширение насаждений аборигенных сортов винограда, удовлетворяющих требованиям производства вин высших категорий качества. Для них необходима мощная сырьевая база, представленная уникальными сортами, поэтому исследования, посвященные оценке аборигенных сортов винограда, стали актуальными. [3, 5, 8]

Цель работы – изучить производственно-биологические показатели малораспространенного аборигенного сорта винограда.

ригенного донского сорта винограда *Дурман*, произрастающего в условиях Нижнего Придонья.

Дурман (см. рисунок, 4-я стр. обл.) – технический сорт среднего срока созревания, часто встречался на старых донских виноградниках. В коллекции института «Магарач» числится под названием *Мускат константинопольский*, что, по мнению М.А. Лазаревского [2], дает основание считать местом его происхождения Малую Азию. Листья темно-зеленые, крупнозубчатые, имеют визуальное сходство с листьями однолетнего травянистого растения рода *Дурман* семейства Пасленовых – *Дурман обыкновенный* (*Datura stramonium* L.).

По основным признакам *Дурман* отнесен к эколого-географической группе сортов бассейна Черного моря (*Proles pontica* Negr.).

Коронка молодого побега полностью открытая. Опушение верхушки побега густое паутинистое с редкими щетинками. Окраска опушения отсутствует. Верхняя сторона пластинки молодых листьев зеленая с антоциановыми пятнами. Опушение между главными жилками нижней стороны листа паутинистое средней густоты, на главных жилках снизу – щетинистое средней густоты.

Сформировавшиеся листья большие, темно-зеленые, кожистые, угловатых очертаний, почти плоские, с отгибающимися кверху волнистыми, гофрированными краями, слабо рассеченные, трех- или пятилопастные. Верхняя поверхность листа блестящая, мелко сетчато-морщинистая, снизу с редким, но хорошо заметным паутинистым опушением, легко сбивающимся к осени в клочки, и густыми щетинками на жилках всех порядков.

Верхние вырезки мелкие, реже – средней глубины, открытые с почти параллельными сторонами или закрытые с эллиптическими просветами. Нижние вырезки обычно отсутствуют или едва намечены в виде входящих углов. Черешковая выемка открытая, лировидная или закрытая, со слегка перекрывающимися лопастями, широким овальным просветом и острым дном. Зубчики на концах лопастей и краевые крупные, узкотригильные, иногда со слабовыпуклыми сторонами. Черешок и основания главных жилок (особенно на верхней стороне) с бледным винно-красным оттенком.

Цветки функционально женские, за годы наблюдений опыление было хорошее, и сорт не имел склонности к кюлюру и мильондажу. Но растения находятся на коллекционном участке, где рядом произрастают сорта с обоеполым типом цветка.

Грозди средней величины и большие (длина – 17...19, ширина – 8...9,4 см), цилиндрические, рыхлые и очень рыхлые. Ягоды средние (длина – 15,5, ширина – 15,1 мм, масса – 2,4 г), округлые, белые с золотисто-коричневым загаром на солнечной стороне. Кожица тонкая, легко разрывающаяся. Мякоть сочная, тающая. Вкус приятный, с легким мускатным привкусом. Содержание в процентах к массе грозди: сока – 77; гребней – 2,4; выжимок – 16,5; семян – 4,1. Масса 100 ягод – 220 г. Рост кустов мощный, вызревание побегов удовлетворительное. [2, 7]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск) в 2015–2021 годах изучали донской аборигенный сорт винограда *Дурман* и контрольный *Рислинг рейнский*. Культура ведения – укрывная, привитая на подвое *Берландиери* х *Рипариа Кобер* 5ББ, неполивная. Формировка кустов – длиннорукавная, схема посадки – 3,0 × 1,5 м. Технология возделывания виноградников общепринятая для северной зоны промышленного виноградарства РФ.

Почва – обыкновенный карбонатный чернозем, среднемощный, слабо гумусированный, тяжелоуглинистый, не засолен, обогащен карбонатами кальция, с высоким содержанием усвояемых форм фосфора и средним подвижного калия. Мощность гумусового горизонта (А–В) достигает 90 см, гумус в плантажном слое – 3,5...4,0%. Глубина залегания грунтовых вод на 15...20 м.

Сорта винограда изучали по общепринятым в виноградарстве методикам. Сахаристость сока ягод определяли по ГОСТ 27198-87, титруемую кислотность – ГОСТ 32114-2013. Образцы вино-материалов готовили в лаборатории виноделия по классической технологии приготовления белых сухих вин. Оценка образцов вин приведена по протоколам дегустационной комиссии института (десятибалльная шкала), утвержденной приказом директора, в соответствии с ГОСТ 32051-2013.

Таблица 1.
Температурные условия вегетационных периодов 2015–2021 годов

Месяц	Средняя температура воздуха, °С							Многолетнее значение
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Апрель	10,2	13,4	10,0	12,9	11,1	9,1	9,7	10,2
Май	16,9	16,9	16,6	20,0	18,7	15,2	17,9	16,8
Июнь	23,4	22,8	21,9	24,6	25,2	23,3	21,7	20,9
Июль	24,9	24,4	24,8	25,6	22,4	25,3	25,9	23,3
Август	25,2	26,7	26,9	24,8	23,2	23,2	25,0	22,2
Сентябрь	22,2	16,3	20,0	19,5	17,0	19,9	15,5	16,4
Октябрь	7,5	7,5	9,8	13,0	12,1	14,5	9,8	8,8

Таблица 2.
Условия годового биологического цикла винограда по количеству осадков в период вегетации

Год	Осадки, мм							За период
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	
2015	82,0	85,0	28,1	6,5	5,3	2,6	50,6	260,1
2016	11,3	165,0	47,8	87,6	4,3	54,5	26,7	397,2
2017	92,5	57,7	43,0	41,3	10,7	11,9	44,9	302,0
2018	6,7	23,7	4,7	101,8	10,6	35,9	43,1	226,5
2019	35,0	63,0	12,2	31,0	16,9	13,2	12,1	183,4
2020	10,8	49,0	27,0	43,0	9,0	0,2	17,8	156,8
2021	33,8	48,0	56,4	68,4	26,8	17,6	2,6	253,6
Многолетнее значение	36,9	49,1	59,7	44,7	41,1	37,7	39,1	308,3

Гидротермические данные представлены метеопостом ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ. Температура воздуха вегетационных периодов была выше средних многолетних данных. Три года (2017, 2020 и 2021) из семи лет наблюдений температура была на уровне 10, 9,1 и 9,7°C соответственно, что ниже среднемноголетней (10,2°C) (табл. 1).

Наиболее засушливые вегетационные периоды 2020 и 2019 годов, когда выпало 156,8 и 183,4 мм осадков соответственно. Максимальное количество осадков отмечено в 2016 году – 397,2 мм, что выше средних многолетних значений – 308,3 мм (табл. 2).

По сумме активных температур и продолжительности периодов вегетации года также различались (табл. 3). Самый короткий вегетационный период в 2015 году – 167 дн., продолжительный в 2019 – 206 дн. Наибольшая сумма активных температур была в 2018 – 4210°C. Максимальные температуры воздуха отмечены в 2015 – 37,5°C (31 июля), 2016 – 37,5° (17 июля), 2017 – 39° (8 августа), 2018 – 40° (28 июня), 2019 – 37,2° (23 июня), 2020 – 39,9° (7 июля), 2021 – 38,8°C (19 июля).

У сорта винограда *Дурман* проявляется реакция на самую высокую сумму активных температур (сезон вегетации 2018 года), сахаристость сока ягод была максимальной за изучаемый период – 22,1 г/100 см³.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях Нижнего Придонья дата начала распускания почек по средним многолетним данным – 24...26 апреля, у изучаемых сортов (в среднем за годы исследований) – 27 и 28 апреля (табл. 4).

По количеству дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод оба сорта были среднего срока созревания, что делает их более ценными при выращивании в агроклиматических условиях Ростовской области, так как сорта позднего срока созревания не всегда достигают технологической зрелости ягод. Продолжительность вегетационного периода у *Дурмана* – 139, *Рислинг рейнский* – 142 дня.

Один из важных хозяйственно ценных показателей сорта – процент распутившихся почек, показывающий их сохранность при возделывании сортов в укрывной культуре. Процент распутившихся почек у обоих сортов высокий: *Дурман* – 69,9, *Рислинг рейнский* – 70,1.

По плодоносности побегов и коэффициенту плодоношения между сортами также не было значительных различий.

Показатель продуктивности – урожайность, зависящая от многих факторов, наиболее важными из которых считаются генетические особенности сорта, метеорологические условия в годы исследований, агротехника.

Масса грозди в совокупности с плодоносностью побега определяет количество урожая. *Дурман* по сравнению с сортом *Рислинг рейнский* имеет более крупные грозди (180 г). Средняя урожайность у *Рислинга рейнского* – 5,3 т/га, что меньше чем у *Дурмана* в 2,3 раза.

Изучаемые сорта относятся к виду *Vitis vinifera* L. и требуют полного комплекса защитных мероприятий. За годы исследований у сорта *Дурман* отмечено

Таблица 3.
Теплообеспеченность и продолжительность вегетационного периода винограда

Год	Продолжительность вегетационного периода		Сумма активных температур, °С
	дата	дни	
2015	24 апреля...7 октября	167	3745
2016	5 апреля...10 октября	188	3789
2017	27 апреля...15 октября	172	3531
2018	5 апреля...26 октября	204	4210
2019	7 апреля...29 октября	206	3927
2020	24 апреля...5 ноября	196	3481
2021	13 апреля...23 октября	194	3590

Таблица 4.
Агробиологические показатели сортов, 2015–2021 годы

Показатель	<i>Дурман</i>	<i>Рислинг рейнский</i>
Дата начала распускания почек	28,04	27,04
Распутившиеся почки, %	69,9	70,1
Плодоносные побеги, %	77,9	69,3
Коэффициент плодоношения	1,2	1,2
Средняя масса грозди, г	180	96
Расчетная урожайность, т/га	12,2	5,3
Дата химического анализа	15.09	16.09
Сахаристость сока ягод, г/100 см ³	20,9	20,7
Титруемая кислотность, г/дм ³	7,1	8,1
От начала распускания почек до полной зрелости ягод, дн.	139	142
Сумма температур, °С	3123,4	3146,7
Дегустационная оценка вина, балл	8,6	8,7
Тип вина	Сухое белое	

повреждение милдью в средней степени и слабое серой гнилью, в отличие от *Рислинга рейнского*, который повреждается ими сильнее.

Качество получаемого урожая, в первую очередь, зависит от содержания сахаров и титруемых кислот в соке ягод. Во II-й декаде сентября образцы накапливают более 20 г/100 см³ сахаров при оптимальной кислотности. Для проведения технологической оценки сорта *Дурман* его урожай использовали для приготовления белого сухого вина. Вино прозрачное, с блеском, бледно-соломенного цвета. В аромате мускатно-пряные тона, переходящие во вкус, аромат сложный, хорошо развитый, с цветочными нотками. Вкус полный, гармоничный. Дегустационная оценка – 8,6 балла, в отдельные особо удачные годы – 8,8 балла.

Вино из контрольного сорта отличается бледно-соломенным цветом, с зеленоватым оттенком. Типичный сортовой аромат хорошо развит. Вкус полный, умеренно свежий, гармоничный. Дегустационная оценка – 8,7 балла.

В Центре коллективного пользования «Геномные и постгеномные технологии» (СКФНЦСВВ, г. Краснодар) выполнены исследования по определению молекулярно-генетического паспорта сорта *Дурман* (по шести микросателлитным локусам): VVS2 135:143, VVMD7 239:239, VVMD27 195:195,

VVMD5230:234, VrZAG62188:196, VrZAG79250:252. Знание генетических данных очень важно, так как местные сорта и дикорастущие виды часто несут ценные гены, которые могут быть востребованными на определенном этапе селекции. [4]

Таким образом, мы считаем, что сорт *Дурман* целесообразно использовать для получения высококачественных вин, а также как материнскую форму в селекции на качество урожая. Недостаток сорта – функционально женский тип цветка, поэтому его рекомендуется выращивать в смешанных посадках, внутри массива, для улучшения качества опыления. В 2022 году *Дурман* включен в Государственный реестр сортов РФ, допущенных к использованию в Северо-Кавказском регионе.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Айба В.Ш., Трошин Л.П., Кравченко Р.В. Генотипы аборигенных сортов и интродуцентов винограда в Абхазии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского Государственного аграрного университета. 2014. № 100(06). С. 831–842.
2. Алиев А.М., Кравченко Л.В., Наумова Л.Г., Ганич В.А. Донские аборигенные сорта винограда. 2-е изд., перераб. и доп. Новочеркасск, 2013. 132 с. ISBN:978-5-85633-033-4.
3. Ганич В.А., Наумова Л.Г., Матвеева Н.В. Донские автохтонные сорта винограда для расширения сортимента виноградных насаждений в Нижнем Придону // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 63 (3). С. 30–44. doi: 10.30679/2219-5335-2020-3-63-30-44
4. Дзюбенко Н.И. Генетические ресурсы культурных растений – основа продовольственной и экологической безопасности России // Вестник Российской академии наук. 2015. № 85(1). С. 3–8. doi: 10.7868/S0869587315010041
5. Егоров Е.А., Петров В.С. Сортотипология в современном виноградарстве России: сб. науч. тр. Ялта // Виноградарство и виноделие. 2020. Т. 49. С.47–151.
6. Ильницкая Е.Т., Токмаков С.В. Изучение полиморфизма SSR-локусов южнороссийских аборигенных сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. № 27(3). С. 1–6.
7. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Матвеева Н.В. Сорта винограда для качественного виноделия // Донские автохтонные сорта. Новочеркасск, 2020. Т. 2. 56 с. ISBN: 978-5-85633-065-5.
8. Романишин П.Е., Попандопуло В.Г., Якименко Е.Н. и др. Технологическая направленность донских аборигенных сортов винограда в условиях Кубани. Мат. Междунар. конф. Повышение конкурентоспособности продукции виноградарства и виноделия на основе создания новых сортов и технологий. Новочеркасск. 2012. С. 187–190.
9. Failla O. East-West collaboration for grapevine diversity exploration and mobilization of adaptive traits for breeding: A four years story // Vitis–Geilweilerhof. 2015. No. 54. PP. 1–4.
10. Labagnara T., Bergamini C., Caputo A.R., Cirigliano P. Vitis vinifera L. germplasm diversity: a genetic and ampelometric study in ancient vineyards in the South of Basilicata region (Italy) // Vitis. Journal of Grapevine Research. 2018. Vol. 57. No. 1. PP. 1–8. doi: 10.5073/vitis.2018.57.1-8

REFERENCES

1. Ajba V.Sh., Troshin L.P., Kravchenko R.V. Genofond aborigennykh sortov i introducentov vinograda v Abhazii // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 100(06). S. 831–842.
2. Aliev A.M., Kravchenko L.V., Naumova L.G., Ganich V.A. Donskie aborigennye sorta vinograda. 2-e izd., pererab. i dop. Novocherkassk, 2013. 132 s. ISBN:978-5-85633-033-4.
3. Ganich V.A., Naumova L.G., Matveeva N.V. Donskie avtohtonnye sorta vinograda dlya rasshireniya sortimenta vinogradnykh nasazhdenij v Nizhnem Pridon'e // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2020. № 63 (3). S. 30–44. doi: 10.30679/2219-5335-2020-3-63-30-44
4. Dzyubenko N.I. Geneticheskie resursy kul'turnykh rastenij – osnova prodovol'stvennoj i ekologicheskoy bezopasnosti Rossii // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. 2015. doi:Egorov E.A., Petrov V.S. Sortovaya politika v sovremenom vinogradarstve Rossii: sb. nauch. tr. Yalta // Vinogradarstvo i vinodelie. 2020. T. 49. S. 47–151.
5. Il'nickaya E.T., Tokmakov S.V. Izuchenie polimorfizma SSR-lokusov yuzhnorossijskikh aborigennykh sortov vinograda // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2014. № 27(3). S. 1–6.
6. Naumova L.G., Ganich V.A., Matveeva N.V. Sorta vinograda dlya kachestvennogo vinodeliya // Donskie avtohtonnye sorta. Novocherkassk, 2020. T. 2. 56 s. ISBN: 978-5-85633-065-5.
7. Romanishin P.E., Popandopulo V.G., Yakimenko E.N. i dr. Tekhnologicheskaya napravlennoost' donskikh aborigennykh sortov vinograda v usloviyah Kubani. Mat. Mezhdun. konf. Povyshenie konkurentosposobnosti produkcii vinogradarstva i vinodeliya na osnove sozdaniya novykh sortov i tekhnologij. Novocherkassk. 2012. S. 187–190.
8. Failla O. East-West collaboration for grapevine diversity exploration and mobilization of adaptive traits for breeding: A four years story // Vitis–Geilweilerhof. 2015. No. 54. PP. 1–4.
9. Labagnara T., Bergamini C., Caputo A.R., Cirigliano P. Vitis vinifera L. germplasm diversity: a genetic and ampelometric study in ancient vineyards in the South of Basilicata region (Italy) // Vitis. Journal of Grapevine Research. 2018. Vol. 57. No. 1. PP. 1–8. doi: 10.5073/vitis.2018.57.1-8

ВЛИЯНИЕ СТРЕСС-ФАКТОРОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ПЕРСИКА ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ*

Юлия Сулевна Абиляфова, кандидат биологических наук
 ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук», г. Сочи, Россия
 E-mail: Citrus_Sochi@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты многолетних исследований по изучению химического состава плодов различных сортов *Persica vulgaris* (Mill.), выращиваемых в субтропической зоне Черноморского побережья Краснодарского края. Цель работы – оценка плодов различных сортов персика по биохимическому составу и выделение наиболее перспективных генотипов для дальнейшей селекции на улучшение качественных показателей и получение высоковитаминной продукции. Биохимические анализы персика проводили (2019–2021 годы) в лаборатории физиологии и биохимии растений ФИЦ СЦ РАН классическими методами. Объект исследований – плоды сортов персика Редхавен (контроль), Украинский, Антон Чехов, Пламя, Мария Серена, Осенний румянец, Обильный, Орион, отличающиеся различной степенью устойчивости к неблагоприятным экологическим условиям. Отмечено низкое содержание сахара у сортов – Обильный, Пламя, Мария Серена, что достоверно ниже в 1,4–1,7 раза по сравнению с контрольным, высокое содержание витамина С – Антон Чехов, Украинский (до 16,00 мг%), низкое – Обильный, Осенний румянец, что по сравнению с контрольным ниже на 5,40–7,07 мг%. Высокая кислотность плодов отмечена у сортов – Мария Серена, Орион, Осенний румянец, Обильный (до 1,37%). Наилучшими вкусовыми качествами отличались плоды сортов Антон Чехов, Украинский, Редхавен, которые имели высокий сахарокислотный коэффициент – 8,29–12,00 ед. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности проведения в дальнейшем анализа плодов персика для выявления наилучших сортов с повышенными биохимическими показателями качества продукции и устойчивых к неблагоприятным погодным условиям влажных субтропиков России.

Ключевые слова: субтропики России, персик, плоды, погодные условия, биохимический состав, сахар, аскорбиновая кислота, сахарокислотный индекс

INFLUENCE OF STRESS FACTORS ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF PEACH FRUITS IN THE HUMID RUSSIAN'S SUBTROPICS

Yu.S. Abilfazova, PhD in Biological Sciences
 Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Sochi, Russia
 E-mail: Citrus_Sochi@mail.ru

Abstract. The results of long-term investigations of the chemical composition of *Persica vulgaris* (Mill.) various varieties fruits, grown in the subtropical zone of the Krasnodar Territory the Black Sea coast, are presented. The aim of the work is to evaluate the various varieties peach fruits the by biochemical composition and to identify the most promising genotypes for further selection to improve quality indicators and obtain high vitamin products. Biochemical analyzes of peach were carried out (2019–2021) in the plant physiology and biochemistry laboratory of the FRC SNC RAS using classical approaches. The test object is the fruits of Redhaven (control), Ukrainian, Anton Chekhov, Flame, Maria Serena, Autumn blush, Abundant, Orion peach varieties, which differ in varying degrees of resistance to adverse environmental conditions. A low sugar content was noted in Obilniy, Flame, Maria Serena varieties, which is significantly lower by 1.4–1.7 times compared to the control, high content of vitamin C in Anton Chekhov, Ukrainian (up to 16.00 mg%), low – Abundant, Autumn blush, which is lower by 5.40–7.07 mg% compared to the control. High acidity of fruits was noted in varieties Maria Serena, Orion, Autumn blush, Obilniy (up to 1.37%). The best taste qualities were distinguished by the fruits of the varieties Anton Chekhov, Ukrainian, Redhaven, which had a high sugar-acid coefficient 8.29–12.00 units. The data obtained indicate the expediency of peach fruits further analysis to identify the best varieties with increased biochemical indicators of product quality and resistant to adverse weather conditions in the humid subtropics of Russia.

Keywords: subtropics of Russia, peach, fruits, weather conditions, biochemical composition, sugar, ascorbic acid, sugar-acid index

Persica vulgaris (Mill.) – ценная и перспективная плодовая культура. Она широко представлена в южных регионах Российской Федерации и многих странах мира (Китай, Греция, Южная Корея, США, Южная Африка, Япония, Австралия, Турция, Италия, Испания и другие). [16]

Персик – многолетнее листопадное растение подсемейства миндальных *Amygdalaceae*, семейства

розоцветных *Rosaceae* Juss., происходит из горных южных районов и отличается значительной приспособленностью к климатическим условиям данных регионов. [8] Это скороплодная и высокоурожайная культура. Растения персика наиболее теплолюбивые из всех косточковых и не переносят резкие перепады температуры. Для хорошего урожая нужна стабильная теплая погода.

* Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СЦ РАН № 0492-2021-0008 «Создание, изучение и сохранение генофонда коллекции субтропических и декоративных культур» / The publication was prepared as part of the implementation of the State Order of the FRC SNC RAS No. 0492-2021-0008 «Creation, study and conservation of the gene pool of subtropical and ornamental crops collection».

Обычно такие условия характерны для г. Сочи во время созревания плодов персика. Близкое расположение к побережью теплого Черного моря обеспечивает благоприятные ночные (18...20°C) и оптимальные дневные (22...24°C) температуры воздуха.

Но в условиях влажных субтропиков России один из основных стресс-факторов — неравномерность выпадения осадков в течение вегетационного периода. При необходимом количестве (400...600 мм) бывает не более 80...150 мм. [2] С середины июня по август на растения действуют высокие температуры воздуха и повышенная влажность, что делает их более восприимчивыми к различным заболеваниям, а это приводит к значительным потерям урожая и ухудшению качества плодов. [4, 9] Поэтому подбирают наиболее адаптированные сорта отечественной и зарубежной селекции с учетом требований современного адаптивного садоводства, отличающиеся устойчивостью к биотическим и абиотическим стресс-факторам, стабильной урожайностью с высококачественной продукцией. [14, 17]

Высокие вкусовые качества плодов персика, выращиваемого в зоне Черноморского побережья России, обеспечивают им конкурентоспособность на мировом рынке. Проводят исследования по выделению и подбору перспективных сортов, что связано с ежегодным возрастанием спроса на отечественную продукцию. [15]

Цветки растений многокислых сортов персика имеют различную окраску. Они бывают белыми, розовыми, красными, полосатыми, махровыми и полумахровыми (декоративные). Персик относится к идеальным для садоводства плодовым растениям, так как его плодоношение начинается уже с третьего года жизни и стабильно продолжается в течение 15...17 лет. [8]

Формирование и созревание плодов длится от 80 до 130 дней в зависимости от сорта, высоты, зоны и расположения насаждения, начиная со II-й декады июня при среднесуточных температурах не ниже 20...24°C. [7]

Культура персика в субтропиках России обладает высоким потенциалом устойчивости с учетом роли сортовой особенности и почвенно-климатических условий региона. [3]

Цель работы — оценить плоды различных сортов персика по биохимическому составу и выделить наиболее перспективные генотипы для дальнейшей селекции на улучшение качественных показателей плодов и получение высоковитаминной продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали свежие плоды девяти сортов персика (опушенные — *Редхавен* (контроль), *Коллинс*, *Украинский*, *Пламя*, *Антон Чехов*, *Мария Серена*, *Осенний румянец* и неопушенные (нектарины) — *Орион*, *Обильный*) в 2019–2021 годах на базе опытно-технологического отдела сектора плодовых культур ФИЦ СЦ РАН. Опыт заложен в открытом грунте (площадь участка — 0,5 га, высота над уровнем моря — 50...70 м). Растения были посажены по схеме — 5 × 2 м в 2008 году на подвое Кубань — 86 (АП — 1), с V-образной кроной в соответствии

с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». [13]

Анализы проводили в лаборатории физиологии и биохимии растений классическими методами. [6, 10] Сахар определяли по Бертрану в модификации Вознесенского, содержание аскорбиновой кислоты — йодометрическим методом с 2% НСЕ и титрованием — 0,001 N раствором КЮ₃, общую кислотность — титрованием с (NaOH) = 0,1 моль/дм³ в присутствии индикатора фенолфталеина, растворимые сухие вещества — с применением рефрактометра.

Почвы бурые лесные. Содержание гумуса — 1,39...2,95%, рН = 6,49...7,86. [5] Агротехника общепринятая для культуры персика — ежегодное внесение удобрений N₁₂₀P₉₀K₉₀, без орошения.

Данные статистически обрабатывали по Доспехову, согласно методическим указаниям для полевых опытов с учетом специфики многолетних культур и применением пакета программ Excel XP.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Потенциал растений персика во влажных субтропиках России зависит от водно-термического режима, места возделывания, количества осадков в период вегетации, возраста растений, сортовых особенностей и многих других факторов. [18]

Проведенные исследования по биохимическому составу плодов персика выявили непосредственное влияние биотических и абиотических факторов на их созревание и вкусовые качества. Длительная холодная и дождливая погода весной, особенно во время цветения растений, отрицательно повлияла на опыление и дальнейшее завязывание плодов. Слишком высокая влажность почвы в мае-июне способствовала развитию грибковых болезней, а обильные осадки приводили к растрескиванию плодов и их опаданию. С III-й декады июня по август стояли сухие жаркие дни с повышенной температурой воздуха (32°C и выше), сопровождавшиеся высокой атмосферной влажностью (70...82%). В таких условиях листья скручивались, желтели и опадали, прекращался рост плодов, особенно у деревьев с хорошей нагрузкой урожаем, снижались продуктивность и качество продукции.

Диетические свойства плодов зависят от содержания аскорбиновой кислоты. Водорастворимый витамин С не синтезируется человеческим организмом, он его получает с пищей. [11] Это природный антиоксидант, способствующий выработке в организме человека иммунной системы, препятствующий развитию различных заболеваний, обладает антимикробными и противовоспалительными свойствами. [1, 12]

Содержание аскорбиновой кислоты у всех сортов варьировало от 5,90 до 15,89 мг%, максимальное — 14,90...15,89 мг% (*Антон Чехов* и *Украинский*), минимальное (*Орион*, *Осенний румянец*, *Обильный*) — ниже на 5,40...7,07 мг% по сравнению с контрольным (рис. 1).

Такие невысокие показатели связаны с сортовыми особенностями растений и низкой устойчивостью к изменяющимся погодным условиям влажных субтропиков.

Изменчивость и дестабилизация погодных условий в период созревания плодов персика влияет на

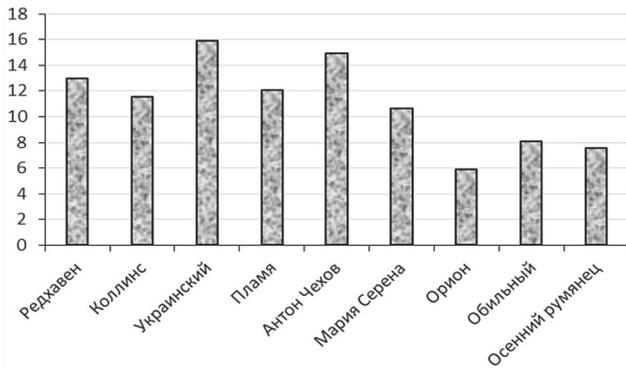


Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах персика, НСР ($P \leq 0,05 = 0,09$).

их сочность и сахаристость. Общий сахар в плодах персика в среднем был низким – 5,55...9,36%. Самое высокое содержание сахара отмечено у сортов *Украинский* и *Редхавен* – 8,93...9,36%. Сорт *Коллинс* (7,10%) занимал нейтральное положение. Существенно ниже контроля (в 1,5...1,7 раза) количество сахара установлено у сортов *Обильный*, *Орион*, *Пламя*, *Мария Серена* – 5,55...6,18% (рис. 2).

Один из наиболее важных показателей качества плодов – кислотность, которая придает им специфический вкус, входит в состав запасных питательных веществ, как субстрат участвует в процессе дыхания. Титруемая кислотность – показатель содержания свободных кислот и кислых солей в плодах, среднем по опыту – 0,77...1,37%. Самая высокая кислотность плодов (1,11...1,37%, в 1,4...1,8 раза выше, чем в контрольном варианте) установлена у сортов *Мария Серена*, *Орион*, *Осенний румянец*, *Обильный*. Низкой кислотностью обладали *Редхавен*, *Антон Чехов*, *Пламя* и *Украинский*. Количество растворимых сухих веществ варьировало от 8,29 до 12,29%.

Степень сладости плодов характеризует сахарокислотный коэффициент и при определенном его соотношении достигается полный вкус плодов. В зависимости от биологических особенностей культуры сахарокислотный показатель может значительно меняться по годам. Наилучшими вкусовыми качествами отличались плоды персика, которые имели высокий сахарокислотный индекс – 8,29...12,00 о.е. (*Антон Чехов*, *Украинский*, *Редхавен*).

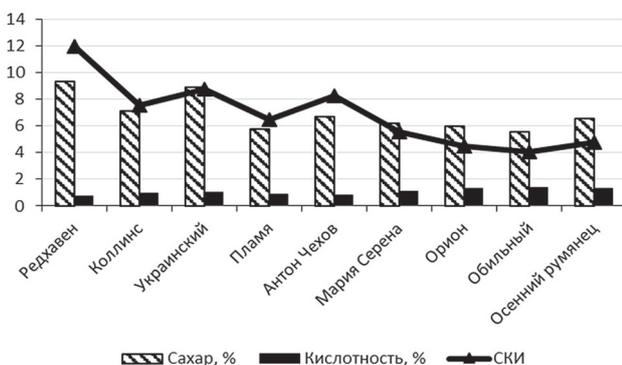


Рис. 2. Содержание общего сахара в плодах персика, НСР ($P \leq 0,05 = 0,45$).

Таким образом, на основании биохимического анализа плодов выявлено, что культура *Persica Mill.* проявляет высокую степень устойчивости к неблагоприятным погодным условиям. Количественное содержание сахара, аскорбиновой кислоты, сухих растворимых веществ в плодах персика зависело от сорта, возраста, пространственного расположения плодов на кроне, абиотических и биотических факторов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Абильфазова Ю.С. Значение витамина С // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: мат. VIII Межд. симп. Пущино, 2009. Т. 3. С. 4–6. ISBN: 978-5-209-03672-2.
- Абильфазова Ю.С. Оценка качества плодов разных сортов персика в условиях Сочи //Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. Сочи: ВНИИЦиСК, 2018. № 67. С. 137–141. doi: 10.31360/2225-3068-2018-67-137-141.
- Абильфазова Ю.С. Адаптивный потенциал персика в субтропиках России //Межд. науч.-практ. конф. «Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство». Ялта, 2012. С. 159.
- Абильфазова Ю.С. Биохимический состав плодов персика в субтропиках России//Садоводство и виноградарство. 2021. № (2). С. 19–23. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-2-19-23>.
- Беседина Т.Д. Сортоизучение культуры персика для оптимизации размещения во влажных субтропиках России //Субтропическое и декоративное садоводство. 2017. № 60. С. 67–72.
- Вознесенский В.Л. Определение сахаров по обесцвечиванию жидкости Феллинга //Физиология растений, М.-Л.: Наука, 1962. Т. 9. В. 2. С. 255–256.
- Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Доможирова В.В. и др. Адаптация культуры персика к условиям выращивания на юге России// Садоводство и виноградарство. 2014. № 6. С. 35–40.
- Ерёмин Г.В. Помология. Косточковые культуры. Орёл: ВНИИСПК, 2008. Т. 3. 315 с.
- Карпун Н.Н., Михайлова Н.Н. Анализ комплекса вредных организмов в агроценозах южных плодовых культур во влажных субтропиках России //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 321–334.
- Методы биохимического анализа растений Киев/Плещков: Наукова думка, 1976. С. 39–178.
- Муравьева Д.А. Фармакогнозия. М.: Медицина, 1981. 656 с.
- Морозкина Т.С., Мойсеенко А.Г. Витамины: монография. Минск: Асар, 2002. 112 с.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
- Смагин Н.Е. Подбор сортов персика для субтропиков России /Сб.науч.тр. ГНУ ВНИИЦ и СК. Сочи, 2012. Вып. 47. С. 77–83.
- Смагин Н.Е., Абильфазова Ю.С. Характеристика сортов персика для импортозамещения//Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 5. С. 57–59. ISSN: 0869-3730.
- Шайтан, И.М., Чуприна Л.М., Анпилогова В.А. Биологические особенности и выращивание персика,

- абрикоса и алычи // Киев: Наукова Думка, 1989. С. 6–154. ISBN 5-12-00082.
17. Cociu, V., Hough, L.F., Ionescu, P.M., Topor E. Results on breeding new very early and early ripening peach and nectarine varieties//Acta Horticulture. 1985. Vol. 173, P. 25–30. doi: 10.17660/ActaHortic.1985.173.3.
 18. Abilfazova Yu.S., Belous O. Evaluation of the functional state of peach varieties (*Prunus persica* Mill.) when exposed hydrothermal stress to plants// Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2018. V. 12. – Vol. 1. P. 723–728. <https://doi.org/10.5219/974>.
- REFERENCES**
1. Abil'fazova Yu.S. Znachenie vitamina S // Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivy ih ispol'zovaniya: mater. VIII Mezhd. simp. Pushchino, 2009. T. 3. S. 4–6. ISBN: 978-5-209-03672-2.
 2. Abil'fazova Yu.S. Ocenka kachestva plodov raznyh sortov persika v usloviyah Sochi //Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo: sb. nauch. tr. Sochi: VNIICiSK, 2018. № 67. S. 137–141. doi: 10.31360/2225-3068-2018-67-137-141.
 3. Abil'fazova Yu.S. Adaptivnyj potencial persika v subtropikah Rossii //Mezhd. nauch.-prakt. konf. «Dendrologiya, cvetovodstvo i sadovo-parkovoe stroitel'stvo». Yalta, 2012. S. 159.
 4. Abil'fazova Yu.S. Biohimicheskij sostav plodov persika v subtropikah Rossii//Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2021. № (2). S. 19–23. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-2-19-23>.
 5. Besedina T.D. Sortoizuchenie kul'tury persika dlya optimizacii razmeshcheniya vo vlazhnyh subtropikah Rossii //Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo. 2017. № 60. S. 67–72.
 6. Voznesenskij V.L. Opredelenie saharov po obesvechivaniyu zhidkosti Fellingha //Fiziologiya rastenij, T. 9. M.-L.: Nauka, 1962. V. –2. S. 255–256.
 7. Dragavceva I.A., Savin I.Yu., Domozhirova V.V. i dr. Adaptaciya kul'tury persika k usloviyam vyrashchivaniya na yuge Rossii// Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2014. № 6. S. 35–40.
 8. Eryomin G.V. Pomologiya. Kostochkovye kul'tury. Oryol: VNIISPK, 2008. T. 3. 315 s.
 9. Karpun N.N., Mihajlova N.N. Analiz kompleksa vrednyh organizmov v agrocenozah yuzhnyh plodovyh kul'tur vo vlazhnyh subtropikah Rossii //Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 130. S. 321–334.
 10. Metody biohimicheskogo analiza rastenij Kiev/Pleshkov: Naukova dumka, 1976. S. 39–178.
 11. Murav'eva D.A. Farmakognoziya. M.: Medicina, 1981. – 656 s.
 12. Morozkina T.S., Mojseenok A.G. Vitaminy: monografiya. Minsk: Asar, 2002. 112 s.
 13. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur /Pod red. E.N. Sedova i T.P. Ogol'covoj. Orel: VNIISPK, 1999. 608 s.
 14. Smagin N.E. Podbor sortov persika dlya subtropikov Rossii /Sb.nauch.tr. GNU VNIIC i SK. Sochi, 2012. Vyp. 47. S. 77–83.
 15. Smagin N.E., Abil'fazova Yu.S. Harakteristika sortov persika dlya importozameshcheniya//Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2016. № 5. S. 57-59. ISSN: 0869-3730.
 16. Shajtan, I.M., Chuprina L.M., Anpilogova V.A. Biologicheskie osobennosti i vyrashchivanie persika, abrikosa i alychi // Kiev: Naukova Dumka, 1989. S. 6 – 154. ISBN 5-12-00082.
 17. Cociu, V., Hough, L.F., Ionescu, P.M., Topor E. Results on breeding new very early and early ripening peach and nectarine varieties//Acta Horticulture. 1985. V. 173, P. 25–30. doi: 10.17660/ActaHortic.1985.173.3.
 18. Abilfazova Yu.S., Belous O. Evaluation of the functional state of peach varieties (*Prunus persica* Mill.) when exposed hydrothermal stress to plants// Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2018. Vol. 12. – Vol. 1. P. 723–728. <https://doi.org/10.5219/974>.

К ВОПРОСУ О ЗАСОРЕННОСТИ ПОЛЕЙ В РЕГИОНАХ РФ СЕМЕНАМИ ЗАРАЗИХИ (*OROBANCHE CUMANA* WALLR.) – ОБЛИГАТНОГО ПАРАЗИТА ПОДСОЛНЕЧНИКА

Татьяна Сергеевна Антонова, доктор биологических наук

Нина Михайловна Арасланова, кандидат сельскохозяйственных наук

Светлана Леонидовна Саукова, кандидат биологических наук

Мария Вячеславовна Ивбор, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»,
г. Краснодар, Россия

E-mail: antonova-ts@mail.ru

Аннотация. Высокая рентабельность подсолнечника – основной масличной культуры в РФ, привела к сокращению срока возврата его на прежнее место в севообороте до одного–трех лет. Это повлекло за собой засорение полей семенами облигатного паразита подсолнечника – заразики (*Orobanche cumana* Wallr.), которая способна уничтожить весь урожай. Цель работы – определить расовую принадлежность семян заразики с полей некоторых регионов РФ. Задачи исследований: установить, какие расы присутствуют на полях; определить наиболее распространенную из них; выявить регионы, где уже имеются биотипы заразики, сумевшие преодолеть устойчивость возделываемого в настоящее время сортимента подсолнечника. Определены расы заразики в образцах ее семян сбора 2020–2021 годов с 25 полей шести регионов РФ (Самарская, Оренбургская, Воронежская, Белгородская области, Ставропольский и Краснодарский края). На большинстве полей доминирует раса G заразики, на которых преобладают менее вирулентные – E и F. Наиболее вирулентный биотип (H) выявлен на полях всех регионов, кроме Алексеевского района Белгородской области. Мониторинг расовой принадлежности семян заразики с полей возделывания подсолнечника актуален для правильного размещения сортимента и замедлит образование высоковирулентных биотипов паразита на каждом поле. Обсуждается необходимость замены возделываемого в РФ сортимента подсолнечника иностранной селекции на сорта и гибриды отечественного производства.

