

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
**ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ**

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL
VESTNIK OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE

№ 4 ————— *Июль-Август* ————— *2021*
July-August

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

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик РАН Г.А. Романенко

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
академики РАН

Авидзба А.М. (Национальный НИИ винограда и вина «Магарач»), **Горлов И.Ф.** (Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции), **Долгушкин Н.К.** (заместитель главного редактора) РАН, **Иванов А.Л.** (Почвенный институт имени В.В. Докучаева), **Измайлов А.Ю.** (Федеральный научный агроинженерный центр РАН), **Каракотов С.Д.** (АО «Щелково Агрохим»), **Кашеваров Н.И.** (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий 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.Ju.** (Federal Scientific Agro-engineering center RAS), **Karakotov S.D.** (JSC “Shchelkovo Agrokhim”), **Kashevarov N.I.** (Siberian Federal Scientific center of Agrobiotechnology of RAS), **Kulik K.N.** (Federal Scientific center of Agroecology RAS), **Mansvelt, Jan Diek van** (Netherlands), **Petrov A.N.** (All-Russian Research Institute of Canning Technology), **Popov V.D.** (Institute of Agroengineering and environmental problems of agricultural production), **Savchenko I.V.** (All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants), **Sinegovskaja V.T.** (All-Russian Research Institute of Soy), **Fisinin V.I.** (Federal Scientific Center “VNITIP” RAS), **Jakushev V.P.** (Agrophysical Research Institute)

Corresponding member of the RAS

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

EXECUTIVE EDITOR – 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

● ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ / ECONOMICS AND MANAGEMENT

- 4** Волкова Е.А. / Volkova E.A.
Рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства / Rating score of technological efficiency of crop production

● АГРОНОМИЯ/AGRONOMY

Растениеводство и селекция / Crop production and selection

- 8** Сурин Н.А., Липшин А.Г., Плеханова Л.В. и др. / Surin N.A., Lipshin A.G., Plekhanova L.V. et al.
Фотосинтетическая продуктивность пшеницы в условиях светокультуры, имитирующих свето-температурный режим региона культивирования/ Photosynthetic productivity of wheat under photoculture conditions simulating the light-temperature regime of the cultivation region
- 13** Левакова О.В. / Levakova O.V.
Оценка сортов и линий многолетнего ярового ячменя разновидности *Pallidum* / Varieties and lines estimation of common spring barley *Pallidum* varietyic
- 17** Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В. / Sedov E.N., Korneeva S.A., Yanchuk T.V.
Роль отечественной селекции в совершенствовании сортамента яблони в России / The role of domestic breeding in improving the apple assortment in Russia
- 20** Должикова М.А., Павленко А.А., Пикунова А.В., Голяева О.Д. / Dolzhikova M.A., Pavlenko A.A., Pikunova A.V., Golyaeva O.D.
Изучение полиморфизма микросателлитных локусов сортов смородины красной *Ribes rubrum* / Study of polymorphism of red currant varieties microsatellite locus
- 24** Мащнева О.В., Ташматова Л.В., Хромова Т.М., Шахов В.В. / Matsneva O.V., Tashmatova L.V., Khromova T.M., Shakhov V.V.
Оптимизация элементов микроразмножения интродуцированных сортов земляники садовой в системе in vitro / Optimization of micropropagation elements of introduced varieties of garden strawberry in an in vitro system
- 28** Ганич В.А., Наумова Л.Г. / Ganich V.A., Naumova L.G.
Автохтонный грузинский сорт винограда *Грдзелмтевана* в условиях Нижнего Придонья / Autochthone Georgian grape variety *Grdzelmtevana* in the Nizhnee Pridonie conditions
- 32** Петруша Е.Н. / Petrusha E.N.
Изучение основных биохимических компонентов жимолости в Камчатском крае / Study of a honeysuckle main biochemical components of the Kamchatskiy region
- 35** Овэс Е.В., Николаева Е.В. / Oves E.V., Nikolaeva E.V.
Влияние экологических факторов северного региона и высокогорной зоны на формирование урожая раннеспелых сортов картофеля / Ecological factors of the Northern region and Highland zone influence on yield formation of early maturing potatoes varieties
- 40** Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Анциферова О.Н. / Zinkovskaya T.S., Rabinovich G.Yu., Fomicheva N.V., Antsiferova O.N.
Целесообразность применения биосредств под картофель и их влияние на отдельные показатели дерново-подзолистой осушаемой почвы / Usefulness of biopreparations application for potatoes and their effect on certain indicators of sod-podzolic drained soil
- Защита растений / Plant protection*
- 44** Акуленко Е.Г., Каньшина М.В., Юхачева Е.Я., Яговенко Г.Л. / Akulenko E.G., Kanchina M.V., Yukhacheva E.Ya., Yagovenko G.L.
Источники и доноры устойчивости смородины черной к болезням и почковому клещу / Sources and donors of a black currant resistance to disease and currant big bud mite

Агрохимия / Agrochemistry

- 48** Синеговская В.Т., Урюпина А.А., Ануфриева И.В. / Sinegovskaya V.T., Uryupina A.A., Anuphrieva I.V.
Фотосинтетическая деятельность и формирование урожая нового скороспелого сорта сои *Сентябрина*
в зависимости от уровня минерального питания / Photosynthetic activity and yield formation of a new early maturing
Sentyabrinka soybean variety depending on fertilization level

Почвоведение / Soil Science

- 53** Белобров В.П., Юдин С.А., Ермолаев Н.Р. и др. / Belobrov V.P., Yudin S.A., Ermolaev N.R. et al.
Структура почвенного покрова и технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Soil cover structure
and crops cultivation technologies

● ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ / VETERINARY AND ZOOTECHNICS

- 58** Панов А.В., Исамов Н.Н., Губарева О.С. и др. / Panov A.V., Isamov N.N., Gubareva O.S. et al.
Технологии ведения животноводства при масштабном радиоактивном загрязнении (к 35-летию аварии на Черно-
быльской АЭС) / Livestock farming technologies in case of large-scale radioactive contamination (to 35th-anniversary
of the Chernobyl NPP accident)
- 63** Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т., Ключникова Е.М. / Klyuchnikova N.F., Klyuchnikov M.T., Klyuchnikova E.M.
Искусственно приобретенное бесплодие коров на молочных фермах Приморья и Приамурья / Artificially acquired
infertility of a cows on dairy farms in Primorye