Ключевые слова: подсолнечник, поля, заразики, семена, расы, идентификация

ON THE ISSUE OF FIELDS WEEDINESS WITH SEEDS OF BROOMRAPE (*OROBANCHE CUMANA* WALLR.), AN OBLIGATE PARASITE OF SUNFLOWER IN RUSSIAN FEDERATION THE REGIONS

T.S. Antonova, *Grand PhD in Biological Sciences*

N.M. Araslanova, *PhD in Agricultural Sciences*

S.L. Saukova, *PhD in Biological Sciences*

M.V. Ivebor, *PhD in Agricultural Sciences*

V.S. Pustovojt All-Russian Research Institute of Oil Crops, Krasnodar, Russia

E-mail: antonova-ts@mail.ru

Abstract. The high profitability of sunflower – the main oilseed crop in the Russian Federation, has led to a reduction in the period for its return to its original place in the crop rotation to 1–3 years. This led to the contamination of fields with the seeds the obligate sunflower parasite – broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.), which capable of destroying the whole yield. The purpose of our work is to determine the race of broomrape seeds from the fields of some regions of the Russian Federation. Research objectives are to establish which races are present in the fields; to determine the most common of them; to identify regions where there are already broomrape biotypes that have managed to overcome the resistance of the currently cultivated sunflower assortment. Broomrape races were determined in samples of its seeds collected in 2020–2021 from 25 fields in six regions of the Russian Federation (Samara, Orenburg, Voronezh, Belgorod regions, Stavropol and Krasnodar regions). Most of the fields are dominated by race G broomrape, some are dominated by less virulent ones – E and F. The most virulent biotype (H) was found in the fields of all regions, except for the Alekseevsky district of the Belgorod region. Monitoring of the broomrape seeds race from sunflower fields is relevant for the correct placement of the assortment and will slow down the formation of highly virulent parasite biotypes in each field. The necessity of replacing the sunflower assortment of foreign selection cultivated in the Russian Federation with varieties and hybrids of domestic production is discussed.

Keywords: sunflower, fields, broomrape, seeds, races, identification

Подсолнечник – основная масличная культура, возделываемая в России. Благодаря ее высокой рентабельности страна может полностью обеспечить себя высококачественным растительным маслом. На протяжении трех последних десятилетий площади, занятые подсолнечником, ежегодно увеличивались и в 2021 году достигли 9 млн 652 тыс. га. Процесс интенсификации возделывания культуры

сопровождается сокращением срока ее возврата в севообороте до одного–трех лет. При сопутствующем быстром обеднении почв питательными веществами, необходимыми для растений подсолнечника, возникают проблемы, связанные с сохранением урожая. Нарастает насыщенность агроценозов возбудителями всевозможных болезней и паразитов подсолнечника. Как следствие, приходится увели-

чивать химическую обработку семян и посевов, что представляет опасность для человека. Снижается урожайность и ухудшается качество производимых семян.

В Концепции национальной безопасности Российской Федерации одна из приоритетных задач — обеспечение производства отечественного растительного масла высокого качества на уровне не менее 80 %.

На снижение урожая и качества семенной продукции подсолнечника влияет растение-паразит заразики (*Orobanche cumana* Wallr.) (рис. 1, 2, 3-я стр. обл.). Ее мельчайшие семена сохраняют многолетнюю всхожесть, быстро накапливаются в почве, препятствуя увеличению производства семян подсолнечника не только в РФ, но и странах Европы, регионах Средиземноморья, Азии, Австралии, а также Китае и Северной Африке [1, 3–16].

В более чем столетней истории возделывания подсолнечника в России известны периоды, когда прекращали его выращивать, так как не было возможности избавиться от заразики. Частое использование подсолнечника в севообороте способствует усилению процесса возникновения новых биотипов заразики, способных преодолеть устойчивость к ней у возделываемого сорта, то есть ускоряет появление новых рас паразита.

Интенсификация возделывания подсолнечника в регионах Российской Федерации на протяжении трех последних десятилетий привела к значительной засоренности полей семенами заразики.

Цель работы — определить расовую принадлежность семян заразики с полей некоторых регионов РФ. Задачи исследований: установить какие расы присутствуют на полях; определить наиболее распространенную из них; выявить регионы, где уже имеются биотипы заразики, сумевшие преодолеть устойчивость возделываемого сорта подсолнечника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Семена заразики были собраны в 2020–2021 годах с отдельных полей Воронежской, Белгородской, Самарской, Оренбургской областей, Краснодарского и Ставропольского краев. В качестве дифференциаторов расовой принадлежности образцов семян заразики применяли генотипы подсолнечника: гибрид НК Брио устойчивый к пяти расам заразики от А до Е, линию LC 1093 — к расе F румынского типа, включая предыдущие, линию Р 96 — F испанского типа и всем предыдущим, гибрид Тунка — от А до G, линию RG — не поражается расой G и всеми предыдущими. Контроль — восприимчивый ко всем расам заразики сорт подсолнечника ВНИИМК 8883, который никогда не подвергался селекции на устойчивость к этому паразиту.

Для заражения и определения степени поражения растений использовали методику, разработанную нами, и постоянно применяемую в лаборатории иммунитета ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта».

Семена каждого образца заразики смешивали с почвенно-песчаной смесью (3:1) из расчета не менее 200 мг/кг субстрата, которым наполняли цветочные пластиковые ящики размером 50x20x20 см. Высевали

по 10 шт. семена подсолнечника вышеуказанных генотипов и помещали в камеру искусственного климата Биотрон-5 с температурным режимом 25...27°C, 16-часовым фотопериодом и достаточной освещенностью. [2] После появления всходов растения подсолнечника выращивали в течение 30 дней с умеренным поливом при подсыхании верхнего слоя почвы. Затем их выкапывали, подсчитывали количество клубеньков и побегов заразики на корнях, усредняли степень поражения растений каждого генотипа, сравнивали ее с поражением в контрольном варианте.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Образцы семян заразики с двадцати пяти полей шести регионов РФ были идентифицированы на расовую принадлежность (см. таблицу). На трех полях Самарской области Волжского и Большеглушицкого районов доминировала раса G с некоторой примесью менее вирулентных рас Е и F и более вирулентного биотипа Н. Заразики с двух полей Нефтегорского района была менее вирулентной: на одном доминировала раса Е, но уже с примесью G; на другом преобладали расы Е и F примерно в равной пропорции, но с примесью G и Н. На одном из полей Бугурусланского района Оренбургской области доминировала без примесей наименее вирулентная раса Е, но на трех других преобладала G и даже с примесью Н (на двух из них). В Воронежской области из шести полей четыре еще содержат расу Е примерно в равной пропорции с G или F. Но на двух полях имеется раса Н. Три поля Алексеевского района Белгородской области не содержали примеси этой расы. На одном из них доминировала раса F, на другом — G, на третьем обе расы присутствовали примерно поровну. На поле Советского района Ставропольского края раса Н была обнаружена вместе с Е, F, G. Поля четырех районов Краснодарского края (Тбилисский, Гиагинский, Крыловский, Выселковский) заражены расой G. На трех из них находилась примесь Н. Поля с небольшой интенсивностью эксплуатации под подсолнечник заражены наименее вирулентной расой Е, что позволяет возделывать сортимент, восприимчивый к расам F и G, и этим замедлять формирование и накопление более вирулентных биотипов паразита. Но на большинстве полей доминирует раса G и на 12 из них уже обнаружена наиболее вирулентная раса Н, хотя и в незначительном количестве. Из изученных регионов ее пока нет на полях Алексеевского района Белгородской области.

В 2019 году из семи образцов семян заразики, собранных в разных районах Ростовской области, три показали наличие расы Н, так же, как и все четыре образца из Воронежской области. [2] Эти данные свидетельствуют о запущенном процессе активного накопления расы Н там, где землепользователи пренебрегают правилами рационального обращения с землей.

Анализ расовой принадлежности образцов семян заразики выявил их заметную неоднородность по вирулентности. Еще существуют поля, где преобладает наименее вирулентная раса Е. Поэтому мониторинг расовой принадлежности семян заразики

Степень поражения* дифференциаторов устойчивости подсолнечника заразой, собранной на отдельных полях регионов РФ в 2020–2021 годах

Район сбора семян заразики	№ поля	Контроль ВНИИМК 8883	Дифференциаторы, устойчивые к расам:					Преобладающая раса заразики в образце семян	Примесь других рас
			A-E НК Брюо	A-F LC1093	A-F P 96	A-G Тунка	A-G RG		
Самарская область									
Нефтегорский	1	25	13	3	2	8	1	E+F	G, H
	2	32	10	9,5	5,5	4	0	E	G
Волжский	1	51	27	34	4	0,1	0,3	G	E, H
	2	39	16	26	4	4	0,2	G	F, H
Большеглушицкий	1	30	13	21	2	5	0,4	G	E, H
Оренбургская область									
Бугурусланский	1	29	25	27	10	2,5	0,2	G	H
	2	32	0,6	0,4	0,5	2	0	E	
Курманаевский	1	23	10	27	0,3	1	0	G	
Сорочинский	1	45	31	13	6	1	0	E+F+G	
Племановский	1	23	23	24	1	2	1	G	H
Воронежская область									
Новоусманский	1	68	59	40	18	1	0	E+F+G	
	2	57	35	10	12	1	0	E+F	G
	3	29	27	19	14	4	2	F+G	H
	4	56	34	26	2	1	0	E+G	F
	5	34	24	24	4	9	1	F+G	H
ООО «Терновская»	1	33	18	15	9	2	0	E+G	F
Белгородская область									
Алексеевский	1	41	38	31	17	0,8	0	G	F
	2	36	33	19	14	3	0	F+G	
	3	19	36	14	11	0	0	F	G
Ставропольский край									
Советский	1	56	39	23	7	11	1	E+F+G	H
Краснодарский край									
Тбилисский	1	40	25	27	4	3	0	G	E
Гиагинский	1	32	30	36	1,3	1	2	G	H
Брюховецкий	1	30	36	13	13	0	2	F+G	H
Крыловской	1	30	31	29	6	2	0,4	G	H
Выселковский	1	49	38	30	16	8	0	G	E+F

Примечание. * Степень поражения – количество особей заразики на одно пораженное растение подсолнечника.

ихи с разных полей регионов возделывания подсолнечника в РФ актуален как необходимое условие для правильного размещения возделываемого сортимента и способен замедлить образование высоковирулентных биотипов паразита на каждом поле. Селекция не успевает создавать устойчивые к новым биотипам заразики сорта и гибриды подсолнечника при усиленной эксплуатации земель под этой культурой. Быстро происходят мутации и возникают биотипы паразита, преодолевающие иммунитет у возделываемого сортимента. Из-за того, что большинство площадей длительное время засеваются гибридами иностранной селекции, устойчивость которых к расе G заразики и всем предыдущим контролируется одним и тем же доминантным геном *Or₇*, ускоряется мутационный процесс у паразита и появляются более вирулентные биотипы, преодолевающие у гибридов подсолнечника иммунитет, обусловленный действием этого гена. Их появление (раса H) наблюдается на сильно засоренных семенами заразики полях. Необходима замена возделываемого со-

ортимента подсолнечника иностранной селекции отечественными гибридами и сортами с более широкой генетической основой устойчивости к расе G заразики.

Выводы. Интенсификация возделывания подсолнечника в Российской Федерации привела к широкому распространению высоковирулентной расы G заразики, на многих полях она доминирует. Для замедления скорости образования высоковирулентных биотипов заразики необходимо сеять неустойчивые сорта и гибриды там, где преобладают расы заразики менее вирулентные, чем G. Для обеспечения продовольственной безопасности страны по растительному маслу важно ограничить и в дальнейшем прекратить возделывание сортимента подсолнечника иностранной селекции, заменив его на сорта и гибриды отечественного производства.

Авторы благодарны сотрудникам компаний БАСФ и Лимагрен.РУ, оказавшим неоценимую помощь в сборе семян заразики на полях разных регионов РФ и доставке их для анализа в лабораторию иммунитета ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Антонова Т.С. Заразиха на подсолнечнике. Краснодар: ФГБНУ ВНИИМК; Просвещение-Юг, 2018. 58 с.
2. Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Питинова Ю.В. Расовая принадлежность семян заразихи (*Orobanche cumana* Wallr.), собранных на полях разных регионов РФ в 2019 году. Аграрная наука. 2020. № 339 (6). С. 62–65.
3. Amri M.Z., Abbes S., Ben Youssef M. et al. Detection of the parasitic plant *Orobanche cumana* on sunflower in Tunisia // Afr. J. Biotechnol. 2012. V. 11. P. 4163–4167.
4. Delavault, P. Knowing the Parasite: Biology and Genetics of *Orobanche*. Helia, 2015. V. 38. P. 15–29.
5. Duca M. Current situation of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. 2014. P. 44–50.
6. Duca M., Clapco S., Nedelcov M., Dencicov L. Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanche cumana* Wallr. in the Republic of Moldova. OCL, 2019. V. 26. P. 3.
7. Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L. Sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). In Sunflower; AOCS Press: Urbana, IL, USA, 2015. P. 129–155.
8. Kaya Ya. Current situation of sunflower broomrape around the world In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Cordoba, Spain. 2014. P. 9–18.
9. Ma D.T., Jan C.C. Distribution and race composition of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Northern China Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower. Cordoba, Spain: 2014. P. 65–69.
10. Maklik E., Kyrychenko, V.V., Pacureanu, M.J. Race composition and phenology of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Ukraine. In Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2–4 July, 2018. P. 67–78.
11. Martín-Sanz A., Malek J., Fernández-Martínez J.M. et al. Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity. Front. Plant Sci., 2016. V. 7. 589 p.
12. Molinero-Ruiz L., Delavault P., Perez-Vich B. et al. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. Spanish journal of Agricultural Research. 2015. V. 13 (4) e10R01, 19 pages. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015134-8080>.
13. Nabloussi A., Velasco L., Assissel N. First report of sunflower broomrape, *Orobanche cumana* Wallr. in Morocco. Plant Dis. 2018. 102, 457
14. Pacureanu M. Current situation of sunflower broomrape in Romania. Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. 2014. P. 39–43.
15. Risnoveanu L., Joita-Pacureanu M., Anton, F.G. The virulence of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in sunflower crop in Braila area, in Romania. Helia, 2016. V. 39, P. 189–196.
16. Shi B.X., Chen G.H., Zhang Z.J. et al. First Report of Race Composition and Distribution of Sunflower Broomrape, *Orobanche cumana*, in China. Plant Dis. 2015. V. 99. 291 p.
17. Zhang X., Zheng C., Wang M. et al. Identification of Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) Biotypes in the Main Sunflower Growing Areas of China. In Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2–4 July, 2018. P. 19–22.

REFERENCES

1. Antonova T.S. Zaraziha na podsolnechnike. Krasnodar: FGBNU VNIIMK; Prosveshchenie-Yug, 2018. 58 s.
2. Antonova T.S., Araslanova N.M., Pitinova Yu.V. Rasovaya prinadlezhnost' semyan zarazihi (*Orobanche cumana* Wallr.), sobrannyh na polyah raznyh regionov RF v 2019 godu. Agrarnaya nauka. 2020. № 339 (6). S. 62–65.
3. Amri M.Z., Abbes S., Ben Youssef M. et al. Detection of the parasitic plant *Orobanche cumana* on sunflower in Tunisia // Afr. J. Biotechnol. 2012. V. 11. P. 4163–4167.
4. Delavault, P. Knowing the Parasite: Biology and Genetics of *Orobanche*. Helia, 2015. V. 38. P. 15–29.
5. Duca M. Current situation of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. 2014. P. 44–50.
6. Duca M., Clapco S., Nedelcov M., Dencicov L. Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanche cumana* Wallr. in the Republic of Moldova. OCL, 2019. V. 26. P. 3.
7. Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L. Sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). In Sunflower; AOCS Press: Urbana, IL, USA, 2015. P. 129–155.
8. Kaya Ya. Current situation of sunflower broomrape around the world In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Cordoba, Spain. 2014. P. 9–18.
9. Ma D.T., Jan C.C. Distribution and race composition of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Northern China Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower. Cordoba, Spain: 2014. P. 65–69.
10. Maklik E., Kyrychenko V.V., Pacureanu M.J. Race composition and phenology of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Ukraine. In Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2–4 July, 2018. P. 67–78.
11. Martín-Sanz A., Malek J., Fernández-Martínez J.M. et al. Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity. Front. Plant Sci., 2016. V. 7. 589 p.
12. Molinero-Ruiz L., Delavault P., Perez-Vich B. et al. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. Spanish journal of Agricultural Research. 2015. V. 13 (4) e10R01, 19 pages. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015134-8080>.
13. Nabloussi A., Velasco L., Assissel N. First report of sunflower broomrape, *Orobanche cumana* Wallr. in Morocco. Plant Dis. 2018. 102, 457.
14. Pacureanu M. Current situation of sunflower broomrape in Romania. Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. 2014. P. 39–43.
15. Risnoveanu L., Joita-Pacureanu M., Anton, F.G. The virulence of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in sunflower crop in Braila area, in Romania. Helia, 2016. V. 39, P. 189–196.
16. Shi B.X., Chen G.H., Zhang Z.J. et al. First Report of Race Composition and Distribution of Sunflower Broomrape, *Orobanche cumana*, in China. Plant Dis. 2015. V. 99. 291 p.
17. Zhang X., Zheng C., Wang M. et al. Identification of Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) Biotypes in the Main Sunflower Growing Areas of China. In Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2–4 July, 2018. P. 19–22.

СРОКИ ПРОХОЖДЕНИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗ РАЗВИТИЯ ЖИМОЛОСТИ КАМЧАТСКОЙ

Елена Николаевна Петруша

Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, с. Сосновка, Камчатский край, Россия

E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

Аннотация. В статье приведены многолетние данные основных фенологических фаз развития аборигенных форм жимолости, отобранных из Центральной (Мильково, Козыревск) и Юго-Восточной (Елизово, Петропавловск-Камчатский) зон Камчатского полуострова. Цель работы – изучить прохождение основных фенологических фаз развития исходных форм жимолости и распределить их по срокам фенофаз для использования в селекционном процессе. При оценке хозяйственно ценных признаков важен анализ прохождения фаз развития, которые определяются климатическими факторами в районе произрастания. На юго-востоке Камчатки жимолость начинает вегетировать с 10 по 18 мая при среднесуточной температуре воздуха выше 4,8–7,2°C. Раннее цветение (с 6 по 8 июня) у форм Козыревского и Мильковского происхождения при среднесуточной температуре воздуха выше 7,0–8,8°C; позднее (с 7 по 9 июня) – Елизовского и Петропавловского при среднесуточной температуре воздуха выше 7,1–11,2°C. Полное созревание плодов наступает через 50–57 дн. после начала цветения. Первые зрелые ягоды образуют формы из Козыревска (с 25 по 31 июля), Мильково (с 25 июля по 2 августа) при среднесуточной температуре воздуха выше 14,5–18,2°C. С 28 июля по 3 августа массовое созревание ягод – у форм из Елизово и Петропавловска при среднесуточной температуре воздуха выше 13,5–16,0°C. Рост побегов у жимолости начинается в I-й декаде июня и заканчивается в III-й декаде июля (22–30 июля) при среднесуточной температуре воздуха выше 14,2–18,7°C. Средняя продолжительность периода вегетации изучаемых форм жимолости от 139 до 152 дн. Исходные формы жимолости камчатской распределены по срокам фенологических фаз развития для дальнейшего селекционного использования.

Ключевые слова: Камчатка, жимолость, дикорастущие формы, фенологические фазы развития, среднесуточная температура воздуха, сумма положительных температур

THE TIMING OF THE PASSAGE OF THE PHENOLOGICAL PHASES OF THE DEVELOPMENT OF KAMCHATKA HONEYSUCKLE

E.N. Petrusha

Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, Sosnovka village, Kamchatka Krai, Russia

E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

Abstract. The article presents long-term data on the study of the main phenological phases of the development of indigenous forms of honeysuckle, selected from the Central zone of the Kamchatka Peninsula: Milkovo, Kozhyrevsk and the South-Eastern zone: Yelizovo, Petropavlovsk-Kamchatsky. The purpose of the study is to study the passage of the main phenological phases of the development of the initial forms of honeysuckle and distribute them according to the timing of the phenophases for use in the breeding process. When assessing economically valuable traits, it is important to analyze the passage of development phases, which are determined by climatic factors in the growing area. In the conditions of the south-east of Kamchatka, honeysuckle begins to vegetate from May 10 to May 18, with an average daily air temperature above 4.8–7.20°C. Early flowering, from June 6 to June 8, in the forms of Kozhyrevsky and Milkovsky origin, at an average daily air temperature above 7.0–8.80°C; later, the forms of Yelizovsky and Petropavlovsk bloom – from June 7 to 9, at an average daily air temperature above 7.1–11.20°C. Full fruit ripening occurs 50–57 days after the beginning of flowering. The first mature berries form forms from Kozhyrevsk – from July 25 to 31, from Milkovo – from July 25 to August 2, at an average daily temperature above 14.5–18.20°C. Later, from July 28 to August 3, the mass ripening of berries in the forms from Yelizovo and Petropavlovsk, with an average daily air temperature above 13.5–16.00°C. The growth of honeysuckle shoots begins in the first decade of June, and ends in the third decade of July (July 22–30), with an average daily air temperature above 14.2–18.70°C. The average duration of the growing season of the studied forms of honeysuckle is from 139 to 152 days. As a result of the study, the initial forms of Kamchatka honeysuckle are distributed according to the terms of the phenological phases of development, for further breeding use.

Keywords: Kamchatka, honeysuckle, wild forms, phenological phases of development, average daily air temperature, sum of relative temperatures

Жимолость занимает особое место среди культивируемых ягодных культур, особое достоинство – ежегодное раннее созревание плодов при низкой требовательности к накоплению тепла, необходимого для наступления фаз развития. Естественный ареал произрастания жимолости на Камчатке позволяет использовать исходный материал дикорастущих форм для отбора и решения задач по сохранению популяции и улучшению сортимента.

Селекционный процесс направлен на создание перспективных сортов, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков, в том числе сортов различных сроков созревания, от сверхранных до поздних. [4] В Юго-Восточной зоне полуострова преобладает морской климат, где в год выпадает 780...1119 мм осадков, из них 70% приходится на теплый период. Лето прохладное и короткое, сумма положительных среднесуточных темпера-

Сроки прохождения фенологических фаз развития жимолости (среднее за 2012–2021 годы)

Происхождение	Начало вегетации, дата	Цветение		Созревание			Конец роста побегов, дата	Период вегетации, дни
		начало, дата	продолжительность, дни	начало, дата	массовое, дата	продолжительность, дни		
Козыревск	10...15.05	6...8.06	13...14	12...15.07	25...31.07	14...17	22...26.07	139...149
Мильково	10...15.05	6...8.06	13...16	13...15.07	25...2.08	13...19	22...27.07	140...151
Елизово	12...14.05	7...8.06	12...14	12...15.07	28...3.08	17...20	23...28.07	140...150
Петропавловск-Камчатский	12...18.05	7...9.06	14...16	12...16.07	30...3.08	19	23...30.07	143...152

тур – 1400...1500°C, а продолжительность вегетационного периода – 120...146 дн. Наиболее теплообеспеченная – Центральная зона, защищенная от действия прямых морских ветров, характеризуется континентальным климатом с холодной маловетренной зимой и относительно теплым влажным летом. Осадков за год в этом районе выпадает 400...560 мм, сумма температур воздуха выше 5°C составляет 1531...1598 мм, продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 10°C – от 88 до 91 дня. [1] При введении дикорастущих форм жимолости в культуру и создании новых высокоурожайных сортов, устойчивых к факторам внешней среды, необходимо учитывать даты наступления и сроки прохождения фенофаз, а также метеорологические факторы места произрастания. Выявлено, что жимолость устойчива к основным неблагоприятным факторам вегетационного периода, но недостаток и избыток тепла, солнечной радиации, короткий период вегетации могут повлиять на рост и развитие растений, урожайность, качество плодов. [2, 3, 5]

Цель работы – изучить прохождение основных фенологических фаз развития исходных форм жимолости и распределить их по срокам фенофаз для использования в селекционном процессе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с 2012 по 2021 год на экспериментальном участке ФГБНУ «Камчатский НИИ сельского хозяйства». Объект изучения – сеянцы (386 шт.) дикорастущих форм жимолости, отобранные из Центральной (Мильково, Козыревск) и Юго-Восточной (Елизово, Петропавловск-Камчатский) зон Камчатского полуострова, высаженные трехлетними саженцами по схеме 2,8x1,0 м. Почва охристая вулканическая: рН_{сол} – 4,80, P₂O₅ – 7,50, K₂O – 32,0 мг/100 г почвы, СаО – 4,42, MgO – 0,48. Предшественник – чистый пар. Подготовка почвы: предпосевное дискование, культивация, внесение органических (торфокомпост 80...120 т/га) и минеральных удобрений (фосфорные – 60...100, калийные – 40...60 кг/га по д.в.).

Метеорологические условия вегетационных периодов 2012–2021 годов в Юго-Восточной зоне полуострова были благоприятными для жимолости и различались по количеству тепла и осадков, что способствовало более полному изучению фенологических фаз развития. Сумма положительных температур воздуха выше 5°C за вегетацию изменялась от 1224 до 1482°C при среднемноголетней норме 1399°C. Продолжительность солнечного сияния

составила 592...1095 ч (многолетнее значение 702 ч); атмосферные осадки – 216,5...542,5 мм (многолетняя норма – 369 мм).

Фенологические наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми программами и методиками сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. [6, 7] Потребность в положительных температурах для прохождения основных фенологических фаз вычисляли как сумму среднесуточных положительных температур. Данные взяты на метеорологической станции с. Сосновка Елизовского района.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Аборигенные формы жимолости показали незначительные различия по срокам прохождения основных фенофаз развития. Изучаемые формы из разных зон произрастания начинают вегетировать с 10 по 18 мая при среднесуточной температуре воздуха выше 3,8...5,2°C (табл. 1).

Наиболее раннее распускание почек характерно для форм из Центральной зоны (Козыревск, Мильково), которые начинают вегетировать с 10 по 15 мая. Незначительно позднее начало вегетации у форм из Юго-Восточной зоны (Елизово – с 12 по 14 мая, Петропавловск-Камчатский – с 12 по 18 мая). Варьирование сроков – 3...7 дн. Анализ сумм положительных температур, необходимых для начала вегетации, показал, что в среднем вегетация жимолости начинается при температуре выше 5°C и составляет от 45,4 до 70,7°C (см. рисунок, 4-я стр. обл.).

Сроки наступления и продолжительность цветения сеянцев жимолости варьировали и проходили в близкие сроки. Цветение начинается в зависимости от погодных условий в I-й декаде июня, через 24...29 дн. после начала вегетации, при сумме положительных температур – 247,0...288,7°C. Самое раннее цветение (с 6 по 8 июня) – у форм Козыревского и Мильковского происхождения при среднесуточной температуре воздуха выше 7,0...8,8°C; позднее (с 7 по 9 июня) через 1...2 дня зацветают формы Елизовского и Петропавловского при среднесуточной температуре воздуха выше 7,1...11,2°C. Продолжительность фазы цветения – 12...16 дн. Полное созревание плодов наступает через 50...57 дн. после начала цветения, зависит от температур и количества осадков в данный период. Жимолость начинает созревать во II-й декаде июля (с 12 по 16) при среднесуточной температуре воздуха выше 11,7...14,2°C. На юго-востоке Камчатки для начала созревания жимолости требуется 612,2...666,5°C положительных температур. Раннее созревание (с 25 по 30 июля)

отмечалось в 2012–2014, 2016, 2017, 2020, 2021 годах. Более поздними сроками созревания ягод (с 5 по 10 августа) выделяются 2015, 2018, 2019 годы с холодным дождливым летом. Созревание растянутое, средняя продолжительность — 13...20 дн. Наиболее длительный его срок (17...20 дн.) у форм Елизовского и Петропавловского происхождения. Первые зрелые ягоды образуют формы из Козыревска и Мильково — с 25 июля по 2 августа при среднесуточной температуре воздуха выше 14,5...16,5°С. Позднее (с 28 июля по 3 августа) с разницей 4...6 дн. наблюдается массовое созревание ягод у форм из Елизово и Петропавловска при среднесуточной температуре воздуха выше 13,8...15,3°С. Рост побегов начинается во время начала цветения, в I-й декаде июня и заканчивается в III-й декаде июля при среднесуточной температуре воздуха выше 14,9...15,7°С. Первыми (с 22 по 27 июля) останавливает рост побегов жимолость из Козыревского и Мильковского районов, с 23 по 30 июля — Петропавловского и Елизовского. Длина годовичного прироста — 14,6...18,2 см. Начало сезонного изменения окраски листьев у изучаемых форм наблюдается во II-й декаде августа, а листопад в конце сентября и заканчивается к концу октября при среднесуточной температуре воздуха выше 1,5...3,5°С. В отдельные годы (теплая и продолжительная осень), растения жимолости уходят в зиму облиственные. Средняя продолжительность вегетации изучаемых форм — 139...152 дн. Самый продолжительный период вегетации (143...152 дня) у жимолости из Петропавловска-Камчатского. Установлено, что для окончания вегетации в условиях проведения исследования требуется сумма положительных температур 1358,0...1458,5°С.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Агроклиматический справочник по южным районам Камчатки / Сост. Л.Н. Белюрко, Л.Н. Соколов, Г.К. Гурьянов и др. П.-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, 1965. 79 с.
2. Жолобова З.П., Прищепина Г.А., Сорокопудов В.Н. Жимолость. Новосибирск, 2001. 121 с.
3. Зимица Е.В., Вавилов А.С. Особенности прохождения фенофаз сортами жимолости инорайонного происхождения в различных условиях Хабаровского края / Проблемы устойчивого развития садоводства Сибири:

Мат. науч.-практ. конф., посвященной 70-лет. НИИСС им. М.А. Лисавенко (г. Барнаул, 18–23 августа 2003 г.). Барнаул, 2003. С. 186–190.

4. Петруша Е.Н., Крыкова А.С. Состояние селекционного процесса жимолости камчатской / Мат. Межд. науч. практ. конф. (5 апреля). П.—Камчатский: РУК, 2018. С. 368–372.
5. Плеханова М.Н. Сезонное развитие синей жимолости в Ленинграде / Сезонная ритмика плодовых кустарников. М., 1991. С. 11–18.
6. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Рос. акад. с.-н. наук. ВНИИСПК; [Под общ. ред. Е.Н. Седова]. Орел: ВНИИСПК, 1995. 502 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Рос. акад. с.-н. наук. ВНИИСПК; [Под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой]. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

REFERENCES

1. Agroklimaticheskij spravocnik po yuzhnym rajonam Kamchatki / Sost. L.N. Belyurko, L.N. Sokolov, G.K. Gur'yanov i dr. P.-Kamchatskij: Dal'nevost. kn. izdvo, 1965. 79 s.
2. Zholobova Z.P., Prishchepina G.A., Sorokopudov V.N. Zhimolost'. Novosibirsk, 2001. 121 s.
3. Zimina E.V., Vavilov A.S. Osobennosti prohozhdeniya fenofaz sortami zhimolosti inorajonnogo proiskhozhdeniya v razlichnykh usloviyakh Habarovskogo kraja / Problemy ustojchivogo razvitiya sadovodstva Sibiri: Mat. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 70-let. NIIS im. M.A. Lisavenko (g. Barnaul, 18–23 avgusta 2003 g.). Barnaul, 2003. S. 186–190.
4. Petrusha E.N., Krykova A.S. Sostoyanie selekcionnogo processa zhimolosti kamchatskoj / Mat. Mezhd. nauch. prakt. konf. (5 aprelya). P.—Kamchatskij: RUK, 2018. S. 368–372.
5. Plekhanova M.N. Sezonnoe razvitie sinej zhimolosti v Leningrade / Sezonnaya ritmika plodovykh kustarnikov. M., 1991. S. 11–18.
6. Programma i metodika selekcii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur / Ros. akad. s.-n. nauk. VNIISPК; [Pod obshch. red. E.N. Sedova]. Orel: VNIISPК, 1995. 502 s.
7. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur / Ros. akad. s.-n. nauk. VNIISPК; [Pod obshch. red. E.N. Sedova i T.P. Ogol'covej]. Orel: VNIISPК, 1999. 608 s.

КАЧЕСТВО ПЛОДОВ У ОТДАЛЕННЫХ (МЕЖВИДОВЫЕ) ГИБРИДОВ КРЫЖОВНИКА С УЧАСТИЕМ ВИДА *GROSSULARIA ROBUSTA*

Олег Владимирович Курашев, кандидат сельскохозяйственных наук
Юлия Геннадьевна Титова, научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, д. Жилина, Орловская обл., Россия
E-mail: kurashev@vniispk.ru

Аннотация. Используемый в настоящее время отечественный ассортимент крыжовника не в полной мере удовлетворяет запросам частного и промышленного производителя. Особенно явный дефицит сортов промышленного типа, соответствующих требованиям комбайновой уборки урожая. Цель работы — изучить генофонд крыжовника селекции ВНИИСПК и получить генетически новый материал в виде отборных форм с высоким потенциалом хозяйственно-биологических признаков, с перспективой создания индустриальных сортов крыжовника промышленного типа. Для этого в селекцию привлекли дикорастущий вид крыжовника *Grossularia robusta*, который характеризуется компактной пряморослой формой куста, абсолютной устойчивостью к поражению американской мучнистой росой, листовыми пятнистостями и эти признаки стабильно наследуются в потомстве вида. У второго гибридного поколения, полученного от свободного опыления из семей с участием *Grossularia robusta*, отмечены сеянцы превосходящие по массе ягод дикорастущего родителя. Они характеризовались комплексом хозяйственно-биологических признаков, унаследованных от видового родителя: компактный, пряморослый габитус куста, высокая устойчивость к поражению ягод и вегетативных органов американской мучнистой росой и листовыми пятнистостями. Использование в селекции крыжовника *Grossularia robusta* позволило получить ряд отборных форм с комплексом признаков, оптимально соответствующих промышленному типу: пряморослый (ортотропный) тип роста куста, высокая устойчивость к поражению американской мучнистой росой, листовыми пятнистостями, ягоды (средняя масса — 1,1–2,2, максимальная — 2,6–4,0 г), с требуемыми для условий машинной уборки физико-механическими свойствами (усилие отрыва — 200–300, раздавливания — 600–800 г, коэффициент относительной прочности — 8,0 и выше).

Ключевые слова: крыжовник, вид, *Grossularia robusta*, отдаленные скрещивания, отдаленные гибриды, физико-механические свойства ягод, отборные формы

THE QUALITY OF FRUITS IN DISTANT (INTERSPECIFIC) HYBRIDS OF GOOSEBERRIES WITH THE *GROSSULARIA ROBUSTA* SPECIES PARTICIPATION

O.V. Kurashev, PhD in Agricultural Sciences
Yu.G. Titova, Researcher

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, d. Zhilina, Oryol region, Russia
E-mail: kurashev@vniispk.ru

Abstract. The currently used domestic assortment of gooseberries does not fully meet the needs of both private and industrial producers. A particularly clear shortage is observed with respect to industrial-type varieties that meet the requirements of combine harvesting. In this regard, the goal was set for us to obtain forms of gooseberries with a complex of traits that most optimally correspond to the type of industrial gooseberry variety. For this purpose, a wild gooseberry species *Grossularia robusta* was involved in breeding. This species is characterized by a compact erect bush shape, absolute resistance to American powdery mildew and leaf spots, and these traits are consistently inherited in the offspring of this species. At the same time, seedlings exceeding the wild parent in the weight of berries were noted in the second hybrid generation, obtained from open pollination from families with the participation of *Grossularia robusta*. These seedlings were also characterized by a complex of economic and biological traits inherited from the species parent: compact, erect habitus of the bush, high resistance to American powdery mildew and leaf spots. The use of *Grossularia robusta* in breeding made it possible to obtain a number of selected forms with a complex of traits optimally corresponding to the industrial type: an erect (orthotropic) type of bush growth, high resistance to American powdery mildew and leaf spots, a sufficient size of berries (average berry weight 1.1–2.2 g, maximum berry weight 2.6–4.0 g), the physico-mechanical properties of berries required for machine harvesting conditions (berry separation force in the range of 200–300 g, berry crushing force in the range of 600–1800 g, berry relative strength coefficient of 8.0 and higher).

Keywords: gooseberry, species, *Grossularia robusta*, remote crosses, remote hybrids, physico-mechanical properties of berries, selected forms

Сорт — основной элемент интенсификации земледелия. Определяя при производстве растениеводческой продукции основные требования к технологии возделывания, взаимодействуя с биотическими и абиотическими факторами зоны выращивания, сорт способен обеспечивать существенную прибавку урожая, улучшать его качество, уменьшать экологи-

ческую нагрузку на окружающую среду. При этом создание новых сортов плодово-ягодных культур это длительный и дорогостоящий селекционный процесс. Например, на выведение сорта крыжовника затрачивается 15 лет. [8]

Современная стратегия селекции крыжовника должна ориентироваться на выведении трех групп

сортов – для промышленного производства, любительского садоводства и группы универсальных сортов.

В настоящее время в селекции крыжовника достигнуты большие успехи благодаря многолетним усилиям селекционеров различных научных учреждений страны: Южно-Уральский НИИ плодовоощеводства и картофелеводства [4], Всероссийский НИИ садоводства имени И.В. Мичурина [6, 7, 11], Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства [9], Ленинградская плодовоощная опытная станция, НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко, Всероссийский институт селекции плодовых культур [2], Белорусский НИИ плодовоощеводства. [1]

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, в 2022 году числится 61 сорт крыжовника. [3] Из них по Центрально-Черноземному региону – 11 сортов (*Смена, Малахит, Русский, Юбилейный, Сливовый, Колобок, Сириус, Казачек, Солнечный зайчик, Аристократ, Серенада*). В данном районе требуется пополнение сортимента новыми, высокоинтенсивными современными сортами.

Цель работы – изучить генофонд крыжовника селекции ВНИИСПК и получить новый генетический материал в виде отборных форм с высоким потенциалом хозяйственно-биологических признаков для создания промышленных сортов крыжовника промышленного типа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект изучения – отборные сеянцы F_2 селекции ВНИИСПК, выделенные из гибридных семей (свободное опыление), полученных от отдаленных (межвидовые) скрещиваний с участием вида крыжовника мощного (*Grossularia robusta*), выступавшего в качестве материнского родителя. Методика исследований и основные учеты общеприняты. [5, 10]

РЕЗУЛЬТАТЫ

За 2019–2021 годы у отборных форм крыжовника F_2 , полученных от отдаленных скрещиваний с участием вида *Grossularia robusta*, изучали физико-механические свойства ягод, как косвенный показатель, экстраполятивно характеризующий пригодность того или иного образца к условиям машинной уборки урожая.

Один из критериев машинной уборки урожая (показатель физико-механического качества ягод) – усилие отрыва ягод, для ряда ягодных культур, в том числе и крыжовника, он должен соответствовать 50...150 г. [5] У преобладающего числа отборных сеянцев этот показатель был больше 200 и меньше 300 г, минимальное выражение отмечено у формы 8-288(2)-15 (207 г), а максимальное – 9-258(2)-9(1) (291 г) (рис. 1). Таким образом, усилие отрыва ягод у большинства исследуемых форм было выше 200 г, но при должной настройке активаторных органов ягодоуборочного комбайна и определении оптимальных сроков съема плодов, эффективность уборки может быть обеспечена в полной мере.

Усилие раздавливания ягод по требованиям условий механизированной уборки урожая для крыжовника должно быть более 200 г. [5] У всех отборных гибридных сеянцев, полученных с участием вида *Grossularia robusta*, данный показатель значительно превышал это значение – от 600 г до нескольких килограмм (рис. 2). Минимальное усилие раздавливания ягод отмечено у формы 8-288(2)-15 (688 г), максимальное – отборного сеянца 9-258(2)-16 (3814 г).

В результате анализа гибридного потомства F_2 , полученного с *Grossularia robusta*, у всех сеянцев об-

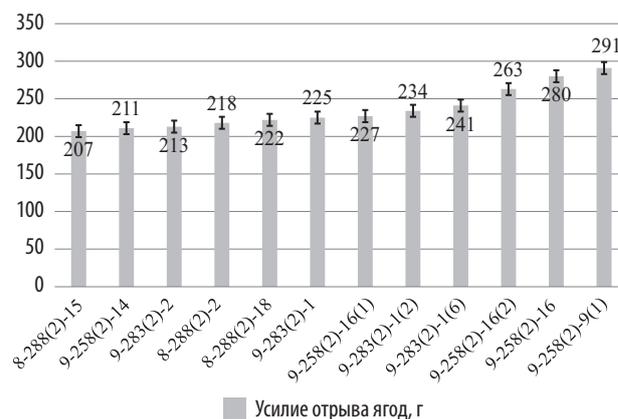


Рис. 1. Усилие отрыва ягод у отборных форм крыжовника, полученных с участием вида *Grossularia robusta*, 2019–2021 годы.

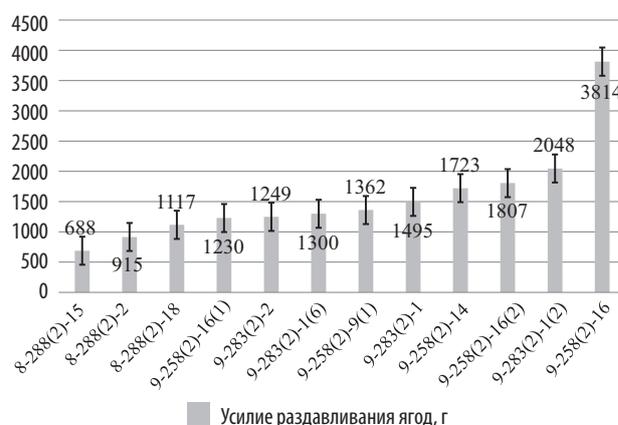


Рис. 2. Усилие раздавливания ягод у отборных форм крыжовника, полученных с участием вида *Grossularia robusta*, 2019–2021 годы.

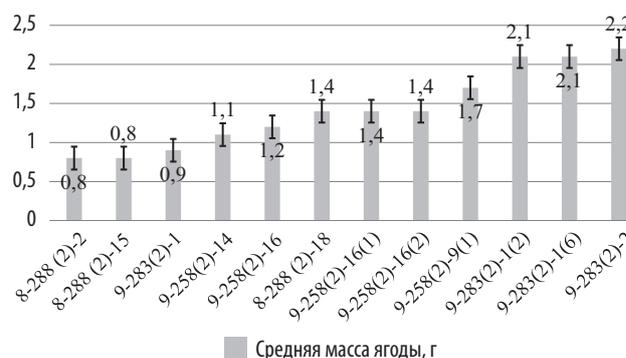


Рис. 3. Средняя масса ягод у отборных форм крыжовника F_2 , полученных с участием вида *Grossularia robusta*, 2019–2021 годы.

наружено превышение по массе плодов показателя отцовского родителя. При этом у превалирующего числа отборных сеянцев средняя масса ягод колебалась в интервале от 1,1 до 1,7 г (рис. 3). Лишь у трех сеянцев (8-288(2)-2, 8-288(2)-15, 9-283(2)-1) из двух гибридных семей 288 (свободное опыление из семьи 151-НС-7 × *Grossularia robusta*) и 283 (свободное опыление из семьи 142-х36-12 × *Grossularia robusta*) была низкая средняя масса (0,8...0,9 г). Большие значения средней массы ягоды отмечены у трех сеянцев – 2-283(2)-1(2) (2,1 г), 9-283(2)-1(6) (2,1 г) и 9-283(2)-2 (2,2 г).

У значительного числа гибридных сеянцев максимальная масса ягоды – 2,0...2,8 г (рис. 4). Минимальное выражение этого показателя (1,3 г) у двух сеянцев (8-288(2)-2 и 8-288(2)-15). В то же время были выдающиеся сеянцы по максимальному выражению массы ягоды свыше 3,0 г – максимальная у 9-283(2)-2 (3,7 г), 9-283(2)-1(2) (3,8 г) и 9-283(2)-1(6) (4,0 г).

Основной показатель пригодности культуры к условиям машинной уборки – коэффициент относительной прочности (К) ягод (отношение разности усилий раздавливания и отрыва ягод к усилию раздавливания). Пригодными к механизированному сбору считаются сорта, у которых этот параметр равен или больше 0,8. [5] У превалирующего числа исследуемых форм коэффициент относительной прочности ягод равнялся 0,8 (рис. 5), лишь у отборного сеянца 8-288(2)-15 – 0,7, у остальных форм К > 0,8 – 9-283(2)-1, 9-283(2)-1(2), 9-258(2)-14 и 9-258(2)-16(2).

По результатам изучения гибридных семей, выделенных от отдаленных (межвидовые) скрещиваний с *Grossularia robusta* за 2019–2021 годы отмечены перспективные отборные формы крыжовника, полученные на генетической основе вышеуказанного вида.

Отборный сеянец F₂ 9-283(2)-1(2) (от свободного опыления из семьи № 283 – 142-х36-12 × *Grossularia robusta*) (фото, 3-я стр. обл.). Куст сильнорослый, компактный, с ортотропными побегами. Слабошиповатый – шипы средние и мелкие, одинарные, отклоненные вниз. Преобладают побеги с размещением шипов только в срединной части (2...3 узла), верхняя и базальная части побега без них. Большая нагрузка урожаем (3,5...4,0 кг/куст). Ягоды средние (средняя масса – 2,1, максимальная – 3,8 г), в биологической спелости красные и светло-красные, округлые, удовлетворительного вкуса. Усилие отрыва ягод – 234 г, усилие раздавливания ягод – 2048 г. Поражения плодов и листьев АМР не отмечено (0 баллов), слабое поражение (до 1,5 баллов) листовыми пятнистостями.

Отборный сеянец F₂ 9-283(2)-1(6) (от свободного опыления из семьи № 283 – 142-х36-12 × *Grossularia robusta*) (фото, 3-я стр. обл.). Куст сильнорослый, компактный, с ортотропными побегами. Слабошиповатый – шипы очень мелкие, одинарные, единичные (в срединной части 1...2 узла), верхняя и базальная части побега без шипов. На превалирующей части однолетнего прироста и нулевых побегах шипы отсутствуют. Большая нагрузка урожаем (3,5...4,0 кг/куст). Ягоды средние и крупные (средняя масса – 2,1, максимальная – 4,0 г), в биологической спелости красные и светло-красные, округлые,

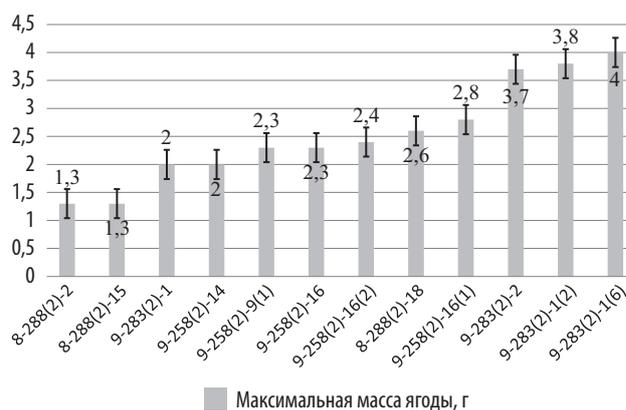


Рис. 4. Максимальная масса ягод у отборных форм крыжовника F₂, полученных с участием вида *Grossularia robusta*, 2019–2021 годы.



Рис. 5. Коэффициент относительной прочности (К) ягод у отборных форм крыжовника, полученных с участием вида *Grossularia robusta*, 2019–2021 годы.

удовлетворительного вкуса. Усилие отрыва ягод – 241 г, усилие раздавливания ягод – 1300 г. Поражения плодов и листьев АМР не отмечено (0 баллов), слабое поражение (до 1,5 баллов) листовыми пятнистостями.

Отборный сеянец F₂ 9-283(2)-1 (от свободного опыления из семьи № 283 – 142-х36-12 × *Grossularia robusta*) (фото, 3-я стр. обл.). Мощный куст, ближе к ортотропному габитусу, с сильным нулевым и однолетним приростом. Слабошиповатый. Большая нагрузка урожаем (2,5 кг/куст). Ягоды средние и крупные (средняя масса – 2,3, максимальная – 3,0 г). Плоды округлые, в биологической спелости темно-красные, кисло-сладкие, хорошего вкуса. Усилие отрыва ягод – 225 г, усилие раздавливания ягод – 1495 г. Поражение АМР ягод и побегов – 0 баллов, листовыми пятнистостями – 0,5 балла.

Отборный сеянец F₂ 9-283(2)-2 (от свободного опыления из семьи № 283 – 142-х36-12 × *Grossularia robusta*) (фото, 3-я стр. обл.). Мощный куст, преимущественно ортотропным типом роста побегов, слабошиповатый, большая нагрузка урожаем (3,0 кг/куст). Ягоды средние и крупные (средняя масса – 2,6, максимальная – 3,1 г). Плоды округлые, в биологической спелости темно-синие, кисло-сладкие, удовлетворительного вкуса. Усилие отрыва ягод – 213 г, усилие раздавливания ягод – 1249 г.

Поражение АМР ягод и побегов – 0 баллов, листовыми пятнистостями – 0 баллов.

Таким образом, использование в селекционной практике вида крыжовника *Grossularia robusta* позволяет получать отдаленные (межвидовые) гибридные формы, характеризующиеся оптимальным комплексом хозяйственно полезных признаков, соответствующими условиям машинной (комбайновая) уборки урожая: компактному и пряморослому габитусу кустов, рекомендуемым усилиям отрыва ягод и усилиям раздавливания ягод, массе ягод, устойчивости к поражению АМР и листовым пятнистостям.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Андрушкевич Т.М. Итоги первичного изучения перспективных гибридов крыжовника в Беларуси // Современное садоводство. 2014. № 4 (12). С. 18–28.
2. Голяева О.Д., Князев С.Д., Курашев О.В. Достижения и перспективы селекции и сортоизучения ягодных культур во ВНИИСПК // Садоводство и виноградарство. 2015. № 3. С. 23–28.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. – 2021. <https://reestr.gossortrf.ru/search/> (дата доступа 19.04.2022)
4. Ильин В.С. Результаты селекции крыжовника в России // Селекция. Биология. Агротехника плод.-ягод. культур и картофеля: науч. тр. / Южно-Урал. науч.-исслед. ин-т плодовоовощеводства и картофелеводства. – Челябинск: ЧГАУ, 2001. Т. 5. С. 43–56.
5. Князев С.Д., Баянова Л.В. Смородина, крыжовник и их гибриды / Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой). – Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 351–373.
6. Ковешникова Е.Ю. Биологические особенности сортов крыжовника в связи с механизированной уборкой урожая // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. тр. / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства. – М.: ВСТИСП, 2004. Т. 11. С. 411–420.
7. Ковешникова Е.Ю. Перспективы промышленного производства плодов крыжовника // Садоводство и виноградарство. 2001. № 3. С. 24–27.
8. Курашев О.В., Титова Ю.Г. Итоги и перспективы селекции крыжовника в ФГБНУ ВНИИСПК // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020. Т. 7. № 1–2. С. 94–98.
9. Попова И.В. Селекция крыжовника в Подмоскowie // Современное состояние культур смородины и кры-

жовника: сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т садоводства им. И. В. Мичурина. Мичуринск, 2007. С. 132–141.

10. Попова И.В., Сергеева К.Д. Селекция крыжовника / Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур (под ред. Е.Н. Седова). – Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 355–367.
11. Сергеева К.Д. Крыжовник. М., 1989. 202 с.

REFERENCES

1. Andrushkevich T.M. Itogi pervichnogo izucheniya perspektivnyh gibridov kryzhovnika v Belarusi // Sovremennoe sadovodstvo. 2014. № 4 (12). S. 18–28.
2. Golyaeva O.D., Knyazev S.D., Kurashev O.V. Dostizheniya i perspektivy selekcii i sortoizucheniya yagodnyh kul'tur vo VNIISPК // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2015. № 3. S. 23–28.
3. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rastenij. – 2021. <https://reestr.gossortrf.ru/search/> (data dostupa 19.04.2022)
4. Il'in V.S. Rezul'taty selekcii kryzhovnika v Rossii // Selekcija. Biologiya. Agrotehnika plod.-yagod. kul'tur i kartofelya: nauch. tr. / Yuzhno-Ural. nauch.-issled. in-t plodoovoshchevodstva i kartofelevodstva. – Chelyabinsk: CHGAU, 2001. T. 5. S. 43–56.
5. Knyazev S.D., Bayanova L.V. Smородina, kryzhovnik i ih gibridy / Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur (pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covoj). – Ore: VNIISPК, 1999. S. 351–373.
6. Koveshnikova E.Yu. Biologicheskie osobennosti sortov kryzhovnika v svyazi s mekhanizirovannoj uborkoj urozhaya // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: sb. nauch. tr. / Vseros. selekc.-tekhno. in-t sadovodstva i pitomnikovodstva. – M.: VSTISP, 2004. T. 11. S. 411–420.
7. Koveshnikova E.Yu. Perspektivy promyshlennogo proizvodstva plodov kryzhovnika // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2001. № 3. S. 24–27.
8. Kurashev O.V., Titova Yu.G. Itogi i perspektivy selekcii kryzhovnika v FGBNU VNIISPК // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur. 2020. T. 7. № 1–2. S. 94–98.
9. Popova I.V. Selekcija kryzhovnika v Podmoskov'e // Sovremennoe sostoyanie kul'tur smородiny i kryzhovnika: sb. nauch. tr. / Vseros. nauch.-issled. in-t sadovodstva im. I.V. Michurina. Michurinsk, 2007. S. 132–141.
10. Popova I.V., Sergeeva K.D. Selekcija kryzhovnika / Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur (pod red. E.N. Sedova). – Ore: VNIISPК, 1995. S. 355–367.
11. Sergeeva K.D. Kryzhovnik. M., 1989. 202 s.

ФЕНОЛЬНЫЕ (P-AКТИВНЫЕ) СОЕДИНЕНИЯ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР ГЕНОФОНДА ВНИИСПК

Маргарита Алексеевна Макаркина, доктор сельскохозяйственных наук

Оксана Альфредовна Ветрова, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, д. Жилина, Орловская обл., Россия
E-mail: makarkina@vniispk.ru

Аннотация. Здоровье человека напрямую связано с его питанием. Наибольшую ценность представляют биологически активные вещества, которые содержатся в плодах и ягодах, в том числе фенольные соединения. Особая группа – ягодные культуры, обладающие скороплодностью. Цель работы – дать сравнительную оценку содержания фенольных соединений в ягодах наиболее распространенных в ЦЧР России (21 сорт земляники, 26 – малины, 21 – крыжовника, 59 – смородины красной, 64 – смородины черной) и выделить лучшие генотипы для использования в селекционных программах. В ягодах определяли содержание антоцианов, катехинов, лейкоантоцианов и их сумму. Найдены сорта с высокими значениями изучаемых компонентов, в том числе селекции ВНИИСПК по содержанию антоцианов: крыжовник – Некрасовский, смородина красная – Осиповская, смородина черная – Арапка, Нюра, Юбилей Орла; катехинов: смородина красная – Белка, Подарок победителям, Селяночка, Устина, смородина черная – Ассоль, Зуша, Кипиана, Муравушка, Нюра, Орловия, Юбилей Орла; лейкоантоцианов: смородина красная – Подарок победителям, Селяночка, смородина черная – Ассоль, Грация; сумме фенольных соединений: крыжовник – Некрасовский, смородина красная – Подарок победителям, смородина черная – Ассоль и Юбилей Орла. Наибольший интерес представляют генотипы с комплексом всех исследуемых веществ (антоцианы, катехины, лейкоантоцианы): земляника – Darselect, Rubino civ, Русич, малина – Лазаревская, крыжовник – Казачок, смородина черная – Гларизоа.

Ключевые слова: земляника, малина, крыжовник, смородина, фенольные соединения, селекция, источники

PHENOLIC (P-ACTIVE) COMPOUNDS OF BERRY CROPS OF THE VNIISPK GENE POOL

M.A. Makarkina, *Grand PhD in Agricultural Sciences*

O.A. Vetrova, *PhD in Agricultural Sciences*

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, d. Zhilina, Oryol region, Russia

E-mail: makarkina@vniispk.ru

Abstract. Human health is directly related to its nutrition. The most valuable are biologically active substances contained in fruits and berries, including phenolic compounds with the greatest antioxidant activity. Berry crops that have a rapid fruiting are of particular value. The purpose of these studies was to give a comparative assessment of the content of phenolic compounds in the berries of the most common berry crops in central Russia (21 strawberry cultivars, 26 raspberries, 21 gooseberries, 59 red currants, 64 black currants) and to identify the best genotypes as sources of high content of phenolic substances in berries for use in breeding programs. The content of anthocyanins, catechins, leucoanthocyanins and their amount were determined in berries. Berry cultivars including cultivars of VNIISPK breeding with high values of the studied components were identified: gooseberry – Nekrasovsky, red currant – Osipovskaya, black currant – Arapka, Nyura and Yubiley Orla for the content of anthocyanins; red currants Belka, Podarok Pobediteliam, Selianochka and Ustina, black currants Assol, Zusha, Kipiana, Muravushka, Nyura, Orlovia and Yubiley Orla for the content of catechines; red currants Podarok Pobediteliam and Selianochka, black currants Assol and Gratsia for the content of leucoanthocyanins; gooseberry Nekrasovsky, red currant Podarok Pobediteliam, black currants Assol and Yubiley Orla for the amount of phenolic compounds. The genotypes with a complex of all the studied substances (anthocyanins, catechins, leucoanthocyanins) are of the greatest interest: strawberries – Darselect, Rubino civ, and Rusich, raspberries – Lazarevskaya, gooseberries – Kazachok and black currants – Glarioza.

Keywords: strawberry, raspberry, gooseberry, currant, phenolic compounds, breeding, cultivars, genetic sources

В последние годы население развитых стран проявляет интерес к своему здоровью, которое напрямую связано с потребляемыми продуктами. Благодаря правильно подобранному питанию можно не только укрепить иммунную систему, но и избежать алиментарных заболеваний, а также вызванных вирусами и бактериями. Значительную часть в рационе современного человека должны занимать овощи и фрукты. Особая группа – ягодные культуры, из них наибольшее распространение как в фермерских, так и приусадебных хозяйствах получили

смородина черная и красная, крыжовник, малина, земляника и другие.

В плодах ягодных культур в достаточном количестве содержатся биологически активные вещества: аскорбиновая кислота (витамин С) и фенольные соединения (витамин Р), обладающие высокой антиоксидантной активностью. [6, 8, 9, 12] Они способны подавлять окисление свободных радикалов, образующихся вследствие преобладания в клетках процесса окисления над процессом восстановления и приводящих к усилению или развитию различных

заболеваний. [1, 5, 7, 14] Именно они положительно влияют на организм человека. Несмотря на то, что эти два витамина синергисты, все большее внимание в последние годы уделяется фенольным соединениям. [1-4, 10, 13]

Цель работы – дать сравнительную оценку содержания фенольных соединений в ягодах наиболее распространенных в ЦЧР России (21 сорт земляники, 26 – малины, 21 – крыжовника, 59 – смородины красной, 64 – смородины черной) и выделить лучшие генотипы для использования в селекционных программах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу выполняли с 2010 по 2021 годы во Всероссийском научно-исследовательском институте плодовых культур, г. Орел. Объект исследования – сорта ягодных культур генофонда ВНИИСПК: земляника садовая, крыжовник, малина, смородина красная, смородина черная. Отбирали пробы на участках сортоизучения, анализы проводили в лаборатории биохимической оценки сортов ВНИИСПК. В плодах определяли количественные значения фенольных (Р-активные) веществ: антоцианы, катехины, лейкоантоцианы и их сумму фотометрическим методом. Использовали фотометр ФЭК КФК-3-01-«ЗОМЗ», светофильтр – светло-зеленый, длина волны – 540 нм. Рассчитывали антоцианы и лейкоантоцианы по шкале светопоглощения, катехины – по оптической плотности.

Результаты исследований статистически обрабатывали методом вариационного анализа с помощью программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные представители фенольных соединений в плодах ягодных культур – флавоноиды, из них наибольшей Р-витаминной активностью обладают антоцианы, катехины и лейкоантоцианы. Перечисленные компоненты фенольного комплекса определяли в пяти наиболее распространенных в средней полосе РФ ягодных культурах: землянике, крыжовнике, малине, смородине красной и смородине черной (см. таблицу).

Антоцианы. По накоплению антоцианов в ягодах изучаемые культуры располагаются в порядке убывания: смородина черная > малина > смородина красная > крыжовник > земляника.

В ягодах **земляники** их варьирование было наименьшим – 40,1 (*Jonsok*)...72,3 мг/100 г (*Азия*), коэффициент вариации – 17,9%. Выше среднесортového значения (52,1±2,0 мг/100 г) содержание антоцианов отмечено у *Sonata* (55,4), *Rubino civ* (57,9), *Царица* (59,5), *Darselect* (62,5), *Соловушка* (64,2), *Русич* (70,2), *Азия* (72,3 мг/100 г).

Окраска ягод **крыжовника**, которая обусловлена присутствием различного количества антоциановых веществ, очень разнообразна: от светло-желтой и зеленой до почти черной, поэтому мы наблюдали большой размах содержания этого вещества – от 2,0 (*Солнечный зайчик*) до 241,8 мг/100 г (*Северный капитан*), среднее – 57,3±14,9 мг/100 г, коэффициент вариации – 119,1%. У 43% сортов из-за светлой

окраски ягод антоцианов было меньше 10,0 мг/100 г и всего у пяти сортов – более 100,0 мг/100 г: *Некрасовский* (109,8), *Африканец* (124,3), *Куйбышевский крупноплодный* (125,6), *Казачок* (197,6), *Северный капитан* (241,8).

Среднее содержание антоцианов в ягодах **смородины красной** составило 77,9±11,4 мг/100 г, при значительном, как и у крыжовника, варьировании от 2,2 (*Белка*) до 417,1 мг/100 г (*Циральт*) и коэффициенте вариации 112,4%. Из 59 изученных сортов девять имели окраску ягод от белой до розовой, содержание антоцианов – 2,2...7,4 мг/100 г. У большей части сортов (71,2%) этот показатель находился в пределах от 23,5 до 98,5 мг/100 г, окраска ягод изменялась от светло-красной до насыщенно красной. С высоким количеством антоцианов в ягодах (более 100,0 мг/100 г) выделены сорта: *Розан* (108,1), *Премьера* (109,0), *Осиновская* (109,4), *Лозан* (118,3), *Львоваянка* (271,2), *Roshalt* (403,2), *Виксне* (407,2), *Циральт* (417,1), которые мы рекомендуем для селекции в качестве источников темной окраски ягод.

Светлая окраска ягод отмечена лишь у двух сортов **малины**: *Беглянка* (4,9 мг/100 г) и *Арта* (18,5), самая темная – у *Пересвета* (224,9). Среднее значение данного показателя – 118,9±8,3 мг/100 г, коэффициент вариации – 42,4%. Выше среднесортového порога антоциановых веществ накапливали: *Лазаревская* (133,1 мг/100 г), *Зарянка* (133,2), *Спутница* (141,0), *Бальзам* (145,5), *Ivars* (149,5), *Каскад брянский* (149,8), *Журавлик* (152,3), *Метеор* (156,1), *Вольница* (184,1), *Гусар* (224,1), *Пересвет* (224,9 мг/100 г).

Несмотря на то, что внешне ягоды различных сортов **смородины черной** не сильно отличаются по цвету друг от друга, проведенный анализ показывает значительное изменение содержания антоциановых веществ по группе сортов от 74,1 (*Блакестон*)

Содержание фенольных соединений в плодах ягодных культур (2010–2021 годы)

Культура	Количество сортов, шт.	Р-активные вещества, среднее значение, мг/100 г сырой массы, min...max			
		Коэффициент вариации, %	Антоцианы	Катехины	Лейкоантоцианы
Земляника	21	52,1±2,0 40,1...72,3	122,7±6,2 71,4...174,6	241,8±11,3 144,4...326,5	415,0±15,9 286,0...534,5
	V, %	17,9	23,0	21,5	18,0
Крыжовник	21	57,3±14,9 2,0...241,8	158,5±17,7 59,6...375,2	238,0±22,5 101,8...424,8	451,1±41,6 228,8...863,1
	V, %	119,1	51,3	43,4	42,3
Малина	26	118,9±8,3 4,9...224,9	145,7±5,6 75,1...241,1	146,8±3,7 104,7...210,0	411,4±3,2 288,1...541,5
	V, %	42,4	28,7	18,6	15,5
Смородина красная	59	77,9±11,4 2,2...417,1	183,5±12,0 57,0...482,0	210,6±10,1 88,9...483,8	472,0±24,5 156,4...1026,1
	V, %	112,4	50,3	36,7	39,8
Смородина черная	64	185,4±9,5 74,1...416,7	197,0±8,2 86,9...414,0	353,8±12,0 185,2...632,9	735,5±19,7 372,8...1132,8
	V, %	41,2	33,3	27,1	21,4

до 416,7 мг/100 г (*Вернисаж*), среднесортное – 185,4±9,5 мг/100 г, коэффициент вариации – 41,2%. Лишь у девяти сортов содержание антоцианов в ягодах было на уровне среднего значения, у 21 сорта (33%) – более 200,0 мг/100 г, остальных – от 74,1 до 169,9 мг/100 г. Выделены сорта, накапливающие в ягодах антоциановых веществ более 200,0 мг/100 г: *Вернисаж* (416,7), *Юлиан* (396,7), *Владимирская* (344,3), *Аметист* (331,3), *Маленький принц* (316,4), *Глариоза* (313,2), *Поэзия* (300,0), *Ртищевская* (272,8), *Юбилей Орла* (271,4), *Арапка* (267,0), *Зоря галицкая* (263,0), *Нюра* (260,1), *Памятная* (234,7 мг/100 г). Большое количество антоциановых веществ у сортов, в ягодах которых мякоть имеет не зеленую, а красную окраску.

Сорта крыжовника (*Некрасовский*), смородины красной (*Осиповская*), смородины черной (*Арапка*, *Нюра*, *Юбилей Орла*) созданы во ВНИИСПК.

Катехины. Среднее содержание катехинов в ягодах изучаемых культур – от 122,7±6,2 (земляника) до 197,0±8,2 мг/100 г (смородина черная).

У **земляники** выявлена наименьшая сортовая изменчивость по накоплению катехинов, о чем свидетельствует коэффициент вариации 23,0%. В зависимости от сорта количество антоцианов изменялось от 71,1 (*Царица*) до 174,6 мг/100 г (*Альфа*). Выше среднесортного значения отмечено накопление катехинов в ягодах у сортов *Альфа* (174,6 мг/100 г), *Sonata* (164,9), *Dezi* (152,5), *Vima Kimberly* (139,5), *Rubino civ* (137,4), *Sara* (137,7), *Русич* (136,2), *Соловушка* (168,2), *Cleru* (132,0), *Darselect* (129,9).

Малина – следующая культура в порядке возрастания среднесортного значения катехинов в ягодах (145,7±5,6 мг/100 г), пределы разнообразия – от 75,1 (*Журавлик*) до 241,1 мг/100 г (*Follgold*), коэффициент вариации – 28,7%. Лишь у трех сортов содержание катехинов в ягодах было ниже 100,0 мг/100 г, у 13-ти – от 100,0 до 150,0 мг/100 г и 9-ти – более 150,0 (*Соколенок* (157,3 мг/100 г), *Ранний сюрприз* (162,4), *Espe* (169,0), *Бальзам* (175,0), *Скромница* (192,0), *Зарянка* (207,0), *Лазаревская* (207,8), *Маросейка* (208,6), *Follgold* (241,1 мг/100 г)).

Среднее содержание катехинов в ягодах **крыжовника** – 158,5±17,7 мг/100 г, при значительном варьировании от 59,6 (*Дискавери*) до 375,2 мг/100 г (*Африканец*), коэффициент вариации – 51,3%. Низкие значения в ягодах (менее 100,0 мг/100 г) отмечены у четырех сортов, от 100,0 до 150,0 мг/100 г – у четырех, повышенное (150,0...200,0 мг/100 г) – у сортов *Лада* (169,4), *Орленок* (176,8), *Некрасовский* (197,2), *Северный капитан* (198,0) и высокое (более 200,0 мг/100 г) – *Казачок* (225,4), *Русский* (259,0), *Мускат Борисоглебского* (322,4), *Африканец* (375,2).

Выявлено сильное варьирование катехинов в ягодах 59 сортов **смородины красной** – 57,0 (*Любава*) ... 482,0 мг/100 г (*Ранняя сладкая*), среднесортной показатель – 183,5±12,0 мг/100 г, коэффициент вариации – 50,3%. 36 сортов (61%) накапливали катехины в ягодах от 100,0 до 200,0 мг/100 г, всего семь сортов менее 100,0 и 16 – более 200,0 мг/100 г: *Селяночка* (202,3), *Белка* (205,9), *Jonkheer Van Tets* (202,5), *Циральт* (222,9), *Подарок победителям* (224,4), *Roshalt* (231,1), *Шедрая* (242,7), *Erstling aus Firlanden* (256,7), *Устина* (248,8), *Натали* (270,1), *Рачновкая* (334,5),

Чулковская (395,4), *Виксне* (407,3), *Ненаглядная* (435,1), *Rote Spatlese* (435,7), *Ранняя сладкая* (482,0).

Среди изучаемых ягодных культур **смородина черная** накапливает наибольшее количество Р-активных катехинов – 197,0±8,2 мг/100 г, от 86,9 (*Десертная Огольцовая*) до 414,0 мг/100 г (*Добрый Джин*), при этом показатель сортовой изменчивости значительно ниже, чем у смородины красной и крыжовника – 33,3%. У одного сорта содержание катехинов в ягодах было менее 100,0 мг/100 г, у 37-и (57,8%) в пределах от 100,0 до 200,0, у 12-и сортов (18,8%) – от 200,0 до 250 и 14-и (21,9%) более 250,0 мг/100 г: *Перун* (251,6 мг/100 г), *Юлиан* (258,9), *Кипиана* (263,8), *Нюра* (264,4), *Аметист* (268,5), *Муравушка* (273,6), *Веп Сонпан* (280,3), *Минай Шмырев* (283,5), *Ассоль* (303,1), *Зуша* (309,1), *Глариоза* (313,6), *Юбилей Орла* (315,2), *Орловия* (339,0), *Добрый Джин* (414,0).

Выделенные по накоплению катехинов в ягодах сорта – *Белка*, *Подарок победителям*, *Селяночка*, *Устина* (смородина красная), *Ассоль*, *Зуша*, *Кипиана*, *Муравушка*, *Нюра*, *Орловия*, *Юбилей Орла* (смородина черная) – селекции ВНИИСПК.

Лейкоантоцианы. Наибольшее их количество накапливалось в ягодах смородины черной (353,8±12,0 мг/100 г), наименьшее – малины (146,8±3,7 мг/100 г). По землянике, крыжовнику и смородине красной получены среднесортные показатели, незначительно отличающиеся друг от друга – 241,8±11,3; 238,0±22,5 и 210,6±10,1 мг/100 г соответственно.

Наименьшая сортовая изменчивость содержания лейкоантоцианов в ягодах отмечена у **малины** – коэффициент вариации 18,6%, размах варьирования от 104,7 (*Бабье лето*) до 210,0 мг/100 г (*Гусар*). Выше среднесортного значения (более 150,0 мг/100 г) лейкоантоцианов в ягодах накапливали: *Журавлик* (151,7), *Aria* (154,0), *Ivars* (157,7), *Бригантина* (160,6), *Вольница* (161,9), *Беглянка* (175,8), *Метеор* (182,0), *Лазаревская* (183,2), *Маросейка* (201,0), *Гусар* (210,0 мг/100 г).

Содержание лейкоантоцианов в ягодах **смородины красной** изменялось значительно – 88,9 (*Асора*)...483,9 мг/100 г (*Jonkheer Van Tets*), коэффициент вариации – 36,7%. Ниже 100,0 мг/100 г имели два сорта (*Асора*, *Любава*), от 100,0 до 150,0 мг/100 г – 11 (18,6%), от 150,0 до 200,0 мг/100 г – 16 (27,1%), от 200,0 мг/100 г и выше – 30 (50,8%), из них у сортов *Татьянина* (304,5 мг/100 г), *Селяночка* (305,1), *Ровада* (321,7), *Розан* (328,5), *Подарок победителям* (340,6), *Лозан* (352,0), *Rote Spatlese* (365,4), *Jonkheer Van Tets* (483,9 мг/100 г) количество лейкоантоцианов более 300,0 мг/100 г.

Следующая культура по накоплению лейкоантоцианов в ягодах – **крыжовник**. Пределы разнообразия показателя – от 101,8 (*Родник*) до 424,8 мг/100 г (*Куйбышевский крупноплодный*), коэффициент вариации – 43,4%. Значительная часть сортов (61,9%) накапливала более 200,0 мг/100 г лейкоантоцианов, в том числе шесть – более 300,0 мг/100 г: *Некрасовский* (329,8), *Краснославянский* (351,3), *Северный капитан* (365,0), *Казачок* (404,1), *Гроссуляр* (423,3), *Куйбышевский крупноплодный* (424,8).

Сортовая изменчивость содержания лейкоантоцианов в ягодах **земляники** была немного выше средней, коэффициент вариации – 21,5%, размах

варьирования – 144,4 (*Росинка*)...326,5 мг/100 г (*Dezu*). На уровне среднесортowego значения и выше содержание лейкоантоцианов в ягодах отмечено у сортов: *Vima Zanta* (240,5 мг/100 г), *Sara* (243,9), *Азия* (247,2), *Царица* (255,7), *Darselect* (257,5), *Соловушка* (273,2), *Vima Kimberly* (279,0), *Альфа* (305,4), *Русич* (324,3), *Rubino Civ* (322,0), *Dezu* (326,5 мг/100 г).

Рекордсмен по накоплению лейкоантоцианов в ягодах – *смородина черная* (353,8±12,0 мг/100 г), коэффициент вариации – 27,1%, пределы разнобразия – 185,2 (*Добрый Джин*)...632,9 мг/100 г (*Перун*). Менее 200,0 мг/100 г накапливали всего два сорта (*Десертная Огольцовой*, *Добрый Джин*), от 200,0 до 300,0 – 20 (31,3%), от 300,0 до 400,0 – 27 (42,2%) и более 400,0 мг/100 г – 15 сортов (23,4%): *Маленький принц* (408,8), *Черешнева* (409,9), *Черный аист* (410,0), *Вира* (416,0), *Ассоль* (432,5), *Глариоза* (467,2), *Памятная* (473,1), *Владимирская* (489,4), *Грация* (490,5), *Орфей* (512,2), *Аметист* (533,0), *Нежданчик* (539,3), *Муза* (555,9), *Казацкая* (578,0), *Перун* (632,9).

Сорта селекции ВНИИСПК – *Подарок победителям*, *Селяночка* (смородина красная), *Ассоль*, *Грация* (смородина черная).

По сумме фенольных соединений в ягодах изучаемые культуры можно разделить на три группы: первая – малина и земляника, вторая – крыжовник и смородина красная, третья – смородина черная.

Содержание суммы фенольных соединений в ягодах *малины* в зависимости от сорта изменялось в средней степени – 2881,1 (*Беглянка*)...541,5 мг/100 г (*Гусар*), коэффициент вариации – 15,5%. У 15-и сортов этот показатель на уровне среднесортowego значения (411,4±3,2 мг/100 г) и выше, из них девять накапливали в ягодах более 450,0 мг/100 г: *Бальзам* (451,3), *Зарянка* (461,2), *Вольница* (462,7), *Пересвет* (466,5), *Follgold* (473,0), *Метеор* (486,1), *Маросейка* (504,8), *Лазаревская* (524,1), *Гусар* (541,5).

Среднее содержание суммы фенольных соединений в ягодах *земляники* – 415,0±16,3 мг/100 г при средней сортовой изменчивости, что подтверждается коэффициентом вариации (18,0%), значение которого меньше 20,0%. Минимальное – 286,0 (*Росинка*), максимальное – 534,5 (*Альфа*). Более 450,0 мг/100 г сумма фенольных соединений у: *Vima Kimberly* (464,3), *Соловушка* (505,6), *Rubino Civ* (517,3), *Dezu* (520,8), *Русич* (530,7), *Альфа* (534,5).

У *крыжовника* варьирование суммы фенольных соединений наблюдали в большей степени, чем у остальных культур – 228,8 (*Дискавери*)...863,1 (*Казачок*), коэффициент вариации – 42,3%, при среднесортowym значении 451,1±41,6 мг/100 г. В качестве источников высокого содержания фенольных соединений в ягодах (более 500,0 мг/100 г) выделены сорта: *Краснославянский* (508,1), *Гроссуляр* (513,1), *Мускат Борисоглебского* (581,9), *Куйбышевский крупноплодный* (636,4), *Некрасовский* (636,8), *Африканец* (719,9), *Северный Капитан* (804,8), *Казачок* (863,1). Сорт *Некрасовский* селекции ВНИИСПК.

Значительное варьирование суммы фенольных соединений у сортов *смородины красной* от 156,4 (*Любава*) до 1026,1 мг/100 г (*Виксне*), среднее содержание – 472,0±24,5 мг/100 г, коэффициент ва-

риации – 39,8%. Лишь у *Любавы* накапливалось в ягодах фенольных соединений менее 200,0 мг/100 г, у 8-и – от 200,0 до 300,0, 16-и – от 300,0 до 400,0, 12-и – от 400,0 до 500,0 и 22-х (37,3%) более 500,0, из них у 11-и сортов – более 600,0 мг/100 г: *Лозан* (625,8), *Подарок победителям* (663,5), *Львовянка* (678,8), *Чулковская* (705,8), *Ненаглядная* (757,9), *Jonkheer Van Tets* (777,4), *Rote Spatlese* (839,9), *Rosnalt* (846,5), *Ранняя сладкая* (853,4), *Циральт* (912,4), *Виксне* (1026,1). Сорт *Подарок победителям* селекции ВНИИСПК.

Среднее содержание суммы фенольных соединений в ягодах *смородины черной* больше, чем у других изучаемых культур – 735,5±19,7 мг/100 г, размах варьирования – 372,8 (*Десертная Огольцовой*)...1132,8 мг/100 г (*Аметист*), коэффициент вариации – 21,4%. *Десертная Огольцовой* и *Очарование* отмечены низкими значениями суммы фенольных соединений 372,8 и 384,1 соответственно, все остальные сорта имели показатели выше 500,0 мг/100 г: 12 – от 500,0 до 600,0, 18 – от 600,0 до 700,0, 11 – от 700,0 до 800,0, 21 – выше 800,0, из них у 10-и сортов содержание суммы сахаров более 900,0 мг/100 г: *Памятная* (906,4), *Ассоль* (945,0), *Юбилей Орла* (962,0), *Маленький принц* (973,1), *Вернисаж* (980,9), *Юлиан* (1021,0), *Перун* (1038,7), *Владимирская* (1039,3), *Глариоза* (1094,0), *Аметист* (1132,8). *Ассоль* и *Юбилей Орла* селекции ВНИИСПК.

Все сорта интересны для использования в селекции в качестве источников определенного компонента химического состава ягод. Наибольшую ценность представляют генотипы с комплексом всех исследуемых веществ (антоцианы, катехины, лейкоантоцианы): земляника – *Darselect*, *Rubino civ*, *Русич*, малина – *Лазаревская*, крыжовник – *Казачок*, смородина черная – *Глариоза*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Еремеева Н.Б., Макарова Н.В. Изучение содержания антиоксидантов и их активности в концентрированных экстрактах из ягод клюквы (*Vaccinium Oxococcus*), облепихи (*Hipporphae rhamnoides L.*), ежевики (*Rubus fruticosus*), калины (*Viburnum opulus L.*) и рябины (*Sorbus aucuparia L.*) // Химия растительного сырья. 2021. № 4. С. 157-164. doi: 10.14258/jcrpm.2021049365
2. Ершова И.В. Содержание биологически активных фенольных соединений в сибирских плодах и ягодах // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 9. С. 44-47.
3. Левгерова Н.С., Салина Е.С., Макаркина М.А. Сравнительный анализ содержания катехинов в плодах новых сортов яблони селекции ВНИИСПК и продуктах их переработки // Химия растительного сырья. 2021. № 2. С. 227-236. doi: 10.14258/jcrpm.2021027870
4. Лукьянчук И.В., Жбанова Е.В. Оценка содержания антоцианов в плодах земляники в полевых условиях // Плодоводство и виноградарство юга России. 2021. № 67 (1). С. 66-90. doi: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-66-90
5. Чугунова О.В., Пастушкова Е.В., Вяткин А.В. Практические аспекты использования плодово-ягодного сырья при создании продуктов, способствующих снижению уровня оксидативного стресса // Индустрия питания. 2017. № 2. С. 57–63.
6. Чугунова О.В., Заворохина Н.В., Вяткин А.В. Исследование антиоксидантной активности и ее изменения

- при хранении плодово-ягодного сырья Свердловской области // *Аграрный вестник Урала*. 2019. № 11 (190). С. 59–65. doi: 10.32417/article_5dcd861e8e0053.57240026
7. Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н. и др. Оценка антиоксидантного статуса лекарственных растений из коллекции ботанического сада БФУ им. И. Канта (Калининград) // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта*. 2012. Вып. 7. С. 17–23.
 8. Юшков А.Н., Савельев Н.И., Акимов М.Ю. и др. Антиоксидантная активность и биохимический состав ягодных культур // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 8. С. 5–6.
 9. Battino M., Beekewilder J., Denoyes-Rothan B. et al. Bioactive compounds in berries relevant to human health // *Nutrition Reviews*. 2009. V. 67 (1). P. 145–150 <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00178.x>
 10. Ignat, I., Volf I., Popa V.I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables // *Food Chemistry*. 2011. V. 126 (4). P. 1821–1835. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026>
 11. Makarkina M., Sedov E. Apple varieties of selection of “All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding”, as a starting material for breeding for a high content of phenolic compounds in fruit // *BIO Web Conf. International Scientific Online-Conference “Bioengineering in the Organization of Processes Concerning Breeding and Reproduction of Perennial Crops”*. 2020. V. 25. 02003. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502003>
 12. Nile S.H., Park S.W. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health // *Nutrition*. 2014. Vol. 30 (2). P. 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.04.007>
 13. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J. et al. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries // *International Journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 6 (10). P. 24673–24706. doi:10.3390/ijms161024673
 14. Yang B., Kortessniemi M. Clinical evidence on potential health benefits of berries // *Current Opinion in Food Science*. 2015. Vol. 2. P. 36–42. doi:10.1016/j.cofs.2015.01.002
 1. Ereemeeva N.B., Makarova N.V. Izuchenie sodержaniya antioksidantov i ih aktivnosti v koncentrirovannykh ekstraktah iz yagod klyukvy (*Vaccinium Oxycoccus*), oblepihi (*Hippophae rhamnoides* L.), ezheviki (*Rubus fruticosus*), kaliny (*Viburnum opulus* L.) i ryabiny (*Sorbus aucuparia* L.) // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2021. № 4. S. 157–164. doi: 10.14258/jcprm.2021049365
 2. Ershova I.V. Soderzhanie biologicheskii aktivnykh fenol'nykh soedinenij v sibirskih plodah i yagodah // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016. T. 30. № 9. S. 44–47.
 3. Levgerova N.S., Salina E.S., Makarkina M.A. Sravnitel'nyj analiz sodержaniya katehinov v plodah novykh sortov yabloni selekcii VNIISPК i produktah ih pererabotki // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2021. № 2. S. 227–236. doi: 10.14258/jcprm.2021027870
 4. Luk'yanchuk I.V., Zhanova E.V. Ocenka sodержaniya antocianov v plodah zemlyaniki v polevykh usloviyah // *Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii*. 2021. № 67 (1). S. 66–90. doi: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-66-90
 5. Chugunova O.V., Pastushkova E.V., Vyatkin A.V. Prakticheskie aspekty ispol'zovaniya plodovo-yagodnogo syr'ya pri sozdanii produktov, sposobstvuyushchih snizheniyu urovnya oksidativnogo stressa // *Industriya pitaniya*. 2017. № 2. S. 57–63.
 6. Chugunova O.V., Zavorohina N.V., Vyatkin A.V. Issledovanie antioksidantnoj aktivnosti i ee izmeneniya pri hranenii plodovo-yagodnogo syr'ya Sverdlovskoj oblasti // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2019. № 11– (190). S. 59–65. doi: 10.32417/article_5dcd861e8e0053.57240026
 7. Chupahina G.N., Maslennikov P.V., Skrypnik L.N. i dr. Ocenka antioksidantnogo statusa lekarstvennykh rastenij iz kollekcii botanicheskogo sada BFU im. I. Kanta (Kalininograd) // *Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta*. 2012. Vyp. 7. S. 17–23.
 8. Yushkov A.N., Savel'ev N.I., Akimov M.Yu. i dr. Antioksidantnaya aktivnost' i biokhimicheskij sostav yagodnykh kul'tur // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2010. № 8. S. 5–6.
 9. Battino M., Beekewilder J., Denoyes-Rothan B. et al. Bioactive compounds in berries relevant to human health // *Nutrition Reviews*. 2009. V. 67 (1). P. 145–150 <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00178.x>
 10. Ignat, I., Volf I., Popa V.I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables // *Food Chemistry*. 2011. V. 126 (4). P. 1821–1835. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026>
 11. Makarkina M., Sedov E. Apple varieties of selection of “All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding”, as a starting material for breeding for a high content of phenolic compounds in fruit // *BIO Web Conf. International Scientific Online-Conference “Bioengineering in the Organization of Processes Concerning Breeding and Reproduction of Perennial Crops”*. 2020. V. 25. 02003. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502003>
 12. Nile S.H., Park S.W. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health // *Nutrition*. 2014. Vol. 30 (2). P. 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.04.007>
 13. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J. et al. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries // *International Journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 6 (10). P. 24673–24706. doi:10.3390/ijms161024673
 14. Yang B., Kortessniemi M. Clinical evidence on potential health benefits of berries // *Current Opinion in Food Science*. 2015. Vol. 2. P. 36–42. doi:10.1016/j.cofs.2015.01.002

REFERENCES

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТО-ПОДВОЙНЫЕ КОМБИНАЦИИ ГРУШИ ДЛЯ ИНТЕНСИВНЫХ САДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Игорь Валерьевич Семин, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, д. Жилина, Орловская обл., Россия

E-mail: semin@vniispk.ru

Аннотация. Представлены результаты совместимости в межродовых сорто-подвойных комбинациях с карликовыми подвоями на основе айвы обыкновенной селекции ВНИИСПК и перспективных для промышленного производства сортов груши. Отмечено хорошее срастание с карликовым подвоем и интенсивное развитие сортов груши Есенинская, Муратовская, Тютчевская, Памяти Яковлева, Белорусская поздняя, Ника, Брянская красавица, а также перспективного потенциального сорта селекции ВНИИСПК Алая, без проявления признаков угнетения привоев. Показано повышение качества саженцев груши в условиях питомника при окулировке на сеянцы айвы обыкновенной, по сравнению с грушевым подвоем. Отрицательный аффинитет при прививке на айву обыкновенную установлен для сортов груши Орловская летняя, Орловская красавица, Тихий дон и Скоропелка из Мичуринска. Эти сорта не могут полноценно развиваться на айве обыкновенной при непосредственной прививке. Для них взят вставочный подвой (посредник) – яблоне-грушевый гибрид № 818, показавший отличное срастание с айвой обыкновенной и более интенсивное развитие привоев, чем на грушевом подвое. Между вставочным подвоем и сортами груши признаков несовместимости не обнаружено. Представлены предварительные результаты наблюдений за развитием совместимых с айвой сорто-подвойных комбинаций груши в саду. Вступление в пору плодоношения сортов груши при прививке на айву обыкновенную – на третий-четвертый год. Выделенные сорто-подвойные комбинации могут быть использованы для производства сортов груши по интенсивным технологиям в Центральной России.

Ключевые слова: сорта груши, айва обыкновенная, совместимость, сорто-подвойные комбинации

PERSPECTIVE BREED ROODSTOCK COMBINATIONS OF PEACH FOR INTENSIVE ORCHARDS IN CENTRAL RUSSIA

I.V. Semin, PhD in Agricultural Sciences

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, d. Zhilina, Oryol region, Russia

E-mail: semin@vniispk.ru

Abstract. The results of compatibility in intergenerational variety-rootstock combinations with dwarf rootstocks based on quince of ordinary VNIISP selection and pear varieties promising for industrial production are presented. A good fusion with dwarf rootstock and intensive development of pear varieties Yeseninskaya, Muratovskaya, Tyutchevskaya, Yakovlev's Memory, Belorusskaya Pozdnaya, Nika, Bryanskaya Krasavitsa and promising potential varieties of VNIISP selection Alaya were established, without signs of suppression of grafts. It is shown that the quality of pear seedlings in nursery conditions is improved when oculating on seedlings of common quince, compared with pear rootstock. Negative affinity when vaccinated on quince is established for the varieties of pear Orlovskaya summer, Orlovskaya beauty, Quiet Don and Skorospelka from Michurinsk. These varieties cannot fully develop on common quince with direct inoculation. For them, an insertion rootstock (intermediary) was noted - apple-pear hybrid No. 818, which showed excellent fusion with common quince and more intensive development of grafts than on pear rootstock. No signs of incompatibility were found between the insertion stock and pear varieties. Preliminary results of observations on the development of cultivar-rootstock combinations of pears compatible with quince in the garden are presented. The entry into the fruiting season of pear varieties when grafted on quince has been established for 3-4 years. Based on the obtained research results, the selected cultivar-rootstock combinations can be used for the production of pear varieties using intensive technologies in Central Russia.

Keywords: pear varieties, common quince, compatibility, variety-rootstock combinations

Практика и опыт мирового плодоводства не раз доказывали эффективность промышленного возделывания садов с помощью интенсивных технологий. [7] Задача интенсивного садоводства – получение максимальной продуктивности с повышением качества плодов с как можно меньшей единицы площади и свести к минимуму непродуктивный период эксплуатации сада. Главные средства интенсификации – сорта и подвои, от которых в значительной степени зависит сила роста плодовых растений, скороплодность и продуктивность сортов, устойчивость их к биотическим и абиотическим факторам среды, качество получаемой продукции. [8–10]

Интенсивность сорта определяется зимостойкостью, достаточным иммунитетом к болезням, ежегодным обильным плодоношением с получением плодов высокого качества, продолжительным сроком их потребления. [3] В интенсивные характеристики подвоя вкладывают способность снижать высоту плодовых насаждений, ускорять вступление их в пору плодоношения, хорошо размножаться, а также высокие адаптивные качества. Правильный подбор сорто-подвойных комбинаций приводит к значительному повышению эффективности производства плодовой продукции. Это особенно актуально для возделывания груши в средней полосе России,

где интенсивные технологии для нее не применяют. Причина этому – недостаток сортов, отвечающих требованиям интенсивного садоводства и отсутствие подвоев с оптимальными хозяйственно-биологическими характеристиками, сдерживающих высоту сортов груши и ускоряющих вступление их в пору плодоношения. Созданы адаптированные сорта груши, способные давать ежегодные урожаи плодов высоких вкусовых и товарных качеств, пригодные для возделывания в холодном климате. Мировой опыт интенсификации садов груши показал эффективность использования айвы обыкновенной в качестве подвоя интенсивного типа, однако в России ее применение ограничивалось слабой зимостойкостью. Благодаря работе ученых ВНИИСПК получены ее перспективные формы, которые с успехом могут применяться для возделывания сортов груши по интенсивным технологиям в средней полосе России. [1,6] Прививки груши на айву обыкновенную межродовые, потому не все сорта имеют с подвоями положительный аффинитет. Определение таких сортов – одна из главных задач для создания высокопродуктивных садов груши.

Цель работы – выделение совместимых сорто-подвойных комбинаций перспективных для промышленного возделывания груши с подвоями айвы обыкновенной селекции ВНИИСПК, сортов, обладающих отрицательным аффинитетом, а также вставочных подвоев для выращивания несовместимых с айвой сортов груши.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на базе ФГБНУ ВНИИСПК в 2008-2010 и 2019-2020 годах. Объект изучения – перспективные для промышленного возделывания сорта груши из коллекции института и сеянцы айвы обыкновенной, полученные от отборных зимостойких форм селекции ВНИИСПК. Совместимость оценивали в условиях питомника визуально по признакам, описанным В.А. Коровиным. [2] Учеты и наблюдения выполняли согласно Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. [4] Повторность – трехкратная, в каждой по 11 растений. Агротехника – общепринятая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования сорто-подвойных комбинаций с айвой обыкновенной и сортами груши показали, что не все сорта имеют хорошее срастание с подвоем. Уже в питомнике отмечены случаи угнетенного состояния привоев для некоторых сортов груши. При изучении совместимых комбинаций во всех вариантах опыта установлен более интенсивный рост привоев, однолетний прирост имеет увеличение толщины и длины побегов, в отличие от сортов, привитых на сеянцах груши. В питомнике на айвовом подвое отмечается выход стандартных саженцев груши выше на 10...15% (табл. 1).

Сорта груши (*Есенинская, Памяти Яковлева, Белорусская поздняя, Тютчевская, Муратовская*) имеют генетическую предрасположенность к вторичному ветвлению однолетнего прироста. Это подтверждают результаты, полученные при использовании грушевых подвоев. В сорто-подвойных комбинациях с айвой обыкновенной количество разветвлений возрастает в 3...6 раз, а их средняя длина в 2...20 раз в зависимости от сорта. Суммарная длина однолетнего прироста для указанных сортов груши при окулировке на айву обыкновенную значительно выше, чем при использовании грушевых подвоев и составляет в среднем 12,5 (*Памяти Яковлева*)...91,9% (*Есенинская*). Единичные растения для этих сортов на айвовом подвое способны уже в питомнике закладывать цветковые почки на однолетнем приросте, что обусловлено не только скороплодностью сортов, но и влиянием айвы обыкновенной как подвоя.

Корневая система айвы обыкновенной поверхностная мочковатая, очень разветвленная. По количеству скелетных корней и их суммарной длине она превосходит грушу почти в два раза (табл. 2). Существенных различий в показателях средней длины скелетных корней не отмечено. Порядок разветвления корней айвы – 5...6, груши – 3...4. У айвы обыкновенной значительное количество всасывающих корней, но ее корни более тонкие, чем у груши, что во многом объясняет высокую потребность во влаге в критический период развития растений и отзывчивость на улучшение агротехнических условий произрастания.

Таблица 1.

Структура надземной части сортов груши в питомнике

Сорт	Длина прироста, см		Количество разветвлений, шт.		Средняя длина разветвлений, см		Суммарная длина прироста, см		Диаметр корневой шейки привоя, мм	
	айва	груша	айва	груша	айва	груша	айва	груша	айва	груша
<i>Памяти Яковлева</i>	146,0	143,4	2,8	1,0	6,6	3,0	164,5	146,4	15,8	14,3
<i>Есенинская</i>	144,0	148,0	5,8	1,0	25,8	5,0	293,6	153,0	13,6	12,5
<i>Алая</i>	141,0	146,2	0,0	0,0	0,0	0,0	141,0	146,2	11,4	11,0
<i>Ника</i>	140,0	151,1	0,0	0,0	0,0	0,0	140,0	151,1	14,4	15,0
<i>Брянская красавица</i>	138,0	145,0	0,0	0,0	0,0	0,0	138,0	145,0	12,6	13,0
<i>Белорусская поздняя</i>	132,0	140,0	5,2	1,0	35,6	4,0	317,1	144,0	14,2	13,9
<i>Тютчевская</i>	143,1	146,2	3,9	1,1	14,0	3,7	197,7	150,3	14,0	14,0
<i>Муратовская</i>	138,0	149,0	4,6	1,2	21,4	1,0	236,4	150,2	13,4	13,2
<i>Среднее по сортам</i>	140,3	146,1	2,8	0,7	12,9	2,1	203,5	148,3	13,7	13,4
<i>НСР_{0,5}</i>	8,8	9,0								

Таблица 2.

Архитектоника корней саженцев груши в питомнике

Сорт	Диаметр корневой шейки подвоя, мм		Соотношение диаметра шейки привоя к подвою		Количество скелетных корней, шт.		Длина скелетных корней, см		Суммарная длина скелетных корней, см	
	айва	груша	айва	груша	айва	груша	айва	груша	айва	груша
<i>Памяти Яковлева</i>	16,8	14,6	0,9	1,0	8,6	5,4	38,0	32,0	326,8	172,8
<i>Есенинская</i>	16,8	13,5	0,8	0,9	21,4	9,6	32,0	35,0	684,8	336,0
<i>Алая</i>	14,0	12,1	0,8	0,9	10,8	7,3	41,0	39,0	442,8	284,7
<i>Ника</i>	15,8	16,0	0,9	0,9	14,6	5,3	29,0	31,0	423,4	164,3
<i>Брянская красавица</i>	14,2	14,1	0,9	0,9	18,0	5,9	35,0	30,0	630,0	177,0
<i>Белорусская поздняя</i>	15,4	15,0	0,9	0,9	10,4	5,7	36,0	34,0	374,4	193,8
<i>Тютчевская</i>	15,5	14,9	0,9	0,9	12,0	7,2	32,3	33,1	387,6	238,3
<i>Муратовская</i>	14,2	13,6	0,9	0,9	12,1	7,9	33,0	30,6	399,3	241,7
<i>Среднее по сортам</i>	15,3	14,2	0,9	0,9	13,5	6,8	34,5	33,1	465,8	225,1
<i>НСР₀₅</i>	11,3	10,2								

Соотношение диаметров шейки привоя к подвою для совместимых комбинаций приближается к единице, что указывает на благоприятное протекание физиологических процессов в сорто-подвойной комбинации.

Таким образом, результатами исследований в условиях питомника показан более интенсивный рост и высокое качество посадочного материала у сортов груши, выращенных при использовании сеянцев айвы обыкновенной, по сравнению с распространенными подвоями груши.

В работе выделено восемь сортов груши, имеющих полноценное развитие при окулировке на айву обыкновенную селекции ВНИИСПК (рис. 1, 2, 2-я стр. обл.).

Есенинская – осенний высокоурожайный сорт селекции ВНИИСПК показал прочное срастание с айвой в питомнике, интенсивный рост побегов и хорошее их ветвление по сравнению с грушевым подвоем. На айвовом подвое первые плоды появляются на третий год после посадки в сад, а цветение на фоне интенсивного питания – на второй. К двенадцати годам деревья не превышают 2,1...2,6 м.

Муратовская – осенний скороплодный сорт селекции ВНИИСПК. Отмечено прочное срастание с айвой и активный рост привоев в питомнике. Признаков несовместимости не выявлено. Начало плодоношения – на четвертый год после посадки в сад. Высота растений в двенадцатилетнем возрасте не превышает 2,5 м. Урожайность высокая и ежегодная.

Памяти Яковлева – раннеосенний сорт селекции ВНИИ генетики и селекции плодовых растений имени И.В. Мичурина. В питомнике сорт показал прочное срастание с айвой, но отмечается образование наплыва в месте прививки в первые годы роста, других признаков несовместимости нет. В дальнейшем при посадке в сад наплыв постепенно исчезает и сорт полноценно плодоносит. Такая комбинация с айвой обыкновенной имеет более мощный рост и ветвление, чем при прививке на грушевый подвой. Сорт начинает плодоносить на третий год после посадки в сад. Высота деревьев в двенадцатилетнем возрасте не превышает 2,1 м. Урожайность высокая и ежегодная.

Белорусская поздняя – зимний сорт селекции Белорусского НИИ плодоводства. С айвой обыкновенной имеет прочное срастание и мощный рост уже в питомнике. В первые годы отмечается небольшой наплыв в месте срастания с подвоем, однако со временем он исчезает. Плоды появляются на четвертый год после посадки в сад. Высота деревьев в десятилетнем возрасте не превышает 1,8...2,1 м. Несмотря на то, что в отдельные годы при недостатке влаги плоды могут быть мелкими, урожайность высокая и ежегодная.

Ника – урожайный, зимостойкий сорт с комплексной устойчивостью к болезням зимнего срока созревания селекции ВНИИГиСПР имени И.В. Мичурина. В питомнике прочно срастается с айвой обыкновенной, активный рост привоев и выход саженцев груши высокого качества. Признаков отрицательного аффинитета не обнаружено. В сорто-подвойных комбинациях с айвой обыкновенной все привои сорта *Ника* несколько толще, чем привои на сеянцах груши.

Брянская красавица – высокоурожайный, раннеосенний, перспективный для возделывания сорт в средней полосе России. В питомнике прочно срастается с айвой, отмечен интенсивный рост и высокий выход саженцев груши с хорошими хозяйственно полезными признаками.

Алая – новый потенциальный сорт груши селекции ВНИИСПК летнего срока созревания. На айвовом подвое растет хорошо. Признаков несовместимости не обнаружено. Рост привоев более интенсивный, чем на грушевых подвоях. При прививке на айву обыкновенную первые плоды появляются с третьего года после посадки в сад. В одиннадцатилетнем возрасте деревья не выше 2,2...2,6 м.

Тютчевская – скороплодный урожайный раннеосенний сорт селекции ВНИИСПК. На айвовом подвое отмечен активный полноценный рост побегов уже в питомнике. Высокая побегообразовательная способность сохраняется и в последующие годы. Несмотря на образование наплыва в месте срастания прививки, привой с подвоем срастается прочно. Со временем наплыв постепенно исчезает. Первое плодоношение – на четвертый год после посадки в сад. В двенадцатилетнем возрасте деревья вырастают не выше 1,6...2,3 м.

Но не все сорта груши совместимы с айвой обыкновенной (рис. 3, 2-я стр. обл.).

В наших исследованиях отрицательный аффинитет установлен для сортов *Орловская красавица*, *Орловская летняя*, *Скороспелка из Мичуринска* и *Тихий Дон*. Они не совместимы с айвой обыкновенной селекции ВНИИСПК. Во всех вариантах отмечено позднее пробуждение почек (глазки) прививки, угнетение привоев, преждевременное изменение окраски верхушечных листьев привоя и их раннее опадение. Обнаружены наплывы и трещины в месте срастания с подвоем (*Орловская красавица*, *Орловская летняя*), соединение непрочное. Отломы характеризуются гладкой поверхностью, что говорит об отсутствии срастания отдельных тканей привоя и подвоя. Ниже уровня прививки отмечено интенсивное образование поросли подвоя (*Тихий Дон*, *Скороспелка из Мичуринска*). У сортов *Орловская летняя* и *Тихий Дон* кора привоев фенотипически изменяла свой естественный цвет. Все эти признаки проявились в питомнике и для возделывания таких сортов на айвовом подвое необходим посредник — вставочный подвой, совместимый с айвой обыкновенной и сортами груши.

Для использования в качестве посредника в несовместимых сорто-подвойных комбинациях было изучено два межвидовых гибрида (яблоне-грушевый № 818 и сорбопирус Курьянова) и апомиктический сеянец уссурийской груши, характеризующийся высокой зимостойкостью. Установлено, что последний показал полную несовместимость с подвоями айвы обыкновенной с проявлением признаков отрицательного аффинитета уже в питомнике — отломы, трещины и наплывы в месте срастания с подвоем, преждевременное изменение окраски листьев, раннее их опадение, слабый рост привоев и другое. Сорбипирус Курьянова показал прочное срастание с айвой без признаков отторжения привоя. Однако посредник развивался медленно и к концу сезона не подходил по диаметру штамба к окулировке сортами груши. Среди изучаемых форм вставочных подвоев наилучший результат получен с гибридом № 818, который прочно и надежно срастается с айвой обыкновенной и имеет очень интенсивный рост привоев уже в питомнике. По суммарной длине прироста при прививке на айве обыкновенной гибрид в два раза превосходит суммарную длину прироста гибрида № 818 на сеянцах груши. К окулировке в питомнике вставка подходит на 90...95%. случаев несовместимости с сортами груши у гибрида № 818 не обнаружено. В сорто-подвойных комбинациях с айвой обыкновенной и вставочным подвоем № 818 все сорта груши начинают плодоносить на третий-четвертый год после посадки в сад. В полевых условиях гибрид № 818 за 15 лет наблюдений ни разу не проявил серьезного повреждения неблагоприятными факторами зимнего периода, что дает возможность его характеризовать как достаточно зимостойкий подвой для средней полосы России. Он может использоваться как посредник в несовместимых сорто-подвойных комбинациях с сортами груши.

Таким образом, установлена положительная совместимость между карликовыми подвоями се-

лекции ВНИИСПК и сортами груши *Есенинская*, *Муратовская*, *Памяти Яковлева*, *Белорусская поздняя*, *Ника*, *Брянская красавица*, *Алая* и *Тютчевская*. Исследования показали высокое качество посадочного материала при окулировке этих сортов на айву обыкновенную уже в питомнике и полноценное развитие в саду. Все сорта перспективны для промышленного возделывания в средней полосе России с применением интенсивных технологий. Несовместимость проявили сорта груши — *Орловская красавица*, *Орловская летняя*, *Скороспелка из Мичуринска* и *Тихий Дон*. Их возделывание на айве возможно только с помощью вставочного компонента. В качестве вставочного подвоя отмечен яблоне-грушевый гибрид № 818, который хорошо срастается с айвой и сортами груши и может быть применен в качестве посредника в несовместимых сорто-подвойных комбинациях. Исследования в этом направлении актуальны и будут продолжены.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Борисова О.Н., Долматов Е.А. Морозостойкость корневой системы перспективных клоновых подвоев для груши // *Успехи современной науки*. 2017. № 7. С.11–13.
2. Коровин В.А. Причины несовместимости при прививках плодовых растений, Совместимость привоя и подвоя яблони. М.: Колос, 1979. С. 3–119.
3. Попов Б.А. Сады на карликовых подвоях. М., Россельхозиздат, 1976. 207 с.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 502 с.
5. Помология: [в 5 т.] / Российская акад. с.-х. наук, ГНУ Всероссийский ин-т селекции плодовых культур ; [под общ. ред. Е. Н. Седова]. Орел : Изд-во ВНИИСПК, 2007. Т. 2: Груша. Айва. 434 с.
6. Сёмин И.В., Долматов Е.А., Ожерельева З.Е. Перспективы использования подвоя интенсивного типа для возделывания садов груши в условиях центральной России // *Овощи России*. 2020. № 5. С. 75–80.
7. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В. Актуальные аспекты развития садоводства в Республике Крым // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017. Т. 49. С. 312–31.
8. Сотник А.И., Танкевич В.В. Оценка адаптационного потенциала сортоподвойны сочетаний груши (*Pyrus communis* L.) в условиях Крыма // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017. № 4 (67). С. 245–249.
9. Танкевич В.В., Горб Н.Н. Влияние подвоев на рост и развитие деревьев сливы на юге Украины // *Мат. V Межд. науч.-произв. конф. «Селекция, экология, технология возделывания и переработки нетрадиционных растений»*. Симферополь, 1996. С. 153–156.
10. Танкевич В.В. Влияние подвоев на рост и продуктивность яблони в Крыму // *Плодоводство: научн. тр./ РУП «Институт плодоводства» Беларусь: гл. редактор В.А. Самусь. Самохваловичи*, 2013. Т. 25. С. 353–358.

REFERENCES

1. Borisova O.N., Dolmatov E.A. Morozostojkost' kornevoj sistemy perspektivnyh klonovyh podvoev dlya grushi // *Uspekhi sovremennoj nauki*. 2017. № 7. S. 11–13.

2. Korovin V.A. Prichiny nesovmestimosti pri privivkah plodovykh rastenij, Sovmestimost' privoya i podvoya yabloni. M.: Kolos, 1979. S. 3–119.
3. Popov B.A. Sady na karlikovykh podvoyah. M., Ros-sel'hozizdat, 1976. 207 s.
4. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur. Orel: VNIISPK, 1999. 502 s.
5. Pomologiya: [v 5 t.] / Rossijskaya akad. s.-h. nauk, GNU Vserossijskij in-t selekcii plodovykh kul'tur ; [pod obshch. red. E. N. Sedova]. Orel : Izd-vo VNIISPK, 2007. T. 2: Grusha. Ajva. 434 s.
6. Syomin I.V., Dolmatov E.A, Ozherel'eva Z.E. Perspektivy ispol'zovaniya podvoya intensivnogo tipa dlya vozdelevaniya sadov grushi v usloviyah central'noj Rossii //Ovoshchi Rossii. 2020. № 5. S. 75–80.
7. Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V. Aktual'nye aspekty razvitiya sadovodstva v Respublike Krym //Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2017. T. 49. S. 312-31.
8. Sotnik A.I., Tankevich V.V. Ocenka adaptacionnogo potenciala sortopodvojny sochetanij grushi (Pyrus communis L) v usloviyah Kryma // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 4 (67). S. 245–249.
9. Tankevich V.V., Gorb N.N. Vliyanie podvoev na rost i razvitie derev'ev slivy na yuge Ukrainy // Mat. V Mezhd. nauch.-proizv. konf. «Selekcija, ekologiya, tekhnologiya vozdelevaniya i pererabotki netradicionnykh rastenij». Simferopol', 1996. S. 153–156.
10. Tankevich V.V. Vliyanie podvoev na rost i produktivnost' yabloni v Krymu // Plodovodstvo: nauchn. tr./RUP «Institut plodovodstva» Belarus': gl. redaktor V.A. Samus'. Samohvalovichi, 2013. T. 25. S. 353–358.

РЕАКЦИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПРИМЕНЕНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И БИОПРЕПАРАТОВ*

Алексей Анатольевич Завалин, академик РАН
Сергей Николаевич Сапожников, кандидат сельскохозяйственных наук
Джозеф Ньямбосе
Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени
Д.Н. Прянишникова, ул. Прянишникова, г. Москва, Россия
E-mail: zavalin.52@mail.ru

Аннотация. В микрополе в опыте на темно-серой лесной почве средней окультуренности оценивали эффективность применения на яровой пшенице новых эндофитных биопрепаратов в сравнении со стандартным при внесении азотного удобрения. В результате двухлетних исследований установлено, что урожайность зерна яровой пшеницы достоверно возрастает при инокуляции семян биопрепаратами на РК-фоне, прибавки от всех биопрепаратов составили 25–42%. Эффективность биопрепарата V167 соответствует, а V417 превышает стандартный препарат Экстрасол. Увеличение дозы азотного удобрения с 45 до 90 кг/га способствует росту урожайности зерна. Посев инокулированными семенами на фоне N_{45} обеспечивает получение урожая зерна равноценного внесению под культуру азотного удобрения в дозе N_{90} , на фоне N_{45} все изучаемые препараты по влиянию на урожайность зерна равноценны. При внесении азотного удобрения в обеих дозах получено зерно по содержанию белка 2 класса. Применение биопрепаратов и внесение азотного удобрения обеспечило формирование зерна 3 класса. Применение биопрепаратов при инокуляции семян яровой пшеницы препаратом V167 зерно соответствовало 2 классу (13,8%), других биопрепаратов — 3 классу. Максимальную массу 1000 зерен яровая пшеница сформировала при инокуляции семян препаратом V417 на РК-фоне и внесении N_{90} . В результате роста массы зерна и соломы с повышением в них концентрации NPK накопление в урожае азота и фосфора возросло в 1,5, калия — в 1,3 раза, максимальное их количество получено при внесении азотного удобрения, а также биопрепаратов на обоих фонах с удобрениями.

Ключевые слова: эндофитные биопрепараты, азотное удобрение, яровая пшеница, урожайность, качество зерна, накопление элементов питания

SPRING WHEAT REACTION ON NITROGEN FERTILIZER AND BIOPREPARATIONS APPLICATION

A.A. Zavalin, Academician of the RAS
S.N. Sapozhnikov, PhD in Agricultural Sciences
Joseph Nyambose
D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, ul. Pryanishnikova, Moscow, Russia
E-mail: zavalin.52@mail.ru

Abstract. In a microfield experiment on dark gray forest soils with medium cultivation, we evaluated the effectiveness of new endophytic biopreparations in spring wheat compared to the standard one when nitrogen fertilizer was applied. As a result of two-year study experiment, it was shown that the grain yield of spring wheat increased significantly as a result of seed inoculation with biopreparations on RK-background, with the increase from all biopreparations ranging from 25 to 42%. The effectiveness of the biopreparation V167 corresponded, and V417 exceeded the standard biopreparation extrasol. Increasing the dose of nitrogen fertilizer from 45 to 90 kg/ha provided a tendency to increase grain yield. Sowing with inoculated seeds on the background of N_{45} provides grain yield equivalent to the introduction of nitrogen fertilizer under the crop at a dose of N_{90} , on the background of N_{45} all the studied biopreparations on grain yield effect is equivalent. The application of nitrogen fertilizer in both doses yielded grain of class 2 protein content. Application of biological preparations and nitrogen fertilizer ensured formation of grain of the 3rd class, while the grain corresponded to the 2nd class (13,8%) when spring wheat seeds were inoculated with V167, and the grain corresponded to the 3rd class when other biological preparations were used. The maximum mass of 1000 grains of spring wheat was established when seeds were inoculated with V417 on RK-background and when N_{90} was applied. As a result of growth of grain and straw weight and some increase of NPK concentration in them, accumulation of nitrogen and phosphorus in the crop increased by 1.5 times, potassium by 1.3 times, the maximum increase of their accumulation was obtained with the application of nitrogen fertilizer as well as biopreparation on both backgrounds of fertilizer application.

Keywords: endophytic biopreparation, nitrogen fertilizer, spring wheat, grain yield, quality, accumulation of nutritional elements

Яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) — важнейшая зерновая культура. Ее значение еще более возросло в связи с часто возникающим дефицитом продовольствия. [12] Пшеница считается основным продуктом питания для более чем трети населения планеты. Уве-

личение производства ее зерна остается проблемой для многих стран. [10]

Использование питательных веществ для растений в достаточном и сбалансированном количестве — один из ключевых факторов повышения

* Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 22-26-00105, <https://rscf/project/22-26-00105> / The investigation was carried out funded by a grant of Russian Scientific Fund РФФИ № 22-26-00105 <https://rscf/project/22-26-00105>.

урожайности сельскохозяйственных культур. [1, 13] Азот (N) необходим большинству небобовых культур, в том числе яровой пшенице. [14] Он влияет на образование белка, аминокислот, хлорофилла, размер клеток, площадь листьев и фотосинтетическую активность. [10,11] Достаточное количество азота – главное условие для достижения высокого потенциала урожайности яровой пшеницы. Азотные удобрения увеличивают количество продуктивных стеблей на единице площади, высоту растений, массу 1000 зерен и урожайность зерна. [18] Пшеница неодинаково реагирует на различные дозы азотных удобрений, наибольшая урожайность зерна (5,8 т/га) достигнута при внесении 60 кг N/га. [16,17]

Дополнительный источник азотного питания растений – биопрепараты (биоудобрения), созданные на основе активных штаммов микроорганизмов. [15] Использование биопрепаратов может снизить дозы химических удобрений и уменьшить их негативное воздействие на окружающую среду. Биоудобрения участвуют в фиксации атмосферного N и производстве веществ, стимулирующих рост растений. Таким образом, при разработке и освоении устойчивых приемов ведения сельского хозяйства, биоудобрения важны для стабильного функционирования агроценозов. [1, 4, 6]

Цель работы – определить эффективность действия на яровую пшеницу новых биопрепаратов при внесении азотного удобрения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Микрополевой опыт проводили на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии (Московская область) в пластиковых сосудах квадратного сечения 0,25x0,25 м без дна, площадью 0,0625 м². Метеоусловия в годы исследований различались. В период закладки эксперимента (2020 год) и вегетации все климатические показатели были в пределах нормы, в мае и июне 2021 года выпало избыточное количество осадков (179 и 155 мм) при среднемесячной норме 39 и 63 мм соответственно. За весенне-летний период температура воздуха отличалась несильно от средних многолетних значений. В целом вегетационный период 2020 года оказался более благоприятным, что сказалось на урожайности яровой пшеницы.

Высевали среднеспелый сорт яровой пшеницы *Злата*. Он характеризуется быстрым ростом после всходов, устойчивостью к полеганию, поражению бурой ржавчиной, мучнистой росой и септориозом, имеет хорошие и стабильные по годам хлебопекарные качества зерна. Сила муки – 250...350 е.а., содержание сырой клейковины – 35...38%. Средняя урожайность сорта составляет около 3,02 т/га, максимальная – 5,38 т/га. [9]

В начале мая сосуды наполняли темно-серой лесной почвой, имеющей агрохимическую характеристику: гумус (по Тюрину) – 2,9...3,0%; рН_{KCl} – 5,9...6,2; подвижные формы P₂O₅ и K₂O (по Кирсанову), соответственно 120...132 и 131...140 мг/кг; Нг (по Каппену) – 1,12...1,24 мг-экв/100 г. По содержанию подвижного фосфора и калия почва среднекультуренная. [7]

В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру с количеством азота 45 и

90 кг/га или 4,5 и 9,0 г/м², что составляет 0,2812 г и 0,563 г N/сосуд соответственно. Для оптимизации фосфорно-калийного питания растений фоном вносили двойной суперфосфат и хлористый калий по 45 кг/га действующего вещества или 0,28 г P₂O₅ и K₂Cl/сосуд. Изучали новый биопрепарат V417, созданный на основе эндофитных бактерий штамма *Bacillus subtilis* V417, обладающего выраженной фунгицидной активностью против фитопатогенных грибов *p. Fusarium*, *Alternaria*, *Phytium*, бактерицидной устойчивостью к фитопатогенным бактериям *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus*, *Erwinia carotovora subsp. atroseptica*, *Pseudomonas syringae* и ростстимулирующим эффектом по отношению к различным сельскохозяйственным культурам (яровая пшеница, кукуруза, сахарная свекла, картофель). [8] Другой новый биопрепарат получен на основе штамма *Bacillus amyloliquefaciens* V167, относящегося к эндофитным бактериям, с фунгицидной активностью против фитопатогенных грибов *Alternaria alternata*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides* и фитостимулирующим эффектом по отношению к сельскохозяйственным культурам (редис, горох, кукуруза, салат, вико-овсяная смесь, яровая пшеница). В качестве стандартного препарата использовали Экстрасол, созданный на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13. Он синтезирует в процессе своего роста вещества, которые подавляют развитие фитопатогенных грибов и бактерий, улучшают развитие корневых волосков, усиливают поглощение растениями элементов питания из удобрений, повышают устойчивость культур к пониженным температурам и засухе. [6] Изучаемые препараты способны фиксировать атмосферный азот. Инокуляцию семян биопрепаратами проводили в день посева из расчета 600 г на гектарную норму, для фиксации использовали обезжиренное молоко. Опыт закладывали, наблюдения проводили согласно общепринятым методикам. [5] Расположение сосудов рендомизированное, повторность четырехкратная. Содержание общего азота в зерне и соломе определяли по методу Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93), фосфора (P₂O₅) – колориметрически (ГОСТ 26657-97), калия (K₂O) – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504-97). Массовую долю белка в зерне яровой пшеницы рассчитывали по концентрации в нем общего азота, применяя коэффициент 5,7 (ГОСТ 10846-91).

Результаты статистически обрабатывали дисперсионным методом в программе Stat VIUA, достоверность различий оценивали по F-критерию Фишера.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При средней обеспеченности темно-серой лесной почвы подвижными формами фосфора и калия на фоне РК-удобрений получена урожайность зерна яровой пшеницы в среднем за два года 312 г/м² (3,12 т/га). Урожайность зерна в годы проведения опыта несколько различалась, связано это с погодными условиями вегетационного периода. [1] В более благоприятном 2020 году она была выше, чем в 2021. Характер влияния условий минерального питания, создаваемый внесением азотного удобрения и инокуляцией семян,

был схожим, что позволяет рассматривать результаты в среднем за два года (табл. 1).

Урожайность зерна яровой пшеницы с инокуляцией семян на РК-фоне достоверно возростала, при этом прибавки от всех биопрепаратов составили от 25 до 42%. Эффективность биопрепарата V167 соответствовала, а V417 превышала стандартный препарат Экстрасол. При внесении под яровую пшеницу азотного удобрения в дозе 45 кг/га прибавка в среднем за два года была равноценной применению для инокуляции семян биопрепарата на основе штамма V417. Азотные удобрения в количестве 90 кг/га обеспечивали только тенденцию роста урожайности зерна по сравнению с дозой N₄₅, где прибавка составила 29 г/м². При выращивании инокулированных семян яровой пшеницы на фоне азотного удобрения (N₄₅) урожайность зерна по сравнению с РК-фоном возросла почти на 50%, достигнув 450...480 г/м², и соответствовала урожаю, полученному после внесения двойной дозы азотного удобрения. Посев инокулированных биопрепаратами

семян яровой пшеницы на фоне N₄₅ обеспечивает получение урожая зерна равноценного внесению под культуру азотного удобрения в дозе N₉₀. В этом случае все изучаемые препараты по эффективности влияния на урожайность зерна были равноценными.

Важнейшим показателем качества зерна служит содержание в нем белка. По действующему ГОСТ Р 52554-2006 при содержании белка в зерне не менее 12,0% оно соответствует 3 классу качества, не менее 13,5% – 2 классу. В опыте при внесении азотного удобрения в обеих дозах получено зерно 2 класса. [3] Без внесения азотного удобрения биопрепараты обеспечивали формирование зерна 3 класса, на фоне полного минерального удобрения при инокуляции семян препаратом V167 получено зерно 2 класса (13,8%).

Оцениваемые в опыте биопрепараты и азотное удобрение положительно влияли на биомассу яровой пшеницы (зерно + солома). В среднем за два года от внесения азотного удобрения биомасса при дозе N₄₅ возросла на 222 г/м², N₉₀ – 215 г/м² или на 27 и 26% соответственно к РК-фону (табл. 2). Эффект от применения в качестве инокулянтов семян изучаемых биопрепаратов соответствовал внесению под яровую пшеницу азотного удобрения. На РК-фоне от инокуляции биопрепаратом на основе штамма V417 получен достоверный рост биомассы пшеницы по сравнению со стандартным, который соответствовал внесению N₄₅. При увеличении дозы N₉₀ положительного эффекта не было. Посев инокулированных семян на фоне полного минерального удобрения обеспечил небольшое повышение биомассы яровой пшеницы и был таким же как при внесении N₉₀.

Более половины биомассы яровой пшеницы – солома. Ее количество увеличилось в среднем за два года с 492 до 513...580 г/м² из-за разных доз минерального питания. Но существенных различий в изменении массы соломы при использовании азотного удобрения и биопрепаратов не выявлено. Долю зерна в общебиологическом урожае оценивают по хозяйственному коэффициенту (K_{хоз.}). Изменение K_{хоз.} связано в первую очередь с генотипическими условиями и в меньшей степени с воздействием агротехнологических операций. [2] Аналогичные данные получены и в наших исследованиях. При использовании азотного удобрения и биопрепаратов отмечена слабая тенденция роста K_{хоз.} по сравнению с фоном, однако при использовании препаратов V167 и Экстрасола на фоне N₄₅ и при внесении N₉₀ в биологическом урожае яровой пшеницы достоверно возростала доля зерна, что свидетельствует об улучшении условий азотного питания растений. [1]

Определены изменения в отдельных элементах структуры урожая яровой пшеницы при использовании азотного удобрения и биопрепаратов (табл. 3). В результате продуцирования микроорганизмами, входящими в состав биопрепаратов, физиологически активных веществ и подавления развития патогенов, а также фиксации атмосферного азота применение биопрепаратов равноценно внесению азотного удобрения и обеспечивает повышение массы 1000 зерен с 38,1 до 43 г. [4,6] Максимальная масса 1000 зерен получена при инокуляции семян препаратом V417 без N-удобрения и при его внесе-

Таблица 1.

Урожайность зерна яровой пшеницы при использовании биопрепаратов и азотного удобрения

Вариант	Год		В среднем за два года			белок в зерне, %
	2020	2021	прибавка			
	г/м ²	г/м ²	г/м ²	%		
РК-фон (Ф)	354	269	312	–	–	12,5
Ф+биопрепарат Ч-13	417	362	390	78	25	12,7
Ф+ биопрепарат V 167	464	353	409	97	31	13,2
Ф+биопрепарат V 417	507	380	444	132	42	12,8
Ф+N ₄₅	528	382	455	143	45	14,0
Ф+N ₄₅ +биопрепарат Ч 13	546	413	480	168	53	12,9
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 167	522	407	465	153	49	13,8
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 417	515	385	450	138	44	12,7
Ф+N ₉₀	546	422	484	172	55	13,7
P, %	4,3	4,7	4,5			3,50
HCP ₀₅	60	24	41			0,4

Таблица 2.

Влияние биопрепаратов и удобрения на биомассу яровой пшеницы, среднее за два года

Вариант	Зерно+солома		Солома		K _{хоз.}	
	г/м ²	прибавка, г/м ²	г/м ²	прибавка, г/м ²	значение	изменение
РК-фон (Ф)	813	–	492	–	0,39	–
Ф+биопрепарат Ч-13	922	13	539	47	0,42	0,03
Ф+ биопрепарат V 167	936	15	513	21	0,45	0,06
Ф+биопрепарат V 417	1006	24	544	52	0,46	0,06
Ф+N ₄₅	1035	27	575	83	0,45	0,05
Ф+N ₄₅ +биопрепарат Ч-13	1030	26	555	63	0,47	0,08
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 167	1038	28	555	63	0,46	0,07
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 417	1049	29	580	88	0,45	0,05
Ф+N ₉₀	1028	26	529	37	0,48	0,09
P, %	2,60		5,4		5,7	
HCP ₀₅	75		85		0,07	

Таблица 3.

Изменение отдельных элементов структуры урожая яровой пшеницы при использовании азотного удобрения и биопрепаратов, среднее за два года

Вариант	Масса 1000 зерен, г		Высота растений, см		Продуктивная кустистость, шт		Длина колоса, см	
	значение	+/- к фону	значение	+/- к фону	значение	+/- к фону	значение	+/- к фону
РК-фон (Ф)	38,1	—	103,5	—	1,01	—	6,84	—
Ф+биопрепарат Ч-13	41,6	3,5	111,5	8,0	1,13	0,12	7,66	0,82
Ф+ биопрепарат V 167	41,2	3,1	110,0	6,5	1,11	0,10	7,30	0,46
Ф+биопрепарат V 417	43,7	5,6	109,0	5,5	1,06	0,05	7,50	0,66
Ф+N ₄₅	42,7	4,6	109,0	5,5	1,05	0,04	7,39	0,55
Ф+N ₄₅ +биопрепарат Ч 13	40,7	2,6	108,0	4,5	1,22	0,21	7,62	0,78
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 167	42,1	4,0	110,5	7,0	1,10	0,09	7,61	0,77
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 417	42,3	4,2	109,0	5,5	1,10	0,09	7,39	0,55
Ф+N ₉₀	42,2	4,1	109,0	5,5	1,11	0,10	7,43	0,59
P, %	2,20		2,20		3,8		2,20	
НСР ₀₅	2,6		6,5		0,12		0,45	

Таблица 4.

Химический состав зерна и накопление в урожае яровой пшеницы элементов питания, в среднем за два года

Вариант	Содержание, %						Накопление в биомассе (зерно + солома), г/м ²		
	зерно			солома					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
РК-фон (Ф)	2,19	0,67	0,56	0,68	0,31	2,33	10,8	3,1	10,9
Ф+биопрепарат Ч-13	2,22	0,68	0,58	0,72	0,31	2,28	12,4	3,5	12,8
Ф+ биопрепарат V 167	2,32	0,64	0,56	0,65	0,31	1,87	12,5	3,2	11,0
Ф+биопрепарат V 417	2,24	0,64	0,52	0,66	0,33	2,04	13,1	4,1	11,6
Ф+N ₄₅	2,46	0,76	0,60	0,74	0,36	2,16	14,5	4,3	12,8
Ф+N ₄₅ +биопрепарат Ч 13	2,27	0,69	0,58	0,79	0,43	2,31	14,7	4,3	13,3
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 167	2,42	0,72	0,59	0,89	0,45	2,50	15,2	4,7	13,8
Ф+N ₄₅ +биопрепарат V 417	2,22	0,66	0,57	0,69	0,44	2,42	13,5	4,6	13,7
Ф+N ₉₀	2,40	0,72	0,58	0,99	0,40	2,46	15,7	4,5	13,0
P, %							2,29	2,14	2,47
НСР ₀₅							0,9	0,2	0,8

нии в дозе N₉₀. Высота растений имела тенденцию к увеличению по сравнению с РК-фоном, при этом достоверный рост на РК-фоне наблюдали только при использовании стандартного биопрепарата и V167, последний был эффективен также на фоне полного минерального удобрения.

Яровая пшеница характеризуется низкой продуктивной кустистостью, но при инокуляции семян стандартным биопрепаратом она увеличивалась как на РК-фоне, так и с минеральными удобрениями. [9] Урожайность зерна возрастала и из-за роста длины колоса, что отражает улучшение условий минерального питания растений и положительное воздействие микроорганизмов в составе биопрепаратов. [6] Наиболее высокое значение показателя (7,39...7,66 см) яровая пшеница формировала со стандартным биопрепаратом на обоих фонах внесения минеральных удобрений (табл. 3).

При оценке химического состава урожая установлена тенденция повышения концентрации азота в зерне, особенно в вариантах с азотным удобрением и биопрепаратом V167 на обоих фонах минеральных удобрений. В соломе также наблюдали увеличение концентрации азота при использовании на фоне полного минерального удобрения вышеуказанного

препарата. Приведенный факт свидетельствует об улучшении условий азотного питания растений. [1] Содержание фосфора в зерне и соломе яровой пшеницы повышалось при обеспечении растений азотом с внесением одного минерального удобрения, а также применением биопрепаратов (табл. 4).

В результате увеличения массы зерна и соломы и концентрации в них NPK количество азота и фосфора в урожае возросло в 1,5, калия — 1,3 раза (табл. 4). Максимальный рост накопления элементов питания отмечен при внесении под культуру азотного удобрения, а также биопрепаратов на обоих фонах с удобрениями. Это свидетельствует о положительном влиянии изучаемых биопрепаратов на потребление элементов питания, в том числе и вносимых с минеральными удобрениями. [4, 6]

Таким образом, урожайность зерна яровой пшеницы достоверно возрастала в результате инокуляции семян на РК-фоне, при этом прибавки от всех биопрепаратов составляли от 25 до 42%. Эффективность V167 соответствовала, а V417 превышала стандартный препарат Экстрасол. Увеличение дозы азотного удобрения с 45 до 90 кг/га обеспечивает рост урожайности зерна. Посев инокулированных биопрепаратами семян яровой пшеницы на фоне

N_{45} способствует получению урожая, как при внесении под культуру азотного удобрения в дозе N_{90} . На фоне N_{45} все изучаемые препараты по влиянию на урожайность зерна равноценны.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Алферов А.А. Ассоциативный азот, урожай и устойчивость агроэкосистемы. М.: РАН, 2020. 184 с.
- Войтович Н.В., Никифоров В.М. Формирование урожая яровой пшеницы в современных технологиях//Агрохимический вестник. 2009. № 4. С. 38–40.
- Завалин А.А., Соколов О.А. Азот и качество зерна пшеницы//Плодородие. 2018. № 4. С. 14–17.
- Завалин А.А., Тарасов А.Л., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Эффективность применения под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной биопрепаратом // Вестник Россельхозакадемии. 2008. № 1. С. 64–66.
- Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / под общ. ред. А.А. Завалина. М.: РАСХН, 2000. 82 с.
- Тихонович И.А., Кожемяков Л.Н., Чеботарь В.К. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). М.: РАСХН, 2005. 154 с.
- Шафран С.А. Проблемы азота в земледелии России и ее решение // В сб.: Плодородие почв России: состояние и возможности. Сборник статей (к 100-летию со дня рождения Т.Н. Кулаковской). Под ред. В.Г. Сычева. М.: 2019. С. 32–39.
- Электронный ресурс: <http://kniga.seluk.ru/k-mehnika/1095608-1-effektivnost-primeneniya-biopreparata-ekstrasol-moskva-2007-rossiyskaya-akademiya-selskohozyaystvennih-nauk-vsere.php>. Дата обращения 04.04.2022.
- Электронный ресурс: <https://agrosver.ru/b/yarovaya-pshenitsa-zlata-es-1460389.htm>. Дата обращения 04.04.2022.
- Abedi T., Alemzadeh A., Kazemeini S.A. Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat//Australian Journal of Crop Science. 2010. V. 4(6). P. 384–389.
- Azeez J.O. Effects of nitrogen application and weed interference on performance of some tropical maize genotypes in Nigeria//Pedosphere. 2009. V. 19(5). P. 654–662.
- Christiansen M.J., Andersen S.B., Ortiz R. Diversity changes in an intensively bread wheat germplasm during the 20th century//Mol Breed. 2002. V. 9. P.1–11
- Diacono M., Rubino P., Montemurro F. Precision nitrogen management of wheat; a review//Agronomy for Sustainable Development. 2013. V. 33(1). P. 219–241.
- Kizilkaya R. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains//Ecological Engineering. 2008. V. 33(2). P. 150–156.
- Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers//Plant and Soil. 2003. V. 255. P. 571–586.
- Sary G.A., El-Naggar H.M., Kabesh M.O. et al. Effect of bio-organic fertilization and some weed control treatments on yield and yield components of wheat//World Journal of Agricultural Sciences. 2009. V. 5(1) P. 55–62.
- Scursioni J.A., Palmano M., De Notta A., Delfino D. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) density and N fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Argentina//Crop Protection. 2012. V. 32. P. 36–40.
- Slafer G.A., Miralles D.J. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. Field Crops Research. 2012. V. 128. P. 167–179.
- Alferov A.A. Associativnyj azot, urozhaj i ustojchivost' agroekosistemy. M.: RAN, 2020. 184 s.
- Vojtovich N.V., Nikiforov V.M. Formirovanie urozhaya yarovoj pshenicy v sovremennyh tekhnologiyah//Agrohimicheskij vestnik. 2009. № 4. S. 38–40.
- Zavalin A.A., Sokolov O.A. Azot i kachestvo zerna pshenicy//Plodородие. 2018. № 4. S. 14–17.
- Zavalin A.A., Tarasov A.L., Chebotar' V.K., Kazakov A.E. Effektivnost' primeneniya pod yarovuyu pshenicu ammiachnoj selitry, obrabotannoj biopreparatom // Vestnik Rossel'hozakademii. 2008. № 1. S. 64–66.
- Ocenka effektivnosti mikrobnih preparatov v zemledelii / pod obshch. red. A.A. Zavalina. – M.: RASKHN, 2000. 82 s.
- Tihonovich I.A., Kozhemyakov L.N., Chebotar' V.K. Biopreparaty v sel'skom hozyajstve (Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve). M.: RASKHN, 2005. 154 s.
- Shafraan S.A. Problemy azota v zemledelii Rossii i ee reshenie //V sb.: Plodородие pochv Rossii: sostoyanie i vozmozhnosti. Sbornik statej (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya T.N. Kulakovskoj). Pod red. V.G. Sycheva. M.: 2019. S. 32–39.
- Elektronnyj resurs: <http://kniga.seluk.ru/k-mehnika/1095608-1-effektivnost-primeneniya-biopreparata-ekstrasol-moskva-2007-rossiyskaya-akademiya-selskohozyaystvennih-nauk-vsere.php>. Data obrashcheniya 04.04.2022.
- Elektronnyj resurs: <https://agrosver.ru/b/yarovaya-pshenitsa-zlata-es-1460389.htm>. Data obrashcheniya 04.04.2022.
- Abedi T., Alemzadeh A., Kazemeini S. A. Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat//Australian Journal of Crop Science. 2010. V. 4(6). P. 384–389.
- Azeez J.O. Effects of nitrogen application and weed interference on performance of some tropical maize genotypes in Nigeria//Pedosphere. 2009. V. 19(5). P. 654–662.
- Christiansen M.J., Andersen S.B., Ortiz R. Diversity changes in an intensively bread wheat germplasm during the 20th century//Mol Breed. 2002. V. 9. P.1–11
- Diacono M., Rubino P., Montemurro F. Precision nitrogen management of wheat; a review//Agronomy for Sustainable Development. 2013. V. 33(1). P. 219–241.
- Kizilkaya R. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains//Ecological Engineering. 2008. V. 33(2). P. 150–156.
- Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers//Plant and Soil. 2003. V. 255. P. 571–586.
- Sary G.A., El-Naggar H.M., Kabesh M.O. et al. Effect of bio-organic fertilization and some weed control treatments on yield and yield components of wheat//World Journal of Agricultural Sciences. 2009. V. 5(1) P. 55–62.
- Scursioni J.A., Palmano M., De Notta A., Delfino D. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) density and N fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Argentina//Crop Protection. 2012. V. 32. P. 36–40.
- Slafer G.A., Miralles D.J. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. Field Crops Research. 2012. V. 128. P. 167–179.

REFERENCES

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТА АМАЛГЕРОЛ ЭССЕНС НА КАРТОФЕЛЕ

Людмила Сергеевна Федотова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Наталья Александровна Тимошина, кандидат сельскохозяйственных наук

Елена Валерьевна Князева, научный сотрудник

ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», г. Люберцы, Московская обл., Россия

E-mail: coordinazia@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты полевого опыта (2020–2021 годы) по изучению влияния различных доз и способов применения биопрепарата Амалгерол Эссенс на продуктивность среднеспелого сорта картофеля Голубизна. Цель работы – оценить эффективность предпосадочной обработки семенного материала, отдельно и в сочетании с некорневым опрыскиванием растений картофеля разными дозами агрохимиката Амалгерол Эссенс на продуктивность, структуру урожая и качество клубней. Исследования проводили по общепринятым методикам в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы Московской области. Установлено ростостимулирующее действие препарата Амалгерол Эссенс на прохождение фаз развития растений. Удлинялся период активной вегетации: от всходов до отмирания ботвы растений, в вариантах с обработкой клубней и комплексным использованием препарата по клубням и ботве в 2020 году на 6–8 дней, 2021 году – 8–11 дней. В среднем за два года в вариантах с сочетанием предпосадочной обработки клубней и двукратной некорневой обработки растений рост урожайности был максимальным – 2,6–3,5 т/га или 9,1–12,3% уровня минерального фона (28,5 т/га). С увеличением применявшихся доз биопрепарата Амалгерол Эссенс (за сезон) отмечено повышение содержания сухого вещества до 23,7%, крахмала – 17,9%, витамина С – 16,3 мг% и снижение концентрации нитратов с 86 до 58 мг/кг, что свидетельствует об ускорении физиологического созревания продукции под его влиянием. По выходу сухого вещества (6,96–7,25 т/га), крахмала (5,24–5,48 т/га) и витамина С (4,8–5,0 кг/га) от сочетания предпосадочной обработки клубней (0,1 л/т) и некорневого двукратного опрыскивания растений Амалгерол Эссенс в двух дозах (1,5 и 2,5 л/га) получен одинаково значимый эффект – прибавка сбора сухого вещества/крахмала – 20–23/20–26%, витамина С – 23–28% к значениям фона.

Ключевые слова: картофель, биопрепарат Амалгерол Эссенс, фазы роста, товарность, качество продукции, сбор фитонутриентов

THE EFFECTIVENESS OF THE AGROCHEMICAL AMALGEROL ESSENCE USAGE ON POTATOES

L.S. Fedotova, *Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor*

N.A. Timoshina, *PhD in Agricultural Sciences*

E.V. Knyazeva, *Researcher*

Federal Research Center of Potato named after A.G. Lorch, Lyubertsy, Moscow region, Russia

E-mail: coordinazia@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a field experiment (2020–2021) on the study of the effect of various doses and methods of application of the biological product Amalgerol Essence on the productivity of the mid-ripening potato variety Golubizna. The purpose of the research was to study the effect of preplant seed treatment, alone and in combination with foliar spraying of potato plants with various doses of the agrochemical Amalgerol Essence, on productivity, crop structure and tuber quality. The studies were carried out according to generally accepted methods in the conditions of soddy-podzolic sandy loamy soil of the Moscow region. The growth-stimulating effect of Amalgerol Essence on the phases of plant development was studied. There was an increase in the period of active vegetation (from germination to the death of the tops) in the variants with the treatment of tubers and the complex use of the drug for tubers and tops in 2020 by 6–8 days, in 2021 – by 8–11 days. On average, over two years, in the variants with a combination of pre-plant treatment of tubers and two-time foliar treatment of plants, the increase in yield was maximum – 2.6–3.5 t/ha or 9.1–12.3% of the level of the mineral background (28.5 t/ha). With an increase in the applied doses of the biological product Amalgerol Essence (in total per season), an increase in the content of dry matter (22.4–23.7%), starch (16.5–17.9%), vitamin C (15.0–16.3 mg%) and a decrease in the concentration of nitrates (86–58 mg/kg), which indirectly indicates the acceleration of the physiological maturation of products under its influence. In terms of dry matter yield 6.96–7.25 t/ha, starch 5.24–5.48 t/ha and vitamin C 4.8–5.0 kg/ha from a combination of preplant treatment of tubers (0.1 l/ha) and foliar double spraying of plants with Amalgerol Essence in two doses (1.5 and 2.5 l/ha), an equally significant effect was obtained – the increase in the collection of dry matter / starch was 20–23/20–26% and vitamin C – 23–28% to background values.

Keywords: potatoes, biological product Amalgerol Essens, growth phases, marketability, quality of production, collecting phytonutrients

Пестициды и агрохимикаты 21 века будут многофункциональными продуктами для комплексного решения проблем окружающей среды, повышения продуктивности и защиты агроценозов. Это будет не простое комбинирование веществ с раз-

ным механизмом действия, а препараты, сочетающие в себе различные характеристики. [1, 7, 9, 10] Например, фунгицид, обладающий инсектицидными свойствами, будет работать как стимулятор роста. Или препарат для обработки семян с защитой

от болезней, вредителей (в составе элементы питания и фитогормоны, стимулирующие развитие корневой системы) будет дополнен антидотом, позволяющим растению переносить без последствий гербицидную обработку по вегетации.

Имеются исследования таких многофункциональных агрохимикатов, в составе которых одновременно присутствуют аминокислоты, макро- и микроэлементы, альгинат, бетаин, иммуномодуляторы, органический углерод, фитогормоны. [1, 4, 6–8, 10] В Российской Федерации зарегистрирован подобный препарат, который представляет собой не только антистрессовый компонент и стимулятор роста для растений, но и активатор почвенной микрофлоры и деструктор стерни – Амалгерол Эссенс. Предназначен как для предпосевной обработки семян, так и для некорневых обработок в течение вегетации.

Цель работы – изучить влияние предпосадочной обработки семенного материала, отдельно и в сочетании с некорневым опрыскиванием растений картофеля различными дозами агрохимиката Амалгерол Эссенс на продуктивность, структуру урожая и качество клубней.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в полевом опыте на среднеспелом сорте картофеля *Голубизна* (1-я репродукция), посадка клоновой сажалкой КСКН-4 (6.05.2019 и 7.05.2020) в предварительно нарезанные гребни, схема – 75 x 30 см, густота стояния растений – 44 000 шт./га. Площадь делянки – 50 м², повторность – трехкратная, расположение вариантов рендомизированное. Уборка вручную каждой делянки – 25...27.08.

Метеоусловия 2020 года характеризовались пониженной температурой воздуха в мае-июле и одновременно избытком дождей. За вегетационный период средняя температура воздуха – 17,1°C (норма – 16,7°C). Всего осадков – 395,7 мм (149,7% нормы), ГТК – 2,35 (влажный год).

Условия 2021 года неблагоприятные для роста и развития картофеля. В мае погода в основном теплая и влажная, среднесуточная температура воздуха – 14,4°C, что на 1,37°C выше нормы, осадков за месяц выпало в 1,5 раза больше нормы. Погода в июне и июле жаркая и сухая (ГТК – 0,91; 0,40 соответственно), августе – жаркая и влажная (1,49). За вегетационный период средняя температура воздуха – 19,7°C, всего выпало осадков 258,0 мм или 99,04% нормы (264,3 мм). ГТК – 1,096 (слабозасушливый год).

Почва – дерново-подзолистая супесчаная. Агрохимические показатели пахотного горизонта перед закладкой опыта: рН_{KCl} – 5,0 (слабокислая реакция среды); низкая сумма поглощенных оснований и степень насыщенности ими (S = 3,4 мг-экв/100 г почвы; V = 50,7%); высокое содержание подвижного фосфора (269 мг/кг почвы) и среднее – обменного калия (128 мг/кг почвы); средняя гумусированность (1,9%).

Амалгерол Эссенс – биостимулятор роста и биоактиватор почвы на основе экстракта морских водорослей 10%. В составе присутствуют аминокислоты – 2,7%, N_{общ} – 3, K₂O – 3, органическое вещество – 39%. Жидкость темно-коричневого цвета.

В работе определяли агрохимические показатели почвы: гумус по Тюрину (ГОСТ 26213-91); P₂O₅ и K₂O – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011); рН_{KCl} (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); сумма поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88); степень насыщенности основаниями – расчетным способом; обменные кальций и магний (ГОСТ 26487-85); нитратный азот почвы (ГОСТ 26951-86). Исследования по влиянию изучаемого агрохимиката на продуктивность картофеля проводили в полном соответствии со стандартными методами. [2, 3, 5] В уборном картофеле определяли содержание крахмала и сухого вещества весовым методом (ГОСТ 7194-81 и ГОСТ 31640-2012); витамина С по И.К. Мурри [5]; нитратов – ионоселективным методом (ГОСТ 26951-86).

Схема опыта:

1. Контроль. Фон N₉₀P₉₀K₉₀.
2. Фон NPK + Амалгерол Эссенс. Обработка клубней за один–два дня до посадки, доза – 0,1 л/10 л воды/т клубней.
3. Фон NPK + Амалгерол Эссенс. Некорневая подкормка растений: первая – в фазе полных всходов, вторая – бутонизации, доза агрохимиката – 1,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
4. Фон NPK + Амалгерол Эссенс. Некорневая подкормка растений: первая – в фазе полных всходов, вторая – бутонизации, доза – 2,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
5. Фон NPK + Амалгерол Эссенс. Обработка клубней за один–два дня до посадки, расход – 0,1 л/10 л воды/т клубней. Некорневая подкормка растений: первая – в фазе полных всходов, вторая – бутонизации, доза – 1,5 л/га, расход – 300 л/га.
6. Фон NPK + Амалгерол Эссенс. Обработка клубней за один–два дня до посадки, расход – 0,1 л/10 л воды/т. Некорневая подкормка растений: первая – в фазе полных всходов, вторая – бутонизации, доза – 2,5 л/га, расход – 300 л/га.

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два после всходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений ботву обрабатывали инсектицидами и фунгицидами: против личинок колорадского жука (препарат Бискай, 200 мл/га), фитофтороза (Метаксил 2,5 кг/га и Титан 1,2 кг/га).

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два после всходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений ботву обрабатывали инсектицидами и фунгицидами: против личинок колорадского жука (препарат Бискай, 200 мл/га), фитофтороза (Метаксил 2,5 кг/га и Титан 1,2 кг/га).

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два после всходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений ботву обрабатывали инсектицидами и фунгицидами: против личинок колорадского жука (препарат Бискай, 200 мл/га), фитофтороза (Метаксил 2,5 кг/га и Титан 1,2 кг/га).

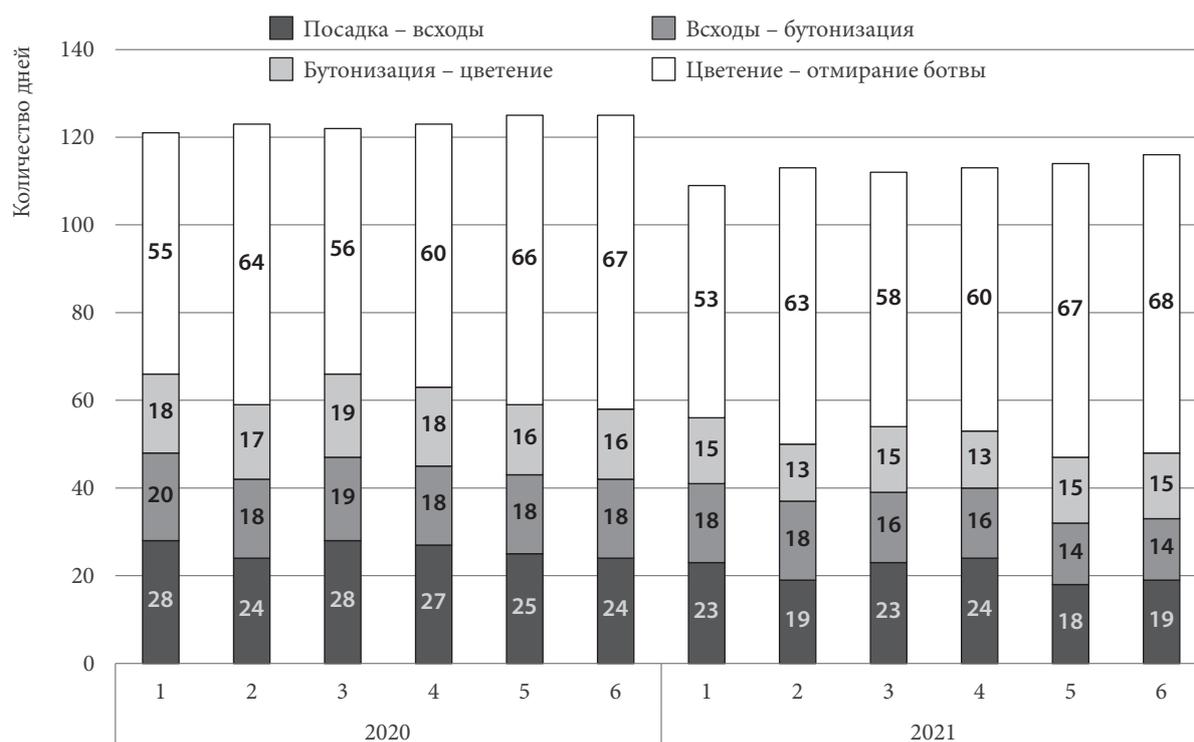
Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два после всходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений ботву обрабатывали инсектицидами и фунгицидами: против личинок колорадского жука (препарат Бискай, 200 мл/га), фитофтороза (Метаксил 2,5 кг/га и Титан 1,2 кг/га).

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два после всходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений ботву обрабатывали инсектицидами и фунгицидами: против личинок колорадского жука (препарат Бискай, 200 мл/га), фитофтороза (Метаксил 2,5 кг/га и Титан 1,2 кг/га).

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два после всходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений ботву обрабатывали инсектицидами и фунгицидами: против личинок колорадского жука (препарат Бискай, 200 мл/га), фитофтороза (Метаксил 2,5 кг/га и Титан 1,2 кг/га).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Продолжительность периода активной вегетации среднеспелого сорта *Голубизна* в 2020 году от всходов (28...30.05.20) до отмирания ботвы (23...29.08.2020) составила 93...101 дня, в 2021 от всходов (23...28.05.2021) до отмирания ботвы (19...25.08.21) – 86...97 дней. Время прохождения основных фаз развития растений картофеля по вариантам опыта изменялось в зависимости от способа и дозы применения Амалгерол Эссенс, в чем проявилось ростостимулирующее влияние препарата (см. рисунок).



Интервалы межфазных периодов развития растений картофеля.

Всходы в вариантах с обработкой клубней (2 вариант) и комплексным использованием препарата по клубням и ботве (5 и 6 варианты) в 2020 году появились раньше на 3...4 дня, а в 2021 – 4...5 дней, по сравнению с минеральным фоном.

Наступление фазы бутонизации и цветения в вариантах с применением Амалгерол Эссенс ускорилось в 2020 году на 1...2 дня, а 2021 – 2...4 дня, по сравнению с контролем. Удлинялся период активной вегетации (от всходов до отмирания ботвы) в вариантах с обработкой клубней и комплексным использованием препарата по клубням и ботве в 2020 году на 6...8 дней, 2021 – 8...11 дней. Таким образом, эффективность Амалгерол Эссенс в качестве регулятора роста была выше в неблагоприятных условиях вегетационного периода 2021 года.

В условиях холодного, сырого в первой половине (май, июнь) и дождливого во второй (июль, август) 2020 года урожайность картофеля *Голубизна*

составила 33,6...37,2 т/га, прибавки от Амалгерол Эссенс в различных дозах и способах применения – 1,4...3,6 т/га (4,2...10,7%) (табл. 1).

В экстремальном 2021 году урожайность картофеля была ниже на 28...30%, а прибавки от применения Амалгерол Эссенс в абсолютном значении колебались на том же уровне от 1,6 до 3,3 т/га и выше в относительном выражении – 6,8...14,0%.

В среднем за два года от предпосадочной обработки клубней Амалгерол Эссенс 0,1 л/т увеличение урожайности – 2,0 т/га (7,0% контролю). В вариантах с двукратным некорневым опрыскиванием растений двумя дозами Амалгерол Эссенс (1,5 и 2,5 л/га) рост урожайности – 1,5 и 2,3 т/га (5,3...8,1%). В 5-м и 6-м вариантах с предпосадочной обработкой семенного материала и двукратной некорневой обработкой растений рост урожайности был максимальным – 2,6...3,5 т/га (9,1...12,3% уровня минерального фона).

Таблица 1.

Урожайность картофеля в зависимости от способов применения и доз агрохимиката Амалгерол Эссенс

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка		Товарность, %		
	2020	2021	среднее	т/га	%	2020	2021	среднее
1. Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	33,6	23,5	28,5	–	–	95,2	88,3	91,7
2. Фон + Амалгерол, 0,1 л/т клубни	35,4	25,5	30,5	2,0	7,0	95,7	90,5	93,1
3. Фон + Амалгерол 1,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	35,0	25,1	30,0	1,5	5,3	93,8	89,7	91,7
4. Фон + Амалгерол 2,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	35,9	25,7	30,8	2,3	8,1	94,4	90,3	92,3
5. Фон + Амалгерол, клубни (0,1 л/т) + опрыскивание растений 1,5 л/га x 2 раза	36,7	25,9	31,3	2,8	9,8	96,3	93,2	94,7
6. Фон + Амалгерол, клубни (0,1 л/т) + опрыскивание растений 2,5 л/га x 2 раза	37,2	26,8	32,0	3,5	12,3	96,3	94,6	95,5
НСР ₀₅	1,4	1,1	1,3	-	-	2,5	2,2	2,3

Таблица 2.

Биохимические показатели качества клубней картофеля сорта Голубизна, среднее за 2020–2021 годы

Вариант	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг клубней
1. Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	22,4	16,5	15,0	86
2. Фон + Амалгерол, 0,1 л/т клубни	22,4	16,5	15,5	65
3. Фон + Амалгерол 1,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	22,8	17,0	15,3	69
4. Фон + Амалгерол 2,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	23,0	17,3	15,8	63
5. Фон + Амалгерол, 0,1 л/т клубни + Амалгерол 1,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	23,7	17,9	16,1	63
6. Фон + Амалгерол, 0,1 л/т клубни + Амалгерол 2,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	23,5	17,7	16,3	58
НСР ₀₅	0,9	0,7	1,1	14

Таблица 3.

Выход питательно ценных компонентов картофеля с единицы площади в зависимости от применения Амалгерол Эссенс, 2020–2021 годы

Вариант	Товарный урожай, т/га	Выход		
		сухого вещества, т/га	крахмала, т/га	витамина С, кг/га
1. Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	26,1	5,85	4,31	3,9
2. Фон + Амалгерол, 0,1 л/т клубни	28,4	6,36	4,69	4,4
3. Фон + Амалгерол 1,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	27,5	6,27	4,67	4,2
4. Фон + Амалгерол 2,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	28,4	6,53	4,91	4,5
5. Фон + Амалгерол, 0,1 л/т клубни + Амалгерол 1,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	29,6	7,01	5,21	4,8
6. Фон + Амалгерол, 0,1 л/т клубни + Амалгерол 2,5 л/га x 2 раза – опрыскивание растений	30,6	7,19	5,42	5,0
НСР ₀₅	1,6	2,3	1,5	0,7

За годы исследований существенно повысилась общая товарность клубней (фракция клубней больше 30 мм в поперечном диаметре) до 94,7...95,5% в 5-м и 6-м вариантах с комплексным применением Амалгерол Эссенс, против 91,7% в контроле.

Использование Амалгерол Эссенс в испытываемых дозах и способах применения способствовало повышению урожайности на 5,3...12,3% по сравнению со значением минерального фона, при этом снижение содержания сухого вещества и крахмала в товарных клубнях из-за ростового разбавления не происходило (табл. 2).

В вариантах комплексного применения био-препарата Амалгерол Эссенс (по клубням и ботве) отмечено повышение содержания сухого вещества (23,5...23,7%), крахмала (17,7...17,9%), витамина С (16,3 мг%) и снижение концентрации нитратов в клубнях, что косвенно свидетельствует об ускорении физиологического созревания картофеля под его влиянием. Продукция 4-го, 5-го и 6-го вариантов характеризовалась наиболее низкой концентрацией нитратов: 58...63 мг/кг в среднем за два года, что важно для здоровья людей и животных при существующих высоких нормах потребления в нашей стране – 100...120 кг картофеля/человека в год.

В результате повышения товарной урожайности в вариантах с Амалгерол Эссенс, увеличивался выход питательно ценных компонентов относительно минерального фона (табл. 3).

От сочетания предпосадочной обработки клубней и некорневого двукратного опрыскивания растений Амалгерол Эссенс в двух дозах (5-й и 6-й варианты) получен одинаково значимый эффект по выходу сухого вещества (7,01...7,19 т/га), крахмала (5,21...5,42 т/га) и витамина С (4,8...5,0 кг/га) – прибавка сбора сухого вещества/крахмала составила 20...23/20...26% и витамина С – 23...28% к значениям фона.

Выводы. Таким образом, экспериментальные данные, полученные в различных климатических условиях вегетационных периодов 2020 и 2021 годов, по эффективности агрохимиката Амалгерол Эссенс в качестве препарата органической природы для предпосадочной обработки клубней (0,1 л/т) и двукратного некорневого опрыскивания вегетирующих растений картофеля в двух дозах (1,5 и 2,5 л/га) позволили установить, что комплексное применение био-препарата (по клубням и ботве) ускорило наступление фаз развития растений, способствовало повышению урожайности на 5,3...12,3%, качества продукции, выхода питательно ценных компонентов с единицы площади, улучшению структуры урожая. Использование комплексной обработки картофеля биостимулятором роста (по клубням и ботве) имеет большое значение для возделывания этой культуры в экстремальных климатических условиях, каковым был июль 2021 года (ГТК_{июль} – 0,40), ставший вторым самым жарким и засушливым месяцем за всю историю метеонаблюдений после лета 2010.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Жевора С.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Продуктивность картофеля и показатели эффективного плодородия почвы в зависимости от применения минеральных удобрений и биопрепарата Фертигрейн Старт П // Земледелие. 2020. № 4. С. 5–9.
2. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. ФГБНУ ВНИИКХ. М., 2019. 120 с.
3. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.
4. Ноздрачева Р.Г., Петров Н.Ю., Калмыкова Е.В., Мухортов С.Я. Эффективность применения регулятора роста Энергия-М на томате // Вестник Воронежского аграрного университета. 2017. № 3(54). С. 43–49. doi: 10.17238/issn-2071-2243.2017.3.43.
5. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (Метод И.К. Мурри) / Руководство Р 4.1.1672-03. М., 2004. С. 72.
6. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Влияние аминокислотных препаратов на преодоление гербицидного стресса картофеля // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 6 (387). С. 90–93. doi: 10.24411/2587-6740-2020-16123.
7. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16–20.
8. Шаповал О.А., Можарова И.П., Федотова Л.С. Эффективность применения полифункциональных удобрений с аминокислотами // Проблемы агрохимии и экологии. 2018. № 4. С. 21–26.
9. Rogach V.V., Rogach T.I. Influence of synthetic growth stimulators on morphological and physiological characteristics and biological productivity of potato culture // Visnyk of Dnipropetrovsk University – Biology Ecology. 2015. V. 23 (2). P. 221–224.
10. Soury M.K. Amino chelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review/Open Agriculture. 2016. V. 1 (1). P. 118–123. doi: 10.1515/opag-2016-0016

REFERENCES

1. Zhevora S.V., Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V. Produktivnost' kartofelya i pokazateli effektivnogo plodorodiya pochvy v zavisimosti ot primeneniya mineral'nyh udobrenij i biopreparata Fertigrejn Start P // Zemledelie. 2020. № 4. S. 5–9.
2. Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov, uchetov, nablyudenij i analizov na kartofele. FGBNU VNIKKh. M., 2019. 120 s.
3. Metodika fiziologo-biohimicheskikh issledovanij kartofelya. M.: NIKKh, 1989. 142 s.
4. Nozdracheva R.G., Petrov N.Yu., Kalmykova E.V., Muxortov S.yA. Effektivnost' primeneniya regulyatora rosta Energiya-M na tomate // Vestnik Voronezhskogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3(54). S. 43–49. doi: 10.17238/issn-2071-2243.2017.3.43.
5. Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti BAD k pishche (Metod I.K. Murri) / Rukovodstvo R 4.1.1672-03. M., 2004. S. 72.
6. Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V. Vliyanie aminokislotnyh preparatov na preodolenie gerbicidnogo stressa kartofelya // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2020. № 6 (387). S. 90–93. doi: 10.24411/2587-6740-2020-16123.
7. Shapoval O.A., Mozharova I.P., Korshunov A.A. Regulyatory rosta rastenij v agrotekhnologiyah // Zashchita i karantin rastenij. 2014. № 6. S. 16–20.
8. Shapoval O.A., Mozharova I.P., Fedotova L.S. Effektivnost' primeneniya polifunkcional'nyh udobrenij s aminokislotami // Problemy agrohimii i ekologii. 2018. № 4. S. 21–26.
9. Rogach V.V., Rogach T.I. Influence of synthetic growth stimulators on morphological and physiological characteristics and biological productivity of potato culture // Visnyk of Dnipropetrovsk University – Biology Ecology. 2015. V. 23 (2). P. 221–224.
10. Soury M.K. Amino chelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review/Open Agriculture. 2016. V. 1 (1). P. 118–123. doi: 10.1515/opag-2016-0016

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ*

Владимир Павлович Головунин, старший научный сотрудник
Сергей Анатольевич Замятин, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-3999-9179
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»,
п. Руэм, Республика Марий Эл, Россия
E-mail: zamyatin.ser@mail.ru

Аннотация. Цель работы – изучить влияние микробиологических азотных и фосфорных агрохимикатов на общее состояние растений и урожайность жимолости синей на дерново-подзолистых почвах в условиях Республики Марий Эл. Схема опыта: Фактор А (сорта) – Голубое веретено (контроль), Татьяна (№ 50), Память Силаеву, Нижегородский десерт, Очаровашка (№ 81), Подарок Дергунову, Лакомка; Фактор В (удобрения) – контроль (без подкормок), бактериальные удобрения Азотовит, Фосфатовит, Азотовит + Фосфатофит, норма расхода в каждом варианте – 14 л/га, воды – 3000 л/га, аммофоска (N_{12} , P_{15} , K_{15}), доза внесения – 300 кг/га. Повторность – трехкратная, размещение делянок – рендомизированное, срок внесения микробиологических и минеральных удобрений – I-я декада мая, однократно, внесение поверхностное. Использование бактериальных агрохимикатов Азотовит и Фосфатовит в начальный период роста растений жимолости положительно сказывается на их дальнейшем развитии и общем состоянии, а также способствует увеличению потенциальной урожайности. Наибольший среднегодовой прирост, который в 2,1 раза превысил контроль (Голубое веретено на неудобренном фоне), получен в варианте совместного применения бактериального азотного и фосфорного агрохимиката у сорта Очаровашка (№ 81) – 36 см. Внесение Азотовита вместе с Фосфатовитом в качестве ранневесенней подкормки позволяет достоверно повысить урожай ягод жимолости синей (прибавка составила + 0,4 т/га при урожайности 2,0 т/га).

Ключевые слова: жимолость синяя, бактериальные азотные и фосфорные агрохимикаты, урожайность, прирост, общее состояние, ранневесеннее внесение, Республика Марий Эл

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PARAMETERS ON VEGETATIVE PLANT DEVELOPMENT AND YIELDS OF PERSPECTIVE VARIETIES OF SWEET-BERRY HONEYSUCKLE

V.P. Golovunin, Senior Researcher
S.A. Zamyatin, PhD in Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0002-3999-9179
Mari Agricultural Research Institute – branch of Federal Agrarian Research Center
of the North-East named N.V. Rudnitsky, Ruem, Mari El Republic, Russia
E-mail: zamyatin.ser@mail.ru

Abstract. The aim of the research is to study the effect of microbiological nitrogen and phosphorus agrochemicals on the general condition of plants and the yield of blue honeysuckle on sod-podzolic soils in the conditions of the Republic of Mari El. The experiment was conducted according to the following scheme – factor A – grade: Blue spindle (control), Tatiana (No. 50), Memory of Silaev, Nizhny Novgorod dessert, Charmer (No. 81), Gift to Dergunov, Dainty; factor B – fertilizers: control – without fertilizing, bacterial fertilizers Azotovite, Phosphatovite, Azotovite + Phosphatophyte, consumption rate in each variant – 14 l/ha, water – 3000 l/ha, ammophoska (N_{12} , P_{15} , K_{15}), application dose – 300 kg/ha. The repetition of the experiment is threefold, the placement of plots is randomised, the term for applying microbiological and mineral fertilizers is the first decade of May, once. The application is superficial. The use of bacterial agrochemicals Azotovite and Phosphatovite in the initial period of growth of honeysuckle plants has a positive effect on their further development and general condition, as well as contributes to an increase in potential yield. The largest average annual increase, which was 2.1 times higher than the control (Blue spindle on a non-windy background), was obtained in the variant of the combined use of bacterial nitrogen and phosphorus agrochemicals in the Charming variety (36 cm). The joint application of Azotovite and Phosphatovite: as an early spring top dressing, allows you to significantly increase the yield of blue honeysuckle berries (the increase was + 0.4 t/ha with a yield of 2.0 t/ha).

Keywords: blue honeysuckle, bacterial nitrogen and phosphorus agrochemicals, yield, growth, general condition, early spring application, Republic of Mari El

Получение экологически чистой продукции волнует как садоводов любителей, так и крупных сельхозпроизводителей. Поэтому стали больше уделять внимание биологическим факторам повышения плодородия почвы и продуктивности растений. [3]

* Работа выполнена в рамках Государственного задания по теме 0528-2019-0096 / The work was carried out within the framework of the State task on the topic 0528-2019-0096.

В связи с ростом цен на энергоносители производство органических удобрений стало экономически невыгодно. Применение некоторых форм минеральных удобрений отрицательно сказывается на экологии агроценозов и качестве продукции. Одно из возможных решений этой актуальной проблемы – использование альтернативных источников питания растений. Это микробиологические препараты, основанные на высокоэффективных штаммах бактерий, которые переводят труднодоступные формы питательных веществ в легкоусваиваемые, обладают несимбиотической азотфиксацией в почве. [2] Микробиологические агрохимикаты позволяют не только уменьшить нормы внесения минеральных удобрений, но и повысить продуктивность большинства культур на 15...35%. Использование биопрепаратов увеличивает биологическую активность почвы, улучшает ее агротехнические и экологические показатели, ускоряет накопление гумуса, разложение ранее накопленных пестицидов. Все это позволяет получать экологически чистые продукты, обогащенные белком, микроэлементами, витаминами, содержание нитратов снижается в 2...2,5 раза. [1, 4, 11]

Применение бактериальных препаратов в яблоневом саду обеспечивает повышение содержания элементов питания при полном исключении нагрузки на почву минеральными удобрениями и дает прибавку урожая. [7, 8]

Проводимые опыты в УНПЦ «Студенческий» Чувашской Республики свидетельствуют о том, что внесение микробиологических азотных и фосфорных препаратов ускоряет созревание растений сои в среднем на 3...6 дней, увеличивает их сохранность к уборке. За период исследований на растениях достоверно увеличилось число продуктивных бобов, следовательно и урожайность. Использование Азотовита обеспечило прибавку урожая на 35,2...93,0 % по сравнению с контролем, Фосфатовита – 19,4...39,3 %. Применение микробиологических агрохимикатов влияет и на качество семян: выросло содержание азота, сырого протеина, клетчатки и сырой золы, а также повысились энергия прорастания и всхожесть. [5]

По данным Ю.Н. Плещачева, В.М. Жидкова и других исследователей обработка семян Азотовитом и Фосфатовитом улучшает их прорастание и обеспечивает получение достоверной прибавки урожая ячменя и картофеля. [6, 9]

Однако вопрос использования этих препаратов на ягодных культурах недостаточно изучен, особенно на жимолости синей. Ягоды жимолости и продукты ее переработки широко применяют в детском, диетическом и лечебном питании, что должно исключить любые условия, способствующие накоплению в них остатков агрохимикатов. Поэтому в Марийском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока с 2018 года исследуют эффективность применения бактериального азотного и фосфорного препаратов.

Цель работы – изучить влияние бактериальных азотных и фосфорных агрохимикатов на рост, развитие растений и урожайность жимолости синей на дерново-подзолистых почвах в условиях Республики Марий Эл.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыт заложен на коллекционном участке жимолости синей в Марийском НИИСХ на дерново-подзолистых почвах, год посадки 2007. Среднегодовой прирост растений и учет урожайности определяли по общепринятой методике. [10]

Схема опыта:

Фактор А (сорта) – *Голубое веретено* (контроль), *Татьяна* (№ 50), *Память Силаева*, *Нижегородский десерт*, *Очаровашка* (№ 81), *Подарок Дергунову*, *Лаккомка*.

Фактор В (удобрения) – Контроль (без подкормок); Азотовит – живые клетки и споры бактерий *Azotobakter chroococcum*, штамм В-9029, норма расхода агрохимиката – 14 л/га, воды – 3000 л/га; Фосфатовит – живые клетки и споры бактерий *Bacillus mucilaginosus* Вас 10, штамм В-8966, норма расхода – 14 л/га, воды – 3000 л/га; Азотовит + Фосфатофит, норма расхода – 14 л/га + 14 л/га, воды – 3000 л/га; Аммофоска (N₁₂, P₁₅, K₁₅), доза внесения – 300 кг/га.

Повторность опыта трехкратная, общая площадь – 1296 м², учетная – 756 м², количество учетных растений – 105, размещение делянок – рендомизированное, срок внесения бактериальных агрохимикатов и минерального удобрения – I-я декада мая, однократно, внесение поверхностное. Агрохимическая характеристика почв перед проведением опыта: содержание гумуса – 1,41%, сумма поглощенных оснований – 25 мг экв/100 г почвы, рН_{сол} – 6,2 ед., N_{общ.} – 0,17%, P₂O₅ – 687 мг/кг почвы. Агротехнические мероприятия: весной санитарная обрезка кустов жимолости, внесение удобрений по схеме, в течение вегетации подкашивание травостоя в междурядьях и прополка в рядах (пятикратно). Опыт проводили с 2018 по 2020 год.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка общего состояния растений жимолости синей в конце вегетации показала, что на фоне естественного плодородия (без удобрения) изучаемые сорта имели среднегодовой прирост более 15 см, что соответствует отличному состоянию – 5 баллов (табл. 1).

С увеличением уровня минерального питания растений жимолости вносимыми агрохимикатами и удобрениями величина среднегодового прироста поднялась на достоверную величину у всех сортов – 18...36 см (табл. 2). Сорт *Очаровашка* (№ 81) имел наибольший показатель величины среднегодового прироста на всех фонах с агрохимикатами – 26 (Фосфатовит)...36 см (Азотовит + Фосфатовит). При внесении Азотовита достоверная прибавка составила 3...6 см при величине данного показателя 21...30 см, в зависимости от сорта. Внесение Фосфатовита обеспечило получение достоверной прибавки среднегодового прироста (1...3 см), значение данного показателя варьировало от 18 до 26 см. Выделился вариант Азотовит + Фосфатовит, где получена наибольшая прибавка (8...12 см), величина среднегодового прироста была 25...36 см, в зависимости от сорта. Фон внесения аммофоски близок к фону Азотовит + Фосфатовит, где прибавка средне-

Таблица 1.

Средняя величина среднегодового прироста (2018–2019 годы), см

Сорт	Без удобрения (контроль)	Удобрение				Среднее по сорту
		Азотвит	Фосфатовит	Азотвит + Фосфатовит	Аммофоска	
<i>Голубое веретено (St)</i>	17	21	18	25	24	21
<i>Татьяна (№50)</i>	18	21	19	26	24	22
<i>Память Силаеву</i>	18	22	20	27	25	22
<i>Нижегородский десерт</i>	18	22	20	28	26	23
<i>Очаровашка (№81)</i>	24	30	26	36	33	30
<i>Подарок Дергунову</i>	19	23	21	28	26	23
<i>Лакомка</i>	18	23	19	28	26	23
Среднее по удобрениям	19	23	20	28	26	23

Примечание. НСР₀₅ частных различий – 1,2 см, Фактор А – 0,53, Фактор В – 0,45.

Таблица 2.

Средняя урожайность жимолости синей (2018–2019 годы), т/га

Сорт	Без удобрения (контроль)	Удобрение				Среднее по сорту
		Азотвит	Фосфатовит	Азотвит + Фосфатовит	Аммофоска	
<i>Голубое веретено (St)</i>	1,1	1,3	1,2	1,4	1,4	1,3
<i>Татьяна (№50)</i>	1,6	1,8	1,7	2,0	2,0	1,8
<i>Память Силаеву</i>	1,7	2,0	1,9	2,2	2,2	1,8
<i>Нижегородский десерт</i>	1,8	2,0	1,9	2,2	2,3	2,0
<i>Очаровашка (№81)</i>	1,8	2,2	1,9	2,3	2,5	2,1
<i>Подарок Дергунову</i>	1,5	1,9	1,7	2,0	2,1	1,8
<i>Лакомка</i>	1,5	1,7	1,7	1,9	2,0	1,8
Среднее по удобрениям	1,6	1,8	1,7	2,0	2,1	1,8

Примечание. НСР₀₅ частных различий – 0,51 т/га, Фактор А – 0,2, Фактор В – 0,2.

годового прироста – 6 (*Татьяна* (№ 50))...9 см (*Очаровашка* (№ 81)) и величина данного показателя в пределах 24...33 см, в зависимости от сорта.

В таблице 2 представлены результаты действия бактериальных агрохимикатов Азотвит и Фосфатовит на продуктивность перспективных сортов жимолости синей. Все изучаемые сорта обеспечили достоверную прибавку урожайности к контрольному сорту *Голубое веретено* на 0,5...0,8 т/га. На сортах *Нижегородский десерт* и *Очаровашка* (№ 81) получена наибольшая прибавка – 2,0 и 2,1 т/га соответственно. При внесении агролигандов увеличивается продуктивность в зависимости от сорта и фона. Азотвит дает наибольшую прибавку на сортах *Память Силаеву* (+0,3 т/га), *Очаровашка* (№ 81) (+0,4 т/га) и *Подарок Дергунову* (+0,4 т/га), продуктивность варьирует от 1,9 до 2,2 т/га. На остальных сортах прибавка составила 0,2 т/га, что в пределах ошибки. В варианте с внесением Фосфатовита наблюдается тенденция к увеличению данного показателя к контрольному (без удобрения), где прибавка урожая – 0,1...0,2 т/га при урожайности 1,2...1,9 т/га.

Следует отметить, что варианты Азотвит + Фосфатовит и аммофоска обеспечили достоверную прибавку 0,4 и 0,5 т/га при урожайности 2,0 и 2,1 т/га соответственно.

Выводы. Использование бактериальных агрохимикатов Азотвит и Фосфатовит в начальный период роста растений жимолости положительно сказывается на их вегетативном развитии, а также способствует увеличению потенциальной продуктивности.

Наибольший среднегодовой прирост получен в варианте Азотвит + Фосфатовит у сорта *Очаровашка* (№ 81 (36 см)), который превысил контроль (*Голубое веретено*) в 2,1 раза.

Совместное внесение Азотвита и Фосфатовита в качестве ранневесенней подкормки позволяет достоверно улучшить урожай плодов жимолости синей (прибавка 0,4 т/га при урожайности 2,0 т/га).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Азотвит и фосфатовит – природа может больше. АгроСнабФорум. 2017. № 7 (155). С. 56–57.
2. Береговая Ю.В., Кротиков А.А., Шапкин В.М. Эффективность интродукции ризосферных бактерий с полифункциональными свойствами в агроценозы картофеля // Вестник аграрной науки. 2018. № 3 (72). С. 3–10. doi: 10.15217/issn2587-666X.2018.3.3
3. Головунин В.П., Замятин С.А. Влияние применения микробиологических удобрений на рост и развитие жимолости синей в условиях Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5. № 2. С. 150–155. doi: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-150-155.
4. Головунин В.П., Замятин С.А. Влияние приема мульчирования на режим почвенной влаги, урожайность и качество ягодной продукции жимолости синей // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. Т. 3. № 1. С. 23–27.
5. Елисеева Л.В. Влияние подкормок микробиологическими удобрениями на урожай и качество сои // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 33–38.
6. Жидков В.М., Чамурлиев О.Г., Феофилова Л.А. Возделывание ярового ячменя на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (44). С. 106–110.
7. Кузин А.И. Оптимизация системы удобрения яблони в интенсивных садах ЦЧР: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Мичуринск, 2018. 42 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/optimizatsiya-sistemy-udobreniya-yabloni-v-intensivnykh-sadakh-tschr>.
8. Кузин А.И., Салатов А.А. Эффективность применения бактериальных удобрений для оптимизации минерального питания яблони // Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения: мат. Межд. науч.-практ. конф. Мичуринск, 2016. С. 87–92.
9. Плескачев Ю.Н., Скворцова О.Н. Продуктивность картофеля от способов применения бактериальных удобрений и предшественников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 66–72.

10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 446–455.
11. Фатина П.Н. Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве // Вестник АГТУ. 2007. № 4. С. 133–136. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mikrobiologicheskikh-preparatov-v-selskom-hozyaystve>.
- REFERENCES**
1. Azotovit i fosfatovit — priroda mozhet bol'she. AgroSnabForum. 2017. № 7 (155). S. 56–57.
 2. Beregovaya Yu.V., Krotikov A.A., Shapkin V.M. Effektivnost' introdukcii rizosfernyj bakterij s polifukcional'nymi svojsvami v agrocenozy kartofelya // Vestnik agrarnoj nauki. 2018. № 3 (72). S. 3–10. doi: 10.15217/issn2587-666X.2018.3.3
 3. Golovunin V.P., Zamyatin S.A. Vliyanie primeneniya mikrobiologicheskikh udobrenij na rost i razvitie zhimolosti sinej v usloviyah Respubliki Marij El // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skohozyajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki». 2019. T. 5. № 2. S. 150–155. doi: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-150-155.
 4. Golovunin V.P., Zamyatin S.A. Vliyanie priema mul'chirovaniya na rezhim pochvennoj vlagi, urozhajnost' i kachestvo yagodnoj produkcii zhimolosti sinej // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skohozyajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki». 2017. T. 3. № 1. S. 23–27.
 5. Eliseeva L.V. Vliyanie podkormok mikrobiologicheskimi udobreniyami na urozhaj i kachestvo soi // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 2. S. 33–38.
 6. Zhidkov V.M., Chamurliev O.G., Feofilova L.A. Vozdelyvanie yarovogo yachmenya na svetlo-kashtanovyh pochvah Volgogradskoj oblasti // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016. № 4 (44) S. 106–110.
 7. Kuzin A.I. Optimizaciya sistemy udobreniya yabloni v intensivnyh sadah CCHR: Avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. Michurinsk, 2018. 42 s. URL: <https://www.dissercat.com/content/optimizatsiya-sistemy-udobreniya-yabloni-v-intensivnykh-sadakh-tschr>.
 8. Kuzin A.I., Salatov A.A. Effektivnost' primeneniya bakterial'nyh udobrenij dlya optimizacii mineral'nogo pitaniya yabloni // Agrotekhnologicheskie processy v ramkah importozameshcheniya: mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. Michurinsk, 2016. S. 87–92.
 9. Pleskachev Yu.N., Skvorcova O.N. Produktivnost' kartofelya ot sposobov primeneniya bakterial'nyh udobrenij i predshestvennikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 1 (49). S. 66–72.
 10. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. Ore: VNIISPК, 1999. S. 446–455.
 11. Fatina P.N. Primenenie mikrobiologicheskikh preparatov v sel'skom hozyajstve // Vestnik AGTU. 2007. № 4. S. 133–136. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mikrobiologicheskikh-preparatov-v-selskom-hozyaystve>.

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПОМОЩЬЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ВОДНОГО РАСТВОРА ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА ПРИРОДНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Дмитрий Семенович Стребков¹, академик РАН
 Михаил Иванович Будник^{2,3}, кандидат биологических наук
 Владимир Юрьевич Душков, кандидат биологических наук
 Людмила Магомедовна Апашева², кандидат биологических наук
 Антон Валерьевич Лобанов^{2,4}, доктор химических наук
 Елена Николаевна Овчаренко², кандидат химических наук
 Валерий Владимирович Турбин³
 Михаил Валентинович Розанцев³
 Александр Михайлович Беляков⁵, доктор сельскохозяйственных наук
 Константин Николаевич Кулик⁵, академик РАН

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия

²ФИЦ химической физики имени Н.Н. Семенова Российской академии наук, г. Москва, Россия

³Научно-производственное объединение "Экопероксид водорода", Московская обл., Россия

⁴Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия

⁵ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград, Россия

E-mail: ziraf@mail.ru

Аннотация. Разработана технология (природоподобный способ) получения водного раствора пероксида водорода природной концентрации без использования химических стабилизирующих добавок на основе высокоэнергетического бесконтактного воздействия на дистиллированную воду стримерами высоковольтного электрического разряда. Экспериментальные исследования с экологически чистым водным раствором пероксида водорода природной концентрации проводили на полях Нижнего Поволжья при выращивании мягкой озимой пшеницы сорта Саратовская 90 в период с сентября 2020 по июль 2021 года. Установлено, что предпосевное опрыскивание семян озимой пшеницы и опрыскивание зерновой культуры в поздний период вегетации экологически чистым водным раствором пероксида водорода природной концентрации – высокоэффективный агротехнический прием повышения урожайности.

Ключевые слова: природоподобная технология, пероксид водорода, биологическая активность, озимая пшеница, повышение урожайности.

INCREASING THE YIELD OF WINTER WHEAT WITH THE HELP OF ECOLOGICALLY PURE HYDROGEN PEROXIDE AQUEOUS SOLUTION OF NATURAL CONCENTRATION

D.S. Strebkov¹, Academician of the RAS
 M.I. Budnik^{2,3}, PhD in Biological Sciences
 V.Yu. Dushkov, PhD in Biological Sciences
 L.M. Apasheva², PhD in Biological Sciences
 A.V. Lobanov^{2,4}, Grand PhD in Chemical Sciences
 E.N. Ovcharenko², PhD in Chemical Sciences
 V.V. Turbin³
 M.V. Rozancev³
 A.M. Belyakov⁵, Grand PhD in Agricultural Sciences
 K.N. Kulik⁵, Academician of the RAS

¹Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, Moscow, Russia

²N.N. Semenov Federal Research Centre for Chemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³Scientific and Production Association "Ecoperoxide of Hydrogen", Moscow region, Russia

⁴Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

⁵Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

E-mail: ziraf@mail.ru

Abstract. A nature-like technology has been developed for obtaining ecologically pure hydrogen peroxide aqueous solution of natural concentration without the use of chemical stabilizing additives. A nature-like method and device were created, which were implemented with high-energy non-contact impact on distilled water by high-voltage electric discharge streamers. Experimental studies with ecologically pure hydrogen peroxide aqueous solution of natural concentration were carried out in the fields of the Lower Volga region when growing soft winter wheat of the Saratovskaya 90 from 09.2020 to 07.2021. It has been found that pre-sowing spraying of winter wheat seeds and spraying of grain crops in the late vegetation period with ecologically pure hydrogen peroxide aqueous solution of natural concentration is a highly effective agricultural technique to significantly increase the yield of winter wheat.

Keywords: nature-like technology, hydrogen peroxide, biological activity, winter wheat, yield increase

Пероксид водорода – уникальное низкомолекулярное соединение, играющее существенную роль в жизнедеятельности растений. Г.Г. Комиссаров в результате многолетних исследований в области фотобионики пришел к однозначному выводу о том, что в природе нет чистой воды, в ней всегда присутствует пероксид водорода. [2]

Еще в конце XIX века было обнаружено, что концентрация пероксида водорода в Московском регионе России с 1874 по 1894 годы составила в дождевой воде 0,4...1,0 мг/л (11,8...29,4 мкмоль/л), при этом верхняя граница соответствовала концентрации в грозном дожде. [3]

Для сравнения в морском дожде в районе Западной Атлантики установлено колебание концентрации пероксида водорода от 84×10^{-7} до 206×10^{-7} моль/л (8,4...20,6 мкмоль/л), а в районе Мексиканского залива – 114×10^{-7} ... 820×10^{-7} моль/л (11,4...82,0 мкмоль/л) при среднем ее значении соответственно 127×10^{-7} и 402×10^{-7} моль/л (12,7 и 40,2 мкмоль/л), что приближается к параметрам дождевой воды в Московском регионе России. [6]

На один-два порядка меньше концентрация пероксида водорода в поверхностной пресной и морской воде по сравнению с дождевой. [4,7]

Ежегодно с осадками на Землю попадает 2×10^{11} молей пероксида водорода, то есть около 10^7 т. Основной его источник – образование в атмосфере H_2O_2 . [1]

Отсутствие технологии производства экологически чистого пероксида водорода природной концентрации сдерживает его применение в растениеводстве.

Для получения пероксида (перекись) водорода используют электрохимический метод через надсерную кислоту и органический жидкофазного окисления изопропилового спирта согласно ГОСТ 177-88 “Водорода перекись. Технические условия”. Высококонтентрированный раствор H_2O_2 содержит токсические стабилизаторы (серная кислота, мышьяк и другие), добавляемые для замедления разложения пероксида водорода, которые не позволяют использовать его в растениеводстве.

Цель работы – установить действие экологически чистого водного раствора пероксида водорода (экопероксид) природной концентрации на урожайность озимой пшеницы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разработана технология (природоподобный способ) получения водного раствора пероксида водорода природной концентрации без использования химических стабилизирующих добавок на основе высокоэнергетического бесконтактного воздействия на дистиллированную воду стримерами высоковольтного электрического разряда. [5]

Действие экопероксида изучали на мягкой озимой пшенице сорта *Саратовская 90*. Исследования проводили в Нижнем Поволжье (Саратовская обл.) на темно-каштановых почвах с сентября 2020 года по июль 2021.

Было выделено три группы семян по 1000 кг. Семена первой группы (контроль) предварительно обрабатывали 20 л местной природной воды, второй и третьей – 20 л экопероксида с концентрацией

5 мкмоль/л (экопероксид-5) и 50 мкмоль/л (экопероксид-50) соответственно.

После тщательного перемешивания семена засыпали в мешки и выдерживали 12 ч в тени, затем высевали. Общая площадь посева – 15 га, ширина прохода между группами – 0,7...1,0 м.

В поздний вегетационный период проводили однократную обработку раствором экопероксида-5 с помощью самоходного штангового опрыскивателя “Туман-3” половины каждого из трех участков, то есть по 2,5 га в первой, второй и третьей группах соответственно.

Средние арифметические значения показателей и стандартную ошибку средней рассчитывали в компьютерной программе Microsoft Office Excel. Достоверность различий устанавливали по t-критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В опытных группах всходы появились на два-три дня раньше по сравнению с контрольной.

Количественную оценку озимой пшеницы *Саратовская 90* проводили в фазе трубкования (табл. 1).

Провели статистический анализ семи снопов, каждый из которых состоял из пяти растений. Высота и масса корня в контрольной и двух опытных группах не различались.

Наибольшие значения показателей пшеницы получены при использовании экопероксида с концентрацией 5 мкмоль/л.

Во всех группах при опрыскивании растений раствором экопероксида-5 в поздний вегетационный период наблюдали тенденцию к наиболее высокому уровню сухой массы надземной части снопа, при этом происходило последовательное увеличение

Таблица 1.
Характеристика озимой пшеницы *Саратовская 90* в фазе трубкования при обработке семян местной природной водой, растворами экопероксида-5 и экопероксида-50

Показатель	Вода	Экопероксид-5	Экопероксид-50
Высота снопа, см	48,7±1,6	52,3±1,2	53,6±0,9*
Сырая масса, г			
снопа	23,6±2,7	37,9±2,7**	35,0±2,2**
надземной части	20,3±2,4	33,7±2,5**	30,9±1,9**
Сухая масса надземной части, г	9,2±1,0	15,7±2,6*	12,8±1,0*

Примечание. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ по сравнению с первой контрольной группой (Вода) (то же в табл. 2,3).

Таблица 2.
Сухая масса надземной части снопа озимой пшеницы *Саратовская 90* в фазе молочно-восковой спелости с опрыскиванием экопероксидом-5 и без него в поздний вегетационный период

Показатель	Вода	Экопероксид-5	Экопероксид-50
Сухая масса надземной части снопа, г			
с опрыскиванием	12,7±1,3	14,7±1,3	19,3±1,8**
без опрыскивания	12,4±1,7	12,4±1,2	16,3±1,7
Разница в сухой массе надземной части снопа, г	0,3	2,3	3,0

Таблица 3.

Урожайность и содержание зерна в снопе по массе озимой пшеницы Саратовская 90 с опрыскиванием экопероксидом-5 и без него в поздний вегетационный период

Показатель		Вода	Экопероксид-5	Экопероксид-50
Урожайность, ц/га	с опрыскиванием	21,0±1,7	28,9±4,5	32,0±2,7**
	без опрыскивания	16,0±0,9	20,3±1,0**	26,9±2,7**
P		<0,05	<0,1	-
Содержание зерна в снопе по массе, %	с опрыскиванием	30,7±2,7	31,4±2,7	37,8±3,3
	без опрыскивания	19,9±1,4	23,3±0,7*	29,4±1,5***
P		<0,01	<0,05	<0,05

Примечание. *** p<0,001.

значений от контрольной группы к третьей опытной (табл. 2). Наибольшая сухая масса надземной части снопа была в третьей группе с опрыскиванием растений экопероксидом-50 в поздний вегетационный период.

На одном растении озимой пшеницы в третьей опытной группе (экопероксид-50) с опрыскиванием раствором экопероксида-5 в поздний вегетационный период образовалось на один-два колоса больше, чем в остальных группах.

Урожайность определяли по семи снопам, каждый из которых собирали с 0,25 м².

Наиболее высокие урожайность и процентное содержание зерна в снопе по массе в третьей опытной группе, где семена перед посевом обрабатывали экопероксидом-50 и однократно опрыскивали растения экопероксидом-5 в поздний вегетационный период (табл. 3).

Сравнение урожайности третьей опытной группы с опрыскиванием с первой контрольной группой с опрыскиванием и без него в поздний вегетационный период показало, что в первом случае ее повышение составило 152 (32,0x100%/21,0), во втором – 200% (32,0x100%/16,0).

Содержание зерна в снопе по массе в третьей опытной группе с опрыскиванием на 123 (37,8x100%/30,7) и 190% (37,8x100%/19,9) выше по сравнению с первой контрольной группой с опрыскиванием и без него соответственно.

Только одно предпосевное опрыскивание семян зерновых культур экологически чистым водным раствором пероксида водорода природной концентрации без опрыскивания растений в поздний вегетационный период привело к существенному достоверному повышению урожайности до 127% (20,3x100%/16,0) во второй (экопероксид-5), 168% (26,9x100%/16,0) в третьей (экопероксид-50) опытных группах по сравнению с первой контрольной (Вода) и содержания зерна в снопе по массе до 117% (23,3x100%/19,9) во второй опытной группе, 148% (29,4x100%/19,9) в третьей по сравнению с первой контрольной соответственно.

Одно опрыскивание зерновых культур в поздний вегетационный период экологически чистым водным раствором пероксида водорода природной концентрации без предпосевого опрыскивания семян зерновых культур привело к существенному достоверному повышению урожайности до 131% (21,0x100%/16,0) и содержания зерна в снопе по массе до 154% (30,7x100%/19,9) в первой контрольной группе с опрыскиванием по сравнению с первой контрольной группой без опрыскивания.

Средняя урожайность озимой пшеницы в Саратовской области по данным пресс-службы регионального Министерства сельского хозяйства (10.08.2021) – 17,7 ц/га. Урожайность в третьей (экопероксид-50) опытной группе выше на 81% (32,0 ц/га).

Таким образом, предпосевное опрыскивание семян озимой пшеницы и опрыскивание зерновой культуры в поздний период вегетации экологически чистым водным раствором пероксида водорода природной концентрации – высокоэффективный агротехнический прием по существенному повышению урожайности.

Дальнейшие исследования в этом направлении и распространение данной биотехнологии на другие сельскохозяйственные культуры будут иметь большое значение при решении задач, поставленных в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента России от 21 января 2020 года, в частности, для «обеспечения населения качественной и безопасной пищевой продукцией», а также в рамках реализации Федеральной научно-технической программы (ФНТП) развития сельского хозяйства, которая продлена до 2030 года.

Экологически чистый водный раствор пероксида водорода может быть применен как в мелких хозяйствах (фермерские, приусадебные участки, садово-огородные товарищества), так и крупных сельскохозяйственных предприятиях, специализирующихся на выращивании различных сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием теплиц, технологий аэро- и гидропоники, капиллярного полива, в районах с высокой солнечной радиацией, коротким световым днем и за полярным кругом, в нежилых подземных помещениях и специальных фортификационных сооружениях без естественного солнечного освещения, а также в условиях длительной автономной экспедиции.

Применение технологии перспективно также при лесоразведении и восстановлении его после пожаров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Домрачев Г.А., Селивановский Д.А., Стунжас П.А. и др. Эффективность образования пероксида водорода и радикалов воды в природе // Препринт ИПФ РАН № 537. Нижний Новгород, 2000. 35 с.
2. Комиссаров Г.Г. Фотосинтез: физико-химический подход. М.: Едиториал УРСС, 2003. 224 с.
3. Позин М.Е. Перекись водорода и перекисные соединения. Л., М.: ГХИ, 1951. 475 с.
4. Синельников В.Е., Демина В.И. О происхождении перекиси водорода, содержащейся в воде открытых водоемов // Гидрохимические материалы. 1974. Т. LX. С. 30–40.

5. Стребков Д.С., Будник М.И., Апашева Л.М. и др. Получение экологически чистых растворов пероксида водорода высокоэнергетическом бесконтактном воздействии на воду и их применение // БФФХ-2020: мат. XV Межд. науч. конф., Севастополь, 14–16 сентября 2020 г. – Севастополь, 2020. С. 191–192.
6. Cooper W.J., Saltzman E.S., Zika R.G. The contribution of rainwater to variability in surface ocean hydrogen peroxide // *Journal of Geophysical Research*. 1987. V. 92. P. 2970–2980. doi: 10/1029/JC092iC03p02970.
7. Van Baalen C., Marler J.E. Occurrence of Hydrogen Peroxide in Sea Water // *Nature*. 1966. V. 211. P. 951. doi: 10.1038/211951a0.
2. Komissarov G.G. Fotosintez: fiziko-himicheskij podhod. M.: Editorial URSS, 2003. 224 s.
3. Pozin M.E. Perekis' vodoroda i perekisnye soedineniya. L., M.: GHI, 1951. 475 s.
4. Sinel'nikov V.E., Demina V.I. O proiskhozhdenii perekisi vodoroda, sodержashchejsya v vode otkrytyh vodoemov // *Gidrohimicheskie materialy*. 1974. T. LX. S. 30–40.
5. Strebkov D.S., Budnik M.I., Apasheva L.M. i dr. Poluchenie ekologicheski chistykh rastvorov peroksida vodoroda vysokoenergeticheskom beskontaktnom vozdejstvii na vodu i ih primenenie // BFFH-2020: mat. XV Mezhd. nauch. konf., Sevastopol', 14–16 sentyabrya 2020 g. – Sevastopol', 2020. S. 191–192.
6. Cooper W.J., Saltzman E.S., Zika R.G. The contribution of rainwater to variability in surface ocean hydrogen peroxide // *Journal of Geophysical Research*. 1987. V. 92. P. 2970–2980. doi: 10/1029/JC092iC03p02970.
7. Van Baalen C., Marler J.E. Occurrence of Hydrogen Peroxide in Sea Water // *Nature*. 1966. V. 211. P. 951. doi: 10.1038/211951a0.

REFERENCES

1. Domrachev G.A., Selivanovskij D.A., Stunzhas P.A. i dr. Effektivnost' obrazovaniya peroksida vodoroda i radikalov vody v prirode // Preprint IPF RAN № 537. Nizhnij Novgorod, 2000. 35 s.

ВЛИЯНИЕ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВОГО СЕВООБОРОТА

Наталья Анатольевна Чуян, доктор сельскохозяйственных наук
Нина Петровна Масютенко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Галина Михайловна Брескина, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр»,
г. Курск, Россия

E-mail: natalia-chuyan@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния обработки биопрепаратами (Грибофит и Имуназот) побочной продукции отдельно и совместно с азотными удобрениями (10 кг д. в./т соломы) на урожайность культур и продуктивность зернового севооборота «ячмень – гречиха – кормовые бобы – озимая пшеница». Работа выполнена (2018–2021 годы) в Курской области на черноземе типичном слабоэродированном тяжелосуглинистом. Схема опыта: 1. Измельченная побочная продукция культур севооборота (контроль); 2. Измельченная побочная продукция культур севооборота + азотные удобрения, 10 кг д. в. N/т соломы зерновых культур; 3. Измельченная побочная продукция культур севооборота + биопрепараты (Грибофит и Имуназот); 4. Измельченная побочная продукция культур севооборота + биопрепараты (Грибофит и Имуназот) + азотные удобрения, 10 кг д. в. N/т соломы побочной продукции. Внесение биопрепаратов с поверхностной заделкой побочной продукции культур способствовало увеличению урожайности всех культур зернового севооборота по отношению к контролю: ячмень – 6,3%, гречиха – 6,5%, кормовые бобы – 45,5% и озимая пшеница – в два раза. При совместном действии биопрепаратов и азотных удобрений с измельченными растительными остатками получена максимальная урожайность кормовых бобов – 1,73 т/га. Действие азотных удобрений повысило продуктивность зернового севооборота на 6,3, 9,7 и 53,6% по сравнению с вариантом совместного их внесения с биопрепаратами, опытом с одними биопрепаратами и по отношению к контролю, соответственно.

Ключевые слова: биопрепараты, азотные удобрения, урожайность, побочная продукция, продуктивность зернового севооборота

INFLUENCE OF AGROBIOTECHNOLOGY ON GRAIN CROP ROTATION PRODUCTIVITY

N.A. Chuyan, *Grand PhD in Agricultural Sciences*
N.P. Masyutenko, *Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor*
G.M. Breskina, *PhD in Agricultural Sciences*

Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Agricultural Kursk Research Center”, Kursk, Russia

E-mail: natalia-chuyan@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of research on the effect of the treatment of by-products with biopreparations (Gribophyt and Imunazot), both separately and together with nitrogen fertilizers (at the rate of 10 kg of NPPN. per 1 t of straw) on crop yield and productivity of the grain crop rotation “barley – buckwheat – fodder beans – winter wheat”. The work was carried out in 2018–2021 in Kursk Region on typical slightly eroded heavy loamy chernozem soil. The results were obtained for the following variants: 1. Shredded by-products of crop rotation crops (control); 2. Shredded by-products of crop rotation crops + nitrogen fertilizers at the rate of 10 kg of NPPN per 1 ton of cereal straw; 3. Shredded by-products of crop rotation crops + biological preparations (Gribophyt and Imunazot); 4. Shredded by-products of crop rotation crops + biological preparations (Gribophyt and Imunazot) + nitrogen fertilizers at the rate of 10 kg of NPPN per ton of by-product straw. The results of the experiments showed that application of biological preparations with surface embedding of crop by-products had a positive impact on increasing the yield of all the crops of the grain rotation in comparison with the control by 6,3% for barley, 6,5% for buckwheat, 45,5% for fodder beans and 2 times for winter wheat but the advantage was retained for application of nitrogen fertilizers. The only exception was fodder beans, where the variant of joint application of biopreparations and nitrogen fertilizers with shredded crop residues provided a maximum bean yield of 1,73 t ha. The effect of nitrogen fertilizers should be singled out in increasing the productivity of the grain crop rotation when using plant residues as fertilizers, where the rise in productivity was observed by 6,3, 9,7 and 53,6% with regard to the variant of combined application of nitrogen fertilizers and biological preparations, that with biological preparations and that with regard to the control, respectively.

Keywords: biological preparations, nitrogen fertilizers, yield, by-products, productivity of grain crop rotation

В условиях современного сельскохозяйственного производства внедрение экологически безопасных технологий возделывания культур позволяет не только обеспечить повышение урожайности и качества растениеводческой продукции, но и минимизировать антропогенное влияние на агроландшафт.

Актуальны приемы биологизации и ресурсосбережения в земледелии с использованием биологических средств защиты растений, регуляторов роста, побочной продукции в качестве органического удобрения и микробиологических препаратов широкого спектра действия. [8, 15]

Биопрепараты способствуют увеличению скорости разложения послеуборочных растительных остатков, обогащению почв элементами питания, стимулируют улучшение количественных и качественных показателей сельхозпродукции, уменьшают стрессовое воздействие на растение неблагоприятных условий среды. [12] Это доказывает целесообразность обработки соломы перед ее запашкой биопрепаратами. [5]

Большое внимание уделяется изучению влияния биопрепаратов на урожайность ярового ячменя, бобовых культур. [1, 2]

При обработке семян озимой пшеницы смесью биопрепаратов Гуапсин и Трихофит и посевов Гуапсином прибавка урожайности зерна была выше на 0,75 т/га по отношению к контролю. [4]

Наряду с положительными результатами, подтверждающими эффективность биопрепаратов, применяемых для инокуляции соломы, экспериментальные данные некоторых исследователей свидетельствуют об отсутствии эффекта в улучшении качества почвы и повышении урожайности культур. [9, 11, 14] Буферность почвенной экосистемы по отношению к внедряемым модификаторам и конкуренция с сообществом аборигенной микрофлоры – основной ограничивающий фактор получения стойкого положительного эффекта от их применения. [12]

Использование препарата Имуназот (штаммы бактерий *Pseudomonas*), обладающего широким спектром антимикробного, антифунгального и ростстимулирующего действия, положительно влияет на формирование продуктивности гречихи при внесении с послеуборочными остатками ячменя. [7]

Активность биологических препаратов зависит от почвенно-климатических условий, поэтому сложно раскрыть их потенциал без дополнительного ресурса в виде органических и минеральных удобрений. Агробиотехнология включает обработку биопрепаратами семян, почвы, посевов, измельченной побочной продукции сельскохозяйственных культур с азотными удобрениями и без них.

Цель работы – изучить влияние агробиотехнологии на урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность зернового севооборота.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научно-производственный опыт проводили в 2018–2021 годах на площади 1,5 га около с. Панино Курской обл., Медвенского р-на (ФГБНУ "Курский ФАНЦ") в зерновом севообороте «яровой ячмень – гречиха – кормовые бобы – озимая пшеница» в четырех вариантах. Выращивали яровой ячмень сорта *Суздалец*, гречиху – *Деметра*, кормовые бобы – *Стрелецкие ранние*, озимую пшеницу – *Леонида*. Уравнительный посев – озимая пшеница *Синтетик*.

Схема опыта: 1. Измельченные растительные остатки; 2. Измельченные растительные остатки + азотные удобрения, 10 кг л. в. N/т соломы зерновых культур; 3. Измельченные растительные остатки, обработанные биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка семян биопрепаратами Грибофит (2 л/т) и Имуназот (3 л/т) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами Грибофит

(5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка посевов два раза за вегетацию биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) – *агробиотехнология 1*; 4. Измельченные растительные остатки, обработанные биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка семян биопрепаратами Грибофит (2 л/т) и Имуназот (3 л/т) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка посевов два раза за вегетацию биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + азотные удобрения, 10 кг д. в. N/т соломы зерновых культур – *агробиотехнология 2*.

Опыт заложен в соответствии с общепринятыми методиками в трехкратной повторности, культуры выращивали по рекомендуемым технологиям в условиях ЦЧР. [3] Во всех вариантах после уборки культур побочную продукцию (измельченные растительные остатки) использовали в качестве удобрения.

Основные действующие компоненты агробиотехнологии, применяемые в опыте – это культуры двух микроорганизмов: гриб *Trichoderma viride*, представленный в форме биопрепарата Грибофита и *Pseudomonas aureofaciens* (Имуназот). Грибофит – экологически безопасный биофунгицид, ростостимулятор, фосфатмобилизатор. Препарат содержит споры и мицелий гриба *T. viride*, а также, продуцируемые грибом в процессе производственного культивирования, биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны). Имуназот – биологический препарат на основе ризосферных бактерий *P. aureofaciens*, фосфатмобилизатор контактного и системного действия. Обладает ростстимулирующей активностью, повышает всхожесть и энергию прорастания, способствует усиленному развитию корневой системы растений. [7]

Семена обрабатывали биопрепаратами за день до посева ранцевым опрыскивателем, затем их просушивали в затемненном помещении. Измельченные растительные остатки, почву перед посевом и вегетирующие растения опрыскивали с помощью ОП-2000/24. Аммиачную селитру вносили навесным разбрасывателем РН-0,8 перед заделкой пожнивно-корневых остатков. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой бороной на глубину 10...12 см. Через 40...60 дн. проводили основную отвальную обработку почвы под зерновые культуры на глубину 20...22 см.

Урожай ячменя, гречихи, кормовых бобов и озимой пшеницы убирали прямым комбайнированием (Samro-500) с площади 600 м² (50×12 м). Определяли урожайность культур вручную с метровых учетных площадок по диагонали делянки в трехкратной повторности. [3]

Почва – чернозем типичный слабоэродированный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке, в пахотном слое среднее содержание гумуса (по Тюрину) – 4,98±0,15%. Реакция почвенной среды нейтральная (рН_{сол} – 6,3...6,5). Содержание обменного кальция – 22,0...23,3 мг-экв./100 г почвы, подвижных форм фосфора и калия (по Чirikову) – 8,8...2,0 мг/кг и 9,7...11,2 мг/кг соответственно, общего азота (по Кьельдалю) – 0,22...0,23%, обменного аммония по ЦИНАО (ГОСТ 26487-85) –

10,9...13,2 мг/кг, нитратного азота (метод Грандваль-Ляжу) – 4,8...5,1 мг/кг.

Гидротермические условия в периоды исследования характеризовались неустойчивым температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. Среднемесячная температура 2018 года за вегетацию ярового ячменя была выше нормы в среднем на 3,1°C. С апреля по июнь – дефицит осадков (всего 61 мм), величина гидротермического коэффициента (ГТК) была низкая – 0,49...0,42. В июле количество осадков на 99 мм превысило среднегодовую величину (ГТК – 2,7). Период уборки ячменя был засушливым (ГТК – 0,14).

Среднемесячная температура 2019 года с апреля по июнь была выше нормы в среднем на 2,9°C, с июля по сентябрь – ниже на 1,1°C. С апреля по август ГТК – 0,85, в мае-июне – 0,46, что неблагоприятно сказалось на развитии гречихи.

Среднегодовая температура воздуха в 2020 году составила 16,5°C (выше нормы на 1,5°C). Максимальное количество осадков в мае – 115, июле – 107 мм. В августе и сентябре осадков выпало меньше среднегодовых данных на 36 и 50 мм соответственно. С апреля по июль ГТК колебался от 1,47 до 1,67. Такие условия положительно повлияли на рост и развитие кормовых бобов. Август и сентябрь характеризовались низким ГТК (0,32), засушливая погода отрицательно отразилась на сборе урожая кормовых бобов.

Неблагоприятные агрометеорологические условия 2021 года при созревании зерна (ГТК в июле – 0,89, августе – 0,58) привели к низкой урожайности озимой пшеницы.

Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием программ Microsoft office EXCEL 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При поверхностной заделке измельченной соломы озимой пшеницы с азотными удобрениями в зерновом севообороте урожайность зерна ячменя повысилась на 0,49 т/га относительно контроля. В варианте совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов (Грибофит и Имуназот) прибавка урожайности составила 0,35 т/га по от-

ношению к контролю, но была на 0,14 т/га меньше, чем в варианте с азотными удобрениями.

По сравнению с контролем, Грибофит и Имуназот обеспечили значимое повышение урожайности зерна ячменя на 0,18 т/га, что выше на 0,17 и 0,31 т/га по отношению к вариантам комплексного внесения азотных удобрений с биопрепаратами и азотных удобрений соответственно (табл. 1).

На формирование максимальной урожайности гречихи в наибольшей степени оказывали воздействие азотные удобрения. Если в варианте с их применением она составила 2,03 т/га, то при сочетании измельченной соломы ярового ячменя с биопрепаратами (Грибофит и Имуназот) – 1,48 т/га, при сборе семян на контроле – 1,39 т/га.

Прием совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов обеспечил увеличение урожайности семян гречихи на 0,2 т/га по отношению к варианту с одними биопрепаратами, но на 0,35 т/га уступал использованию азотных удобрений на фоне поверхностной заделки соломы ячменя. Относительно контроля в варианте совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов урожайность гречихи повышалась на 0,29 т/га. В опыте с биопрепаратами урожайность гречихи увеличилась на 0,09 т/га по сравнению с контролем.

Отсутствие осадков в период формирования кормовых бобов привело к низкой урожайности культуры. Комплексное использование азотных удобрений и биопрепаратов обеспечило максимальный сбор бобов (на 0,83 т/га выше контроля), отдельное их действие уступало варианту с совместным на 0,35 и 0,42 т/га соответственно.

Вариант с внесением азотных удобрений с поверхностной заделкой соломы гречихи обеспечил повышение урожайности бобов по отношению к контролю на 0,48 т/га, с одними биопрепаратами – 1,31 т/га, только с минеральными удобрениями – 1,38 т/га, но прибавка урожайности с биопрепаратами была выше контроля на 0,41 т/га (табл. 1).

Поверхностная заделка растительных остатков кормовых бобов с биопрепаратами Имуназот и Грибофит в зерновом севообороте увеличивала урожайность озимой пшеницы по отношению к контролю на 2,19 т/га. Наибольшая прибавка урожайности озимой пшеницы – в 2,3 раза выше контрольного

Таблица 1.

Влияние биологических приемов на урожайность культур и продуктивность зернового севооборота

Вариант	Культура севооборота								Продуктивность звена, тыс. зерн. ед./га
	яровой ячмень		гречиха		кормовые бобы		озимая пшеница		
	У	П	У	П	У	П	У	П	
	т/га								
Измельченные растительные остатки	2,87	–	1,39	–	0,90	–	2,14	–	6,97
Измельченные растительные остатки + N ₁₀ кг д.в./т соломы	3,36	0,49	2,03	0,64	1,38	0,48	4,42	2,28	10,71
Измельченные растительные остатки + биопрепараты (Грибофит + Имуназот) – агробиотехнология 1.	3,05	0,18	1,48	0,09	1,31	0,41	4,33	2,19	9,83
Измельченные растительные остатки + N ₁₀ кг д.в./т соломы + биопрепараты (Грибофит + Имуназот) – агробиотехнология 2.	3,22	0,35	1,68	0,29	1,73	0,83	3,84	1,7	10,08
НСР ₀₅	0,06		0,04		0,38		0,11		0,34

Примечание. У – урожайность культур севооборота, П – прибавка урожайности.

получена в варианте поверхностной заделки измельченной побочной продукции с N_{10} кг д.в./т соломы.

Агробиотехнология совместного внесения био-препаратов с азотными удобрениями также привела к увеличению урожайности зерна озимой пшеницы на 1,7 т/га по сравнению с контролем.

При разложении необработанных растительных остатков биопрепаратами и азотными удобрениями образуются фитотоксичные вещества, негативно влияющие на прорастание семян, тормозящие рост и развитие растений. [10] Отрицательные последствия использования побочной продукции, обусловленные ухудшением питания растений азотом из-за иммобилизации его микроорганизмами, приводят к снижению урожайности. [13] В контрольном варианте (внесение измельченных растительных остатков) количество зерна озимой пшеницы меньше в два раза, чем с азотными удобрениями и опыте с инокулированной биопрепаратами побочной продукцией.

При разложении растительных остатков с участием азотных удобрений и Имуназота с Грибофитом в почве возникли условия их антагонистического взаимодействия, направленного на процесс деструкции растительного материала, что спровоцировало снижение активности почвенных микроорганизмов. [6] Возможно, замедлился процесс высвобождения элементов питания, необходимых для активного роста культуры, что не лучшим образом сказалось на формировании урожая зерна озимой пшеницы.

Несмотря на некоторое отличие влияния азотных удобрений и биопрепаратов на урожайность возделываемых культур, в целом продуктивность зернового севооборота мало отличалась как при раздельном, так и совместном их внесении с измельченной соломой.

При использовании растительных остатков действие азотных удобрений повысило продуктивность зернового севооборота к контролю на 53,6%, биопрепаратам – 8,9%. Вариант совместного внесения азотных удобрений и биопрепаратов на фоне заделки побочной продукции культур незначительно уступал (на 6,3%) варианту с азотными удобрениями, но на 44,6% имел преимущество по отношению к контролю (табл. 1).

Ассоциативные микробные препараты с поверхностной заделкой растительных остатков на 41,0% увеличили продуктивность севооборота по сравнению с контролем, но незначительно уступали вариантам совместного применения азотных удобрений с биопрепаратами и внесением одних азотных удобрений на 0,25 и 0,88 т/га соответственно.

Тесная зависимость формирования урожайности культур и продуктивности зернового севооборота от рассматриваемых факторов (азотные удобрения и биопрепараты) на фоне поверхностной заделки побочной продукции культур подтверждена уравнениями корреляционно-регрессионного анализа (табл. 2).

Самый высокий эффект от внесения минеральных удобрений был отмечен на урожайности гречихи – 93% против действия микробиологических препаратов (7%). Доля вклада биопрепаратов как фактора увеличения урожайности ячменя на 17,0% превышала влияние азотных удобрений (рис. 1).

Таблица 2.
Уравнения связи урожайности и продуктивности зернового севооборота с исследуемыми факторами (азотные удобрения и биопрепараты)

Культура	Уравнение связи	R
Яровой ячмень	$Y, \text{т/га} = 2,33 + 0,40 X_1 + 0,52 X_2 - 0,74 X_1 X_2$	0,89
Гречиха	$Y, \text{т/га} = 1,38 + 0,097 X_1 + 0,61 X_2 - 0,41 X_1 X_2$	0,84
Кормовые бобы	$Y, \text{т/га} = 9,3 + 3,65 X_1 + 4,46 X_2 - 2,13 X_1 X_2$	0,97
Озимая пшеница	$Y, \text{т/га} = 2,15 + 2,19 X_1 + 2,28 X_2 - 2,82 X_1 X_2$	0,95
Продуктивность севооборота, т/га	$\text{Пр.} = 6,98 + 2,84 X_1 + 3,73 X_2 - 3,46 X_1 X_2$	0,99

Примечание. X_1 – биопрепараты, X_2 – минеральные удобрения.

Данные дисперсионного анализа показывают, что на варьирование урожайности озимой пшеницы влияние факторов опыта было примерно одинаковым, но преимущество оставалось за азотными удобрениями (37,2%). Совместное их внесение с био-препаратами уступало на 5,9 и 8,8% соответственно факторам отдельно применяемых био-препаратов и азотных удобрений. По влиянию на урожайность озимой пшеницы исследуемые факторы располагались в следующем порядке: МУ (37,2%) > БП (34,3%) > БП × МУ (28,4%).

По результатам дисперсионного анализа выявлена высокая доля вклада азотных удобрений в варьирование продуктивности зернового севооборота – 49,7%, действие био-препаратов значительно (на 20,8%) уступало. Наблюдалось слабое проявление фактора совместного внесения био-препаратов и азотных удобрений на продуктивность зернового севооборота, где доля их вклада в варьирование данного показателя была ниже в 1,7 и 2,3 раза действия био-препаратов и азотных удобрений соответственно (рис. 2).

Таким образом, *агробиотехнология 1*, включающая обработку био-препаратами (Грибофит и Имуназот) семян, почвы, посевов и почвы с измельченными растительными остатками культур положительно повлияла на формирование урожая культур зернового севооборота: ячмень – 6,3%, гречиха – 6,5, кормовые бобы – 45,5% и озимая пшеница – в два раза, по сравнению с контролем. *Агробиотехнология 2* комплексного внесения био-препаратов и азотных удобрений с побочной продукцией обеспечила максимальную урожайность кормовых бобов – 1,73 т/га. Применение с измельченными растительными остатками азотных удобрений (10 кг д. в. N/т соломы) способствовало увеличению урожая ячменя на 4,3 и 10,0%, гречихи – 20,8 и 37,0%, озимой пшеницы – 6,2 и 8,9%, соответственно по отношению к вариантам с совместным внесением азотных удобрений с био-препаратами и отдельного использования Грибофита и Имуназота.

На повышение продуктивности севооборота оказали действие азотные удобрения, обеспечив разницу в сборе зерновых единиц по отношению к контролю – на 1,46, с био-препаратами – 0,79 т/га. Вариант совместного применения азотных удобрений с био-препаратами по продуктивности севооборота незначительно (на 0,63 т/га) уступал при-

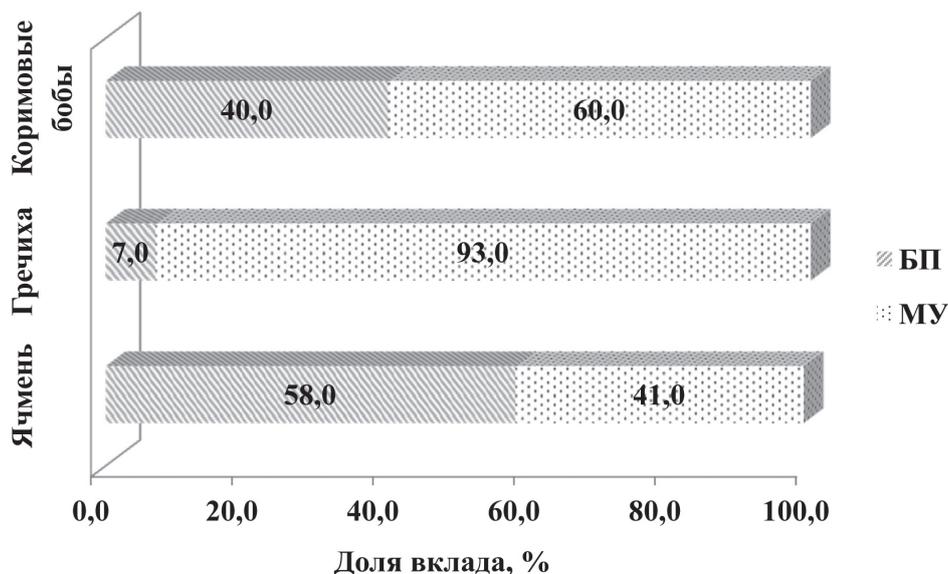


Рис. 1. Доля вклада факторов в варьирование урожайности культур звена зернового севооборота. МУ – минеральные (азотные) удобрения, БП – биопрепараты (Грибофит и Имуназот). То же на рис. 2.

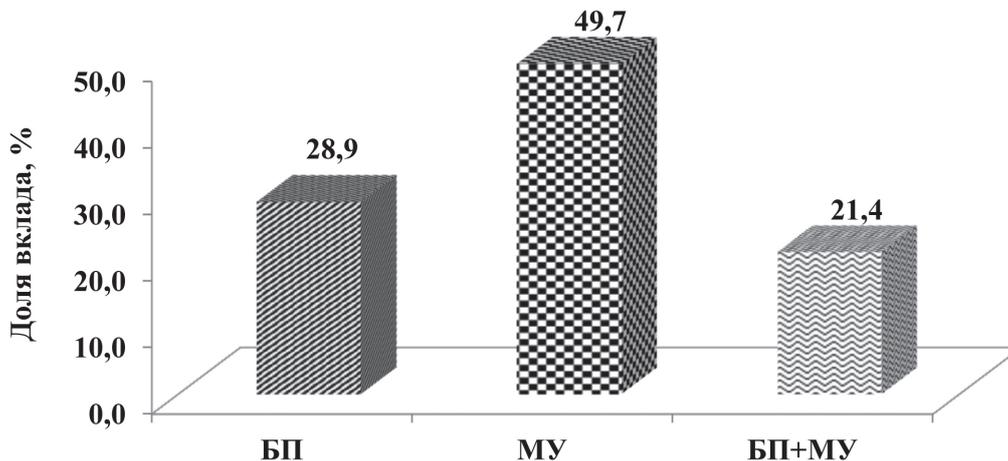


Рис. 2. Доля вклада факторов в варьирование продуктивности зернового севооборота.

ему внесения азотных удобрений с измельченной побочной продукцией.

По влиянию на продуктивность зернового севооборота исследуемые факторы можно расположить в следующем порядке: МУ (49,7%) > БП (Грибофит и Имуназот) (28,9%) > БП × МУ (21,4%).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядильщикова Е.Н., Коновалова С.С. Влияние минерального питания и биопрепаратов при возделывании ячменя и гороха на зерновые цели // *АгроЗооТехника*. 2018. № 1 (1). С. 1–10. doi:10.15838/alt/2018.1.1.3
2. Быковская А.Н., Сидоренко М.Л., Слепцова Н.А. и др. Применение агрономически ценных бактерий для повышения почвенного плодородия и урожайности ярового ячменя *Hordeum vulgare* L. // *Вестник ДВО РАН*. 2020. № 1(209). С. 75–82. doi:10.25808/08697698.2020.209.1.008.
3. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
4. Лазарев В.И., Золотарева И.А., Шершнева О.М. Способы применения микробиологических препаратов

Гуапсин и Трихофит на озимой пшенице // *Земледелие*. 2014. № 2. С. 23–24.

5. Пусенкова Л.И., Ильясова Е.Ю., Ласточкина О.В. Изменение видового состава микрофлоры ризосферы и филлосферы сахарной свеклы под влиянием биопрепаратов на основе эндофитных бактерий и их метаболитов // *Почвоведение*. 2016. № 10. С. 1205–1213.
6. Чуян Н.А., Брескина Г.М., Кузнецов А.В. Изменение биологической активности чернозема типичного от действия биопрепаратов и минеральных удобрений // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 1(379). С. 12–16. doi: 10.24412/2587-6740-2021-1-12-16.
7. Чуян Н.А., Брескина Г.М., Панкова Т.И. Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур // *Земледелие*. 2021. № 3. С. 27–30. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10306.
8. Arshad U., Sarfraz M., Sadig M. et al. Effects of pre-sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya // *Asian Journal of Plant Sciences*. 2012. № 1 (1). P. 22-23.
9. Byung-Chul Kim., Nam Kyonghile, Choi Yongju Effect of pretreatment solutions and anaerobis digestion of ligno-

- cellulosic biomass in rice straw // *Biochemical Engineering Journal* volume. 2018. № 1 (40). P. 108–114.
10. Bonanomi G., Antignani, V., Barile E. et al. Decomposition of *Medicago sativa* residues affects phytotoxicity, fungal growth and soil-borne pathogen dis-eases // *Journal of Plant Pathology*. 2011. № 93 (1). P. 57–69.
 11. Omar de Kok-Mercado. Microbial decomposition of corn residue in two Iowa Mollisols / Graduate Theses and Dissertations, 2015. 114 p. Электронный ресурс: <https://docviewer.yandex.ru> Дата обращения: 29.01.2021.
 12. Rosmana A., Sakraban I., Sjam R. Plant residue based-composts applied in combination with trichoderma as perelium improve cacao seedling growth in soil derived from nickel mine // *Jornal of Animaland Plant Science*. 2019. № 29 (1). P. 291–298.
 13. Rusakova I.V. Microbiological and ecophysiological parameters of sod podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. 2020. № 55(1). S. 153–162. doi:10.15389/agrobiology.2020.1.153 rus.
 14. Tenelli S., de Oliveira Bordonal R., Barbosa L.C., Carvalho J.L. Can reduced tillage sustain sugarcane yield and soil carbon if straw is removed? // *Bioenergy Research*. 2019. № 12 (4). P. 764–777.
 15. Tsvei, Ya.P., Prysiazhniuk O.I., Horash O.S. et al. Effect of crop rotation and fertilization of sugar beet on the formation of maximum bioethanolyield // *Plant Archives*. 2020. № 20. P. 268–274.
 5. Pusenkova L.I., Il'yasova E.Yu., Lastochkina O.V. Izmenenie vidovogo sostava mikroflory rizosfery i fillosfery sahamoj svekly pod vliyaniem biopreparatov na osnove endofitnyh bakterij i ih metabolitov // *Pochvovedenie*. 2016. № 10. S. 1205–1213.
 6. Chuyan N.A., Breskina G.M., Kuznecov A.V. Izmenenie biologicheskoy aktivnosti chernozema tipichnogo ot dejstviya biopreparatov i mineral'nyh udobrenij // *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*. 2021. № 1(379). S. 12–16. doi: 10.24412/2587-6740-2021-1-12-16.
 7. Chuyan N.A., Breskina. G.M., Pankova T.I. Dejstvie biopreparatov na rost i razvitie sel'skohozyajstvennyh kul'tur // *Zemledelie*. 2021. № 3. S. 27–30. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10306.
 8. Arshad U., Sarfraz M., Sadig M. et al. Effects of pre-sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya // *Asian Journal of Plant Sciences*. 2012. № 1 (1). P. 22–23.
 9. Byung-Chul Kim., Nam Kyonghile, Choi Yongju Effect of pretreatment solutions and anaerobis digestion of ligno-cellulosic biomass in rice straw // *Biochemical Engineering Journal* volume. 2018. № 1 (40). P. 108–114.
 10. Bonanomi G., Antignani, V., Barile E. et al. Decomposition of *Medicago sativa* residues affects phytotoxicity, fungal growth and soil-borne pathogen dis-eases // *Journal of Plant Pathology*. 2011. № 93 (1). P. 57–69.
 11. Omar de Kok-Mercado. Microbial decomposition of corn residue in two Iowa Mollisols / Graduate Theses and Dissertations, 2015. 114 p. Elektronnyj resurs: <https://docviewer.yandex.ru> Data obrashcheniya: 29.01.2021.
 12. Rosmana A., Sakraban I., Sjam R. Plant residue based-composts applied in combination with trichoderma as perelium improve cacao seedling growth in soil derived from nickel mine // *Jornal of Animaland Plant Science*. 2019. № 29 (1). P. 291–298.
 13. Rusakova I.V. Microbiological and ecophysiological parameters of sod podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. 2020. № 55(1). S. 153–162. doi:10.15389/agrobiology.2020.1.153 rus.
 14. Tenelli S., de Oliveira Bordonal R., Barbosa L.C., Carvalho J.L. Can reduced tillage sustain sugarcane yield and soil carbon if straw is removed? // *Bioenergy Research*. 2019. № 12 (4). P. 764–777.
 15. Tsvei, Ya.P., Prysiazhniuk O.I., Horash O.S. et al. Effect of crop rotation and fertilization of sugar beet on the formation of maximum bioethanolyield // *Plant Archives*. 2020. № 20. P. 268–274.

REFERENCES

1. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu., Pryadil'shchikova E.N., Konovalova S.S. Vliyanie mineral'nogo pitaniya i biopreparatov pri vozdeleyvanii yachmenya i goroha na zernovye celi // *AgroZooTehnika*. 2018. № 1 (1). S. 1–10. doi:10.15838/alt/2018.1.1.3
2. Bykovskaya A.N., Sidorenko M.L., Slepцова N.A. i dr. Primenenie agronomicheskikh bakterij dlya povysheniya pochvennogo plodorodiya i urozhajnosti yarovogo yachmenya *Hordeum vulgare* L. // *Vestnik DVO RAN*. 2020. № 1(209). S. 75–82. doi:10.25808/08697698.2020.209.1.008.
3. Dospekhov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov A.M. *Praktikum po zemledeliyu*. M.: Agropromizdat, 1987. 383 s.
4. Lazarev V.I., Zolotareva I.A., Shershneva O.M. Sposoby primeneniya mikrobiologicheskikh preparatov Guapsin i Trihofit na ozimoy pshenice // *Zemledelie*. 2014. № 2. S. 23–24.

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАДА СПК «ИМЕНИ УРИЦКОГО»
ПО МАРКЕРНЫМ ГЕНАМ ГРУПП КРОВИ***

Валентина Ивановна Дмитриева, кандидат сельскохозяйственных наук
Диана Вячеславовна Леутина, старший научный сотрудник
Алла Сергеевна Герасимова, научный сотрудник
Елена Александровна Прищеп, старший научный сотрудник
 ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия
 E-mail: leutina.diana@yandex.ru

Аннотация. По результатам исследования установлено, что в стаде СПК «имени Урицкого» с наибольшей частотой (0,216–0,282) встречается аллель $G_2Y_2E_1Q$. Отмечено, что частота встречаемости аллелей EAB-локуса групп крови: $b, B_2O_1Y_2, E_3G'G'', G_2Y_2D', I_1Y_2E_3G'G'', I_1O_2A_2K'Q', O_1I'Q', O_2A_2J_2K'Q', Q', Y_1A_1$ в разные годы у животных – 0,018–0,095, суммарная в 2016 году – 0,517, 2020 – 0,485. У первотелок и ремонтных телок одиннадцать вышеуказанных аллелей встречались с частотой 0,468 и 0,408 соответственно. Эти наиболее распространенные у животных разных производственных групп EAB-аллели характеризуют генетическую устойчивость стада. Выявлено, что пожизненная продуктивность и продолжительность использования зависят от унаследованных аллелей EAB – локуса групп крови. У коров с EAB-аллелями $B_1G_2KO', I_1O_2A_2K'Q', O_2A_2J_2K'Q', O_1Y_2E_3G'G'', I_1Y_2E_3G'G'', I_1Y_2I', O_1I'Q', Q'$ пожизненная продуктивность достоверно выше средней по стаду. Коровы с аллелями EAB локуса групп крови $B_2O_1, B_1I_1T_1A_1, G_3O_1T_1A_2E_3F_2K'G''_2, O', B_2O_1Y_2, B_2Y_2E_3G'G'', G_2Y_1D$ имеют удой за период использования достоверно ниже среднего показателя по группе. Более чем у 40% коров стада с EAB-аллелями $B_1G_2KO', I_1O_2A_2K'Q', O_p, O_1Y_2E_3G'G'', O_2A_2J_2K'Q', Q'$ пожизненная продуктивность составила 30 т и выше. Аллели EAB-локуса групп крови $I_1Y_2E_3G'G'', I_1Y_2I', I_1O_2A_2K'Q', A_1B'$ встречаются только у коров, закончивших шесть и более лактаций.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, сычевская порода, группы крови, генетический маркер, пожизненная молочная продуктивность

**GENETIC CHARACTERISTICS OF THE URITSKIY SPK HERD
FOR MARKER GENES OF BLOOD GROUPS**

V.I. Dmitrieva, PhD in Agricultural Sciences
D.V. Leutina, Senior Researcher
A.S. Gerasimova, Researcher
E.A. Prishchep, Senior Researcher
 FSBSI «Federal Research Center for Bast Fiber Crops», Tver, Russia
 E-mail: leutina.diana@yandex.ru

Abstract. According to the results of the study, it was found that in the herd of the Agricultural Production Cooperative named Uritsky allele $G_2Y_2E_1Q$ occurs with the highest frequency (0.216 – 0.282). It was noted that the frequency of occurrence of alleles of the EAB locus of blood groups: $b, B_2O_1Y_2, E_3G'G'', G_2Y_2D', I_1Y_2E_3G'G'', I_1O_2A_2K'Q', O_1I'Q', O_2A_2J_2K'Q', Q', Y_1A_1$ equals in different years in animals 0.018 – 0.095. The total frequency of occurrence in the herd of the above alleles in 2016 was 0.517, in 2020 0.485. In first-born heifers and repair heifers, these eleven alleles occurred with a frequency of 0.468, 0.408, respectively. These most common EAB alleles in animals of different production groups are like a genetic passport of the herd, characterizing its genetic stability. It was revealed that lifetime productivity and duration of use depend on inherited of the alleles EAB- locus of blood groups. In the cows with EAB alleles $B_1G_2KO', I_1O_2A_2K'Q', O_2A_2J_2K'Q', O_1Y_2E_3G'G'', I_1Y_2E_3G'G'', I_1Y_2I', O_1I'Q', Q'$, lifetime productivity is reliably higher than the average for the herd. The Cows with alleles of the EAB locus of blood groups $B_2O_1, B_1I_1T_1A_1, G_3O_1T_1A_2E_3F_2K'G''_2, O', B_2O_1Y_2, B_2Y_2E_3G'G'', G_2Y_1D$ have milk yield during the period of use reliably lower than the average for the group. The Lifetime Productivity of thirty tons and above was noted in more than 40% of cows of the herd with the EAB alleles $B_1G_2KO', I_1O_2A_2K'Q', O_p, O_1Y_2E_3G'G'', O_2A_2J_2K'Q', Q'$. The EAB alleles of the locus of blood groups $I_1Y_2E_3G'G'', I_1Y_2I', I_1O_2A_2K'Q', A_1B'$ it found only in cows that have completed six or more lactation.

Keywords: cattle, sychevsky breed, blood types, genetic marker, lifetime milk productivity

Сычевская порода крупного рогатого скота численностью 3130 гол. относится к локальным и может служить источником изменчивости при создании новых ценных генотипов. [11, 13] В Смоленской области для совершенствования этой породы генетические системы групп крови, характеризующие наследственные особенности животных, применяют с 1972 года.

В практической племенной работе их используют для проведения генетической экспертизы происхождения животных в качестве генов-маркеров их генотипов, мониторинга селекционных стад в племенных хозяйствах, при анализе молочной продуктивности коров с учетом расщепления и наследования отцовских аллелей. Применять их в селекции возможно благодаря

* Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (тема № FGSS-2019-0012) / The work was carried out under supporting of Ministry of Education of the Russian Federation within the framework of Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center of Fiber Cultures» (topic № FGSS-2019-0012).

относительно простым методам выявления, постоянству в течение жизни, кодоминантному характеру наследования, большому разнообразию. Наибольший интерес в анализе групп крови представляют аллели EAB-локуса, которые мы использовали для генетической характеристики стада. Контролирующий EAB-систему локус уникален по численности аллелей. Широкий полиморфизм в нем предположительно поддерживается естественным и искусственным отбором из-за преимущества гетерозигот. Прогнозирование продуктивных качеств скота с помощью молекулярных методов и генетических маркеров групп крови – важное достижение современной генетики. [1, 7] Селекция по совершенствованию продуктивных качеств коров и методы разведения приводят к изменению генофонда стада. [5, 9, 10]

Цель работы – по частоте встречаемости EAB-аллелей у изучаемых половозрастных животных

определить генетическую структуру стада и выявить различия в их генофонде, сравнив с аллелофондом стада в 2016 году; оценить молочную продуктивность дочерей с альтернативными EAB-аллелями групп крови отцов; найти сочетание EAB-аллелей групп крови с продуктивными признаками животных за период использования при их наследовании; выделить в стаде группы коров с разным сроком производственного применения (1...9 лактаций и более), определить в этих группах распространенные EAB-аллели групп крови и частоту их встречаемости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в племенном репродукторе по разведению скота *сычевской* породы СПК «имени Урицкого» Смоленской области на всем поголовье с установленными генотипами. Групп-

Таблица 1.

Мониторинг аллелей EAB-локуса групп крови крупного рогатого скота

EAB-аллель	Стадо 2016 года, n=714	Стадо 2020 года, n=799	Перволетки, введенные в стадо (2017–2020 годы), n=539	Ремонтные телки 2018 года рождения, n=216	Быки, (2013–2017 годы), n=15	Всего по породе (2018 год), n=4391
b	0,027	0,056	0,098	0,021	0,067	0,046
A ₁ B'	0,010	0,024	0,006	0,104	0,033	0,012
B ₁ I ₁ Q	0,001	0,0	0,018	0,060	0,033	0,026
B ₁ G ₂ KO'	0,013	0,017	0,004	0,0		0,008
B ₁ G ₂ O ₁	0,002	0,003	0,001	0,005		0,010
B ₂ O ₁ *	0,012	0,009	0,006	0,007		0,027
B ₂ O ₁ Y ₂ *	0,046	0,043	0,021	0,012		0,037
B ₂ O ₁ Y ₂ D**	0,022	0,001	0,049	0,021	0,033	0,020
D'E' ₃ F' ₂ G'O*	0,003	0,001	0,006	0,002		0,007
E' ₃ G'	0,035	0,002	0,022	0,012		0,028
E' ₃ G'G''	0,028	0,026	0,019	0,019	0,033	0,043
G ₂ O ₁	0,004	0,003	0,006	0,0		0,011
G ₃ O ₁ T ₁ A' ₂ E' ₃ F' ₂ K'G''	0,006	0,011	0,038	0,012	0,0	0,033
G ₂ T ₂ Y ₂ A' ₁ B'D'G'Q'Y'B''	0,004	0,0	0,025	0,002	0,033	0,017
G ₂ Y ₁ D**	0,024	0,022	0,019	0,053	0,033	0,024
G ₂ Y ₂ E' ₁ Q'	0,216	0,282	0,258	0,134	0,167	0,162
G ₁ A' ₁	0,003	0,001	0,001	0,002		0,008
I ₁ Y ₂ E' ₃ G'G''	0,036	0,042	0,020	0,021		0,019
I ₁ Y ₂ I'	0,018	0,035	0,012	0,035	0,033	0,039
I ₁ O ₂ A' ₂ K'Q'	0,025	0,025	0,019	0,019	0,033	0,011
O ₁	0,004	0,005	0,002	0,0		0,012
O ₁ I'Q'	0,083	0,091	0,132	0,044	0,100	0,064
O ₂ A' ₂ J' ₂ K'O*	0,090	0,048	0,044	0,025	0,033	0,053
O'	0,009	0,0	0,005	0,0		0,018
O ₁ Q'	0,010	0,010	0,0	0,002		0,007
O ₁ Y ₂ E' ₃ G'G''	0,012	0,018	0,007	0,007		0,018
Q'	0,063	0,064	0,049	0,039	0,033	0,75
Y ₁ A' ₁ *	0,095	0,068	0,047	0,155	0,067	0,083
Остальные аллели	31	9	14	11	6	25
Суммарная частота	0,099	0,033	0,066	0,187	0,269	0,082
Всего аллелей	59	36	41	35	20	53
Коэффициент гомозиготности	8,5	11,1	10,8	7,5	5,7	5,9
Эффективные аллели	12	9	9	13	17	17

Примечание. * – аллели EAB-локуса *голитинской* породы красно-пестрой масти.

пы крови определяли с помощью 50...60 реагентов собственного производства, унифицированных в международных испытаниях. В работе использовали общепринятые методики. [15] Цифровой материал обрабатывали методом популяционного анализа и биометрии в программе Microsoft Excel 2007. [12]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для каждого стада характерен свой аллелофонд, который изменяется в процессе его совершенствования.

По данным иммуногенетического мониторинга аллелей ЕАВ-локуса групп крови животных установлены различия по ним. На изменение генофонда стада оказали влияние быки голштинской породы красно-пестрой масти, которых применяли для улучшения продуктивных и технологических качеств крупного рогатого скота сычевской породы. Генетическое разнообразие животных было наибольшим в 2016 году (59 ЕАВ-аллелей, гомозиготность – 8,5%) по сравнению с 2020 (36 и 11,1% соответственно). За четыре года в стаде на 2% и более снизилась частота встречаемости ЕАВ-аллелей $B_2O_1Y_2D'$, $O_2A_2J_2K'O'$, $Y_1A'_1$, внесенных быками голштинской породы и E_3G'' , маркирующего скот сычевской породы. В то же время численность характерных для породы аллелей A_1V' , I_1Y_2I' повысилась.

С наибольшей частотой (0,216...0,282) у коров встречается аллель $G_2Y_2E_1Q'$, с достаточно высокой (0,018...0,095) – аллели ЕАВ-локуса групп крови: b (контролирует безантигенную группу крови), $B_2O_1Y_2$, E_3G/G'' , G_2Y_2D' , $I_1Y_2E_3G/G''$, $I_1O_2A_2K/Q'$, O_1I/Q' , $O_2A_2J_2K'O'$, Q' , $Y_1A'_1$. Суммарно их частота – 0,733 (2016 год) и 0,767 (2020). Эти одиннадцать наиболее распространенных в стаде ЕАВ-аллелей характеризуют его генетическую устойчивость (табл.1).

Анализ генофонда групп крови первотелок, введенных в стадо за 2017–2020 годы, показал, что в популяции 41 ЕАВ-аллель, гомозиготность – 10,8%. В этой группе животных 12 основных ЕАВ-аллелей (частота 2% и более) встречаются суммарно у 80,3% коров.

У первотелок, по сравнению с коровами стада 2016 года, на 7,1...4,9% увеличилась численность ЕАВ-аллелей b , O_1I/Q' , на 2,7% чаще встречается $B_2O_1Y_2D'$. Частота встречаемости аллелей сычевской породы $G_3O_1T_1A'_2E_3F_2K/G''_2$ и $G_2T_2Y_2A'_1B/D'/G'Q'Y/V''$ составляет соответственно 0,038 и 0,025. В 2016 году их частота была не выше 0,004...0,006. На 4,6...4,8% у них реже встречаются ЕАВ-аллели голштинских быков красно-пестрой масти – $O_2A_2J_2K'O'$, $Y_1A'_1$.

Телки, рожденные в 2018 году, имеют 35 аллелей ЕАВ-локуса, что свидетельствует о сужении полиморфизма в этой группе, но без увеличения гомозиготности (7,5%). Закрепленные за стадом быки-производители сычевской породы способствовали накоплению в генофонде ремонтных телок ЕАВ-аллелей сычевской породы A_1V' (+9,4%), B_1I_1Q (+5,9%), I_1Y_2I' (+1,7%). У телок частота встречаемости ЕАВ-аллеля $Y_1A'_1$ выше на 6%.

В 2013–2017 годах в стаде было 15 быков-производителей, имеющих всего 20 аллелей ЕАВ-локуса групп крови. Но в группе ремонтного поголовья, рожденного в 2014–2018 годах встречается уже 35...41 ЕАВ-алле-

Таблица 2. Молочная продуктивность дочерей с альтернативными аллелями ЕАВ-локуса групп крови отцов (I лактация) (M±m)

Кличка и номер отца	Аллель дочери	n	Удой, кг	Массовая доля, %	
				жира	белка
Экспресс 6734	$G_2Y_2E_1Q'$	85	3615±81	3,81±0,02	3,28±0,02
	$O_2A_2J_2K'O'$	66	3657±75	3,83±0,02	3,31±0,02
	Разница		42	0,02	0,03
Ханке 6749	$B_2O_1Y_2$	55	3726±90	3,95±0,02	3,21±0,02
	$Y_1A'_1$	53	3714±103	3,92±0,02	3,22±0,02
	Разница		12	0,03	0,01
Лучший 6694	$G_2Y_2E_1Q'$	49	3909±112	3,85±0,03	3,24±0,03
	$I_1O_2A_2K/Q'$	36	3709±154	3,84±0,03	3,25±0,04
	Разница		200	0,01	0,01
Зазор 6788	$G_2Y_2E_1Q'$	52	3126±82	4,11±0,04	3,27±0,03
	Q'	48	3257±104	4,05±0,03	3,37±0,03
	Разница		131	0,06	0,1*
Финник 6797	$Y_1A'_1$	25	3613±148	3,85±0,03	3,26±0,03
	O_1I/Q'	30	3364±118	3,91±0,03	3,27±0,02
	Разница		249	0,06(td=1,5)	0,01
Рикобар 6217	$G_2Y_2E_1Q'$	32	3637±105	3,93±0,03	3,23±0,02
	E_3G''	20	3843±129	3,97±0,04	3,23±0,04
	Разница		206	0,04	0,0
Пан 6778	$G_2Y_2E_1Q'$	27	3424±148	3,76±0,05	3,25±0,02
	b	19	3152±176	3,78±0,05	3,29±0,03
	Разница		272	0,02	0,04
Норд 6803	O'	17	3310±237	3,88±0,03	3,26±0,03
	B_2O_1	23	3518±179	3,90±0,03	3,23±0,04
	Разница		208	0,02	0,03
Негус 6696	$O_2A_2J_2K'O'$	20	3974±274	3,93±0,03	3,12±0,03
	$B_2G_1I_1O_1T_1A'_1P/B''$	16	4150±334	3,86±0,05	3,16±0,07
	Разница		176	0,07(td=1,2)	0,04
Михел 6726	$O_2A_2J_2K'O'$	29	3543±140	3,94±0,03	3,17±0,04
	$B_2O_1Y_2D'$	24	3676±234	3,86±0,03	3,14±0,04
	Разница		133	0,08(td=1,9)	0,03
Мардер 6721	G_2Y_2D'	27	3545±116	3,93±0,02	3,22±0,02
	$B_2Y_2E_3G/G''$	23	3489±140	3,90±0,02	3,27±0,02
	Разница		56	0,03	0,05(td=1,7)
Нейрон 6798	A'_1B_1	11	3232±273	4,03±0,03	3,21±0,07
	$G_1A'_1$	6	3017±370	4,04±0,08	3,18±0,08
	Разница		215	0,01	0,03
Апполон 1218	$I_1Y_2E_3G/G''$	14	3313±156	3,86±0,03	3,36±0,03
	O_1I/Q'	20	3355±125	3,97±0,04	3,33±0,04
	Разница		42	0,11*	0,03
Акрил 6804	E_3G/G''	18	3120±208	3,96±0,04	3,27±0,03
	$B'_1T_1A'_1$	23	3414±106	3,88±0,02	3,26±0,02
	Разница		294	0,08*	0,01

Примечание. Разница достоверна при *p≤0,05.

лей, что свидетельствует о том, что на формирование генофонда стада существенно влияет селекция.

В стаде реже, чем по сычевской породе, встречаются ЕАВ-аллели B_1I_1Q , $G_3O_1T_1A'_2E_3F_2K'/G''$, E_3G/G'' , O' , чаще – $I_1Y_2E_3G/G''$, $I_1O_2A_2K/Q'$, O_1I/Q' . Разница – не более 2,7%. Частота аллеля $G_2Y_2E_1Q'$ в стаде на 5,7...12% выше, чем по породе.

Оценку племенной ценности быков-производителей провели по качеству потомства с учетом расщепления наследственных факторов в ЕАВ-системе групп крови. Альтернативные гены отцов оказывают неравнозначное влияние на селекционируемые признаки потомства. Дочери с расщепляющимися наследственными факторами отцов различаются по показателям молочной продуктивности. [8]

Между полусестрами при наследовании альтернативных ЕАВ-аллелей групп крови разница по удою колеблется от 12 до 294 кг молока, но достоверных различий не отмечено (табл. 2).

Различия по массовой доле в молоке жира – 0,01...0,11%, белка – 0,01...0,1%. У дочерей быка Апполон 1218 с аллелем $O_1I^1Q^1$ массовая доля жира в молоке достоверно выше, чем у дочерей с аллелем $I_1Y_2E_3G^1G^{1/}$ ($p \leq 0,05$). Достоверная разница по содержанию в молоке жира отмечена у дочерей быка Акрил 6804, унаследовавших от отца ЕАВ-аллель $E_3^1G^1G^{1/}$ ($p \leq 0,05$).

Продуктивность коров стада значительно различается, что обусловлено наследованием ими разных аллелей ЕАВ-локуса групп крови. [2-4, 6, 14]

В стаде отмечены различия в продолжительности хозяйственного использования коров и их пожизненной продуктивности в зависимости от

индивидуальных наследственных особенностей. Пожизненная продуктивность коров с разными аллелями – от 900 до 17863 кг молока (табл. 3).

Носители ЕАВ-аллелей $B_1G_2KO^1$, $I_1O_2A_2^1K^1Q^1$ имели пожизненную продуктивность 25409 и 24717 кг молока соответственно. Это выше среднего значения по группе на 9050 и 8358 кг, порог достоверности – $p \leq 0,001$.

Прибавка пожизненного удоя в килограммах у коров с ЕАВ-аллелями: Q^1 (+4437), $I_1Y_2I^1$ (+5294), $O_2A_2^1J_2^1K^1O^1$ (+8150), $I_1Y_2E_3^1G^1G^{1/}$ (+3556), $O_1Y_2E_3^1G^1G^{1/}$ (+5733), O_1Q^1 (+5084), b (+2813). Отмеченные различия достоверны при уровнях значимости ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$).

У коров с ЕАВ-аллелем $P_1E_1^1I^1G^{1/}$ удой за период использования (4,6...6,5 лактации) – 21026 кг. Это выше на 4667 кг молока, чем средней удой по группе и разница близка к достоверной ($td = 1,7$), но только у коров с ЕАВ-аллелем $B_1G_2KO^1$ – 6,5 лактаций, что на 1,9 выше среднего количества по стаду ($p \leq 0,05$).

В то же время пожизненный удой коров с ЕАВ-аллелями B_2O_1 , $B_1I_1T_1A_1^1$, $G_3O_1T_1A_2^1E_3^1F_2^1K^1G^{1/2}$, O^1 менее 10 т молока (2,4...3,1 лактации).

Продуктивность коров, унаследовавших ЕАВ-аллели $B_2O_1Y_2$, $B_2Y_2E_3^1G^1G^{1/}$, G_2Y_1D , равная за период производственного использования 11819...

Таблица 3.

Пожизненная продуктивность и продолжительность использования коров в зависимости от наследования аллелей ЕАВ-локуса групп крови (n=1614)

Аллель ЕАВ-локуса	Частота аллеля	Пожизненная продуктивность			Продолжительность использования (лактации)
		удой, кг	жир, %	белок, %	
B	0,056	19172±1301*	3,93±0,02	3,27±0,01	4,9±0,3
A ¹ B ¹	0,024	17856±1934	3,96±0,03	3,23±0,02	4,6±0,4
B ₁ G ₂ KO ¹	0,017	25409±1749***	3,92±0,04	3,24±0,02	6,5±0,3*
B ₂ O ₁	0,009	9034±1568***	3,95±0,03	3,28±0,02	2,7±0,3*
B ₂ O ₁ Y ₂	0,043	11856±1794*	4,01±0,02	3,28±0,01	3,3±0,2
B ₂ Y ₂ E ₃ ¹ G ¹ G ^{1/}	0,015	11819±1924*	3,88±0,01	3,25±0,01	3,4±0,2
B ₁ I ₁ T ₁ A ₁ ¹	0,014	7546±1144***	3,88±0,04	3,28±0,03	2,4±0,6*
G ₂ Y ₁ D	0,022	11951±1200***	3,96±0,02	3,26±0,02	3,3±0,3
G ₂ Y ₂ E ₁ ¹ Q ¹	0,282	17533±514	3,95±0,01	3,26±0,01	4,4±0,1
G ₃ O ₁ T ₁ A ₁ ¹ E ₁ ¹ F ₂ ¹ K ¹ G ^{1/2}	0,011	9722±1647**	3,86±0,04	3,30±0,02	2,7±0,3
I ₁ O ₂ A ₂ ¹ K ¹ Q ¹	0,025	24717±2068***	3,91±0,02	3,27±0,02	6,0±0,5
I ₁ Y ₂ E ₃ ¹ G ¹ G ^{1/}	0,042	19915±1495*	3,91±0,02	3,28±0,01	5,4±0,3
I ₁ Y ₂ I ¹	0,035	21653±1535***	3,96±0,02	3,28±0,02	5,7±0,5(td=1,4)
Y ₁ A ₁ ¹	0,068	14984±868	3,98±0,02	3,29±0,01	3,9±0,2
E ₃ ¹ G ¹ G ^{1/}	0,026	16344±1547	3,94±0,02	3,25±0,02	4,5±0,4
O ₁	0,005	24509±3732*	3,92±0,07	3,30±0,04	6,6±1,0
O ₁ Q ¹	0,010	21443±2281*	3,93±0,05	3,26±0,02	5,5±0,4
O ₁ I ¹ Q	0,091	16632±908	3,90±0,01	3,28±0,02	4,6±0,2
O ₁ Y ₂ E ₃ ¹ G ¹ G ^{1/}	0,018	22091±2499*	3,91±0,03	3,22±0,02	5,7±0,5
O ₂ A ₂ ¹ J ₂ ¹ K ¹ O ¹	0,048	20584±1373**	3,91±0,01	3,26±0,01	4,6±0,2
P ₁ Y ₂ A ₁ ¹ E ₃ ¹ Y ¹	0,016	17869±2011	3,92±0,03	3,26±0,03	4,7±0,5
P ₁ E ₁ ¹ I ¹ G ^{1/}	0,011	21026±2780(td=1,7)	3,92±0,02	3,31±0,04	6,1±0,7
Q ¹	0,064	20796±1266***	3,97±0,02	3,28±0,01	5,3±0,3
O ¹	0,015	9415±871***	3,97±0,02	3,29±0,02	3,1±0,2
Другие аллели	0,027	13701±853	3,94±0,02	3,28±0,01	4,1±0,4
По выбывшему поголовью		16359±342	3,94±0,05	3,26±0,03	4,2±0,8

Примечание. Разница достоверна при уровнях значимости: *p≤0,05, **p≤0,01, ***p≤0,001.

Таблица 4.

Пожизненная продуктивность и продолжительность использования коров с разными аллелями EAB-локуса групп крови при удое 25 т молока и более (n=210)

Алель EAB-локуса	Число коров в стаде	Коровы с удоём 25 т и выше (n/%)	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Продолжительность использования (лактации)
I ₁ Y ₂ E ₃ G/G''	70	17/24	37823±1690	3,93±0,07	3,21±0,05	8,4±0,4
P ₁ E ₁ I/G''	17	5/29	35570±1837	3,85±0,06	3,23±0,03	9,2±1,2
B ₂ O ₁ Y ₂	70	8/11	35366±2946	3,88±0,04	3,25±0,01	8,4±0,7
O ₁	9	4/44	34986±1381	4,02±0,08	3,31±0,04	9,2±0,3
Q'	103	42/41	34591±802	3,98±0,04	3,27±0,03	8,6±0,3
O ₁ I'Q	146	29/20	34138±1220	3,87±0,04	3,27±0,03	8,6±0,4
B	90	20/22	33967±1532	3,90±0,02	3,36±0,03	8,1±0,3
Y ₁ A' ₁	113	16/14	33564±1933	3,92±0,03	3,30±0,03	8,2±0,6
E' ₃ G'G''	43	7/16	33543±1017	3,91±0,02	3,27±0,04	8,4±0,3
G ₂ Y ₂ E' ₁ Q'	459	107/23	33250±631	3,93±0,02	3,27±0,01	7,3±0,2
B ₁ G ₂ KO'	27	12/44	32862±1881	3,93±0,09	3,24±0,04	8,0±0,3
G ₂ Y ₁ D	36	2/5	32826	3,89	3,26	9,5
I ₁ Y ₂ I'	58	20/34	32691±1421	3,96±0,06	3,24±0,03	8,2±0,4
I ₁ O ₂ A' ₂ K'Q'	41	28/68	32556±1329	3,92±0,02	3,25±0,03	7,7±0,3
O ₁ Q'	16	5/31	32469±2661	3,92±0,02	3,32±0,01	6,8±0,9
O ₂ A' ₂ J ₂ K'O'	77	35/45	31891±1102	3,87±0,01	3,24±0,01	8,5±0,2
O ₁ Y ₂ E' ₃ G'G''	29	13/45	31511±1908	3,88±0,04	3,27±0,01	7,8±0,5
A' ₁ B'	39	11/28	31237±1592	3,98±0,07	3,27±0,04	7,4±0,4
P ₁ Y ₂ A' ₁ E' ₃ Y'	26	7/27	31062±1481	3,93±0,03	3,25±0,03	7,7±0,4
B ₂ Y ₂ E' ₃ G'G''	25	2/8	28936	3,70	3,20	8,5
B ₂ O ₁	14	1/7	27701	3,83	3,35	8,0
G ₃ O ₁ T ₁ A' ₂ E' ₃ F' ₂ K'G''	18	-	-	-	-	-
O'	25	-	-	-	-	-
Другие аллели	40	26/65	32679±868	3,92±0,04	3,27±0,02	7,9±0,3
По выбывшим коровам (гол)	1614	209/13	33421±442	3,92±0,01	3,26±0,01	7,8±0,1

11951 кг, достоверно ниже средней по группе при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$.

Среди животных стада наиболее распространены EAB-аллели G₂Y₂E'₁Q' и O₁I'Q'. Частота их встречаемости составляет 0,282 и 0,091 соответственно. Коровы с этими аллелями не отличаются высокой пожизненной продуктивностью, она на уровне средней по выборке. У коров с EAB-аллелем G₂Y₂E'₁Q' удой составляет 17533 кг молока при массовой доле жира и белка 3,95 и 3,26% соответственно, с O₁I'Q' – 16632 кг молока, содержание в нем жира и белка 3,90 и 3,28% соответственно.

Удой за период использования у коров с EAB-аллелем Y₁A'₁ на 1375 кг ниже среднего по стаду при недостоверной разнице (td = 1,5). По содержанию в молоке массовой доли жира и белка достоверных различий между коровами с разными EAB-аллелями не отмечено.

Для селекции наибольший интерес представляют животные, у которых не менее пяти лактаций и пожизненная продуктивность на уровне 25 т и более. Такие показатели отмечены более чем у 40% (41...68%) коров с EAB-аллелями B₁G₂KO', I₁O₂A'₂K'Q', O₁, O₁Y₂E'₃G'G'', O₂A'₂J₂K'O', Q' (табл. 4). Их средняя продуктивность за период использования – 32862 кг, 32556, 34986, 31511, 31891, 34591 кг соответственно (7,8...9,2 лактации). У коров с рекордными для стада пожизненными удоями (42535...53381 кг) полиморфизм EAB аллелей

ограничен, их всего 10, наибольшая частота (0,167 и 0,30) у I₁Y₂E'₃G'G'' и G₂Y₂E'₁Q'.

Среди коров с I₁Y₂E'₃G'G'' у 17 (24%) лучший показатель пожизненной продуктивности – 37823 кг молока – (8,4 лактации). Три коровы имели рекордные для стада пожизненные удои: Лыдинка 746 – 47374 кг, Моторка 1828 – 47166, Чуня 81200 – 46271 кг (по 11 лактаций).

Пожизненная продуктивность свыше 25 т отмечена у 23% животных с G₂Y₂E'₁Q'. В среднем за 7,3 лактации от них получено по 33250 кг молока. Выше 49 т молока – у Стрелки 428 (11 лактаций, 49380 кг), Мартышки 765 (8, 51969), Жасмин 72000 (11, 52926), Любавы 387 (10 лактаций, 53381 кг).

У 7,1% животных с аллелем B₂O₁ пожизненные удои – свыше 25 т. Немного коров с удоём более 25 т, имеющих аллели G₂Y₁D, B₂Y₂E'₃G'G'' (5 и 8% соответственно). От животных с аллелями G₃O₁T₁A'₂E'₃F'₂K'G'', O', B₁I₁T₁A'₁ пожизненный удой составил менее 10 т.

По анализу EAB-аллелей у коров, выбывших из стада от первой до десятой лактации, установили некоторую закономерность в частоте встречаемости у них аллелей данного локуса групп крови. Учитывали аллели, частота которых – 5% и более.

С наибольшей частотой встречаются аллели EAB-локуса групп крови G₂Y₂E'₁Q' (21,7%), O₁I'Q' (7,7), O₂A'₂J₂K'O' (8,3), Q' (8,7%). У коров, выбывших после первой-шестой лактаций, частота

Таблица 5.

Наиболее распространенные EAB-аллели у коров с разными периодами использования (n=1024)

Законченные лактации	Выделено EAB-аллелей	Аллели EAB-локуса групп крови	Суммарная частота
Первая, n=128	34	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,248), Y ₂ A ₂ ' (0,079), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,079), O ₁ I'Q' (0,083), b (0,063), Q' (0,055)	0,607
Вторая, n=155	36	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,253), Y ₂ A ₂ ' (0,075), O ₁ I'Q' (0,097), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,050), Q' (0,051)	0,526
Третья, n=167	29	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,202), Y ₂ A ₂ ' (0,090), O ₁ I'Q' (0,066), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,081), Q' (0,075), B ₂ O ₁ Y ₂ (0,066)	0,580
Четвертая, n=141	37	Y ₂ A ₂ ' (0,071), G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,202), Q' (0,078), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,103), O ₁ I'Q' (0,066), O ₁ A ₁ ' (0,050)	0,570
Пятая, n=144	36	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,246), Y ₂ A ₂ ' (0,063), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,074), O ₁ I'Q' (0,074), Q' (0,109)	0,566
Шестая, n=127	38	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,157), Q' (0,093), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,148), O ₁ I'Q' (0,051), I ₁ Y ₂ E ₃ G'G'' (0,051), I ₁ Y ₂ I' (0,056), A ₁ B' (0,051)	0,607
Седьмая, n=69	23	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,246), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,109), Q' (0,123), O ₁ I'Q' (0,080), b (0,072), I ₁ O ₂ A ₂ K'Q' (0,058)	0,688
Восьмая, n=96	23	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,238), I ₁ O ₂ A ₂ K'Q' (0,063), I ₁ Y ₂ E ₃ G'G'' (0,079), Q' (0,136), O ₁ I'Q' (0,063), I ₁ Y ₂ I' (0,071)	0,650
Девятая, n=46	28	I ₁ Y ₂ E ₃ G'G'' (0,091), Q' (0,182), O ₁ I'Q' (0,136), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,091), A ₁ B' (0,068), I ₁ Y ₂ I' (0,091)	0,659
Десятая и более, n=37	21	G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,175), Q' (0,175), I ₁ Y ₂ E ₃ G'G'' (0,158), O ₁ I'Q' (0,150), b (0,075)	0,733
По поголовью, n=1024	48	b (0,041), G ₂ Y ₂ E ₂ Q' (0,217), Y ₂ A ₂ ' (0,063), O ₂ A ₂ J ₂ K'O' (0,083), O ₁ I'Q' (0,077), Q' (0,087)	0,568

Q' – 4,9...10,9%, у закончивших девять и десять – 18,2...17,5% соответственно. Встречаемость аллеля EAB-локуса групп крови O₁I'Q' у коров, закончивших девять и десять лактаций, составляет соответственно 0,136 и 0,150, а у выбывших после первой-восьмой – 0,051...0,097. EAB – аллель O₂A₂J₂K'O' с наибольшей частотой (0,148) встречается у коров, выбывших после шестой лактации, а у закончивших восемь и десять лактаций частота его встречаемости значительно ниже 5%. Выявлено, что аллели I₁Y₂E₃G'G'', I₁Y₂I', I₁O₂A₂K'Q', A₁B' встречаются только у коров, закончивших шесть лактаций и более. Интересен аллель I₁Y₂E₃G'G''. У коров, закончивших шесть, восемь и девять лактаций частота его встречаемости – 0,051, 0,079, 0,091, а среди коров с продолжительностью использования десять и более лактаций – 0,158. Аллель Y₂A₂' имеют коровы, выбывшие с первой по пятую лактации, у закончивших шесть лактаций и более его нет.

Таким образом, проведение иммуногенетических исследований по группам крови позволяет контролировать генофонд стада на этапах селекции, повышая уровень селекционно-племенной работы.

У коров с высокой пожизненной продуктивностью чаще встречаются EAB-аллели V₁G₂KO', I₁O₂A₂K'Q', O₁, Q', O₁Y₂E₃G'G'', O₂A₂J₂K'O', и при определении сроков продуктивного использования животных возможно учитывать иммуногенетические маркеры групп крови.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бекенев В.А. Продуктивное долголетие животных, способы его прогнозирования и продления// Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 655–666.
2. Гридина С.Л., Калугина Л.А. Взаимосвязь наследования EAB аллелей групп крови и молочной продуктивности коров первотелок//Агропродовольственная политика России. 2017. № 10. С. 69–72.
3. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Генетические особенности коров с разным уровнем пожизненной продуктивности //Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 55–59.
4. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Аллели EAB локуса групп крови в селекции крупного рогатого скота по продуктивности//Аграрный вестник Юго-Востока. 2018. № 1 (18). С. 10–13.

5. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. Генетическая характеристика сычужной породы крупного рогатого скота по маркерным генам групп крови //Современное состояние и перспективы совершенствования симментальской породы/матер. межд. науч.-практ. конф. Дубровицы: ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2018. С. 33–39.
6. Дмитриева В.И., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е. и др. Анализ некоторых показателей продуктивности коров в связи с наследованием EAB – аллелей групп крови// Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 3. С. 68–70.
7. Зиновьева Н.А., Сермягин А.А., Доцев А.В. и др. Генетические ресурсы животных: Развитие исследований аллелофонда российских пород крупного рогатого скота – миниобзор // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 631–641.
8. Кольцов Д.Н., Дмитриева В.И., Онуфриев В.А., Гонтов М.Е. Группы крови и их использование в работе со стадом ЗАО им. Мичурина // Генетика и разведение животных. 2016. № 4. С. 47–51.
9. Кольцов Д.Н., Дмитриева В.И., Гонтов М.Е. Характеристика стада крупного рогатого скота КП «Рыбковское» по аллелям EAB – локуса групп крови // Зоотехния. 2012. № 9. С. 3–4.
10. Кольцов Д.Н., Дмитриева В.И. Мониторинг аллелей EAB – локуса групп крови в селекции скота и создании нового типа сычужной породы //Зоотехния. 2011. № 9. С.2-3.
11. Кривошеев Д.М., Сермягин А.А., Доцев А.В., Зиновьева Н.А. Современное состояние аллелофонда чернопестрой, ярославской и холмогорской пород скота в Вологодской области// Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 8. С. 3–9.
12. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М.: Колос, 1977. 239 с.
13. Паронян И.А. Современное состояние генофонда молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота в Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 79–83.
14. Сахаутдинов И., Муратова Л., Исламова С., Гумеров У. Аллелофонд групп крови и его связь с молочной продуктивностью симментальских коров // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 5. С. 7–9.
15. Сороковой П.Ф. Методические рекомендации по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. Дубровицы, 1974. 40 с.

REFERENCES

1. Bekenev V.A. Produktivnoe dolgoletie zhivotnyh, sposoby ego prognozirovaniya i prodleniya// Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2019. T. 54. № 4. S. 655–666.
2. Gridina S.L., Kalugina L.A. Vzaimosvyaz' nasledovaniya EAV – allelej grupp krovi i molochnoj produktivnosti korov – pervotelok//Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2017. № 10. S. 69–72.
3. Dmitrieva V.I., Kol'cov D.N., Gontov M.E. Geneticheskie osobennosti korov s raznym urovnem pozhiznennoj produktivnosti //Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2021. № 9. S. 55–59.
4. Dmitrieva V.I., Kol'cov D.N., Gontov M.E. Alleli EAV lokusa grupp krovi v selekcii krupnogo rogatogo skota po produktivnosti//Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. 2018. № 1 (18) . S. 10–13.
5. Dmitrieva V.I., Kol'cov D.N., Gontov M.E. Geneticheskaya charakteristika sychevskoj porody krupnogo rogatogo skota po markernym genam grupp krovi //Sovremennoe sostoyanie i perspektivy sovershenstvovaniya simmental'skoj porody/mater. mezhd. nauch.-prakt. konf. Dubrovicy: FG-BNU FNC VIZH im. L.K. Ernsta, 2018. S. 33–39.
6. Dmitrieva V.I., Kol'cov D.N., Gontov M.E. i dr. Analiz nekotoryh pokazatelej produktivnosti korov v svyazi s nasledovaniem EAV – allelej grupp krovi//Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 3. S. 68–70.
7. Zinov'eva N.A., Sermyagin A.A., Docev A.V. i dr. Geneticheskie resursy zhivotnyh: Razvitie issledovanij allelofonda rossijskih porod krupnogo rogatogo skota – miniobzor // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2019. T. 54. № 4. S. 631–641.
8. Kol'cov D.N., Dmitrieva V.I., Onufriev V.A., Gontov M.E. Gruppy krovi i ih ispol'zovanie v rabote so stadom ZAO im. Michurina // Genetika i razvedenie zhivotnyh. 2016. № 4. S. 47–51.
9. Kol'cov D.N., Dmitrieva V.I., Gontov M.E. Charakteristika stada krupnogo rogatogo skota KP «Rybkovskoe» po allelyam EAV – lokusa grupp krovi // Zootekhnika. 2012. № 9. S. 3–4.
10. Kol'cov D.N., Dmitrieva V.I. Monitoring allelej EAV – lokusa grupp krovi v selekcii skota i sozdanii novogo tipa sychevskoj porody //Zootekhnika. 2011. № 9. S. 2–3.
11. Krivosheev D.M., Sermyagin A.A., Docev A.V., Zinov'eva N.A. Sovremennoe sostoyanie allelofonda cherno-pestroj, yaroslavskoj i holmogorskoj porod skota v Vologodskoj oblasti// Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2019. № 8. S. 3–9.
12. Merkur'eva E.K. Geneticheskie osnovy selekcii v skotovodstve. M.: Kolos, 1977. 239 s.
13. Paronyan I.A. Sovremennoe sostoyanie genofonda molochnyh i molochno-myasnyh porod krupnogo rogatogo skota v Rossijskoj Federacii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34. № 6. S. 79–83.
14. Sahautdinov I., Muratova L., Islamova S., Gumerov U. Allelofond grupp krovi i ego svyaz' s molochnoj produktivnost'yu simmental'skih korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2011. № 5. S. 7–9.
15. Sorokovoj P.F. Metodicheskie rekomendacii po issledovaniju i ispol'zovaniju grupp krovi v selekcii krupnogo rogatogo skota. Dubrovicy, 1974. 40 s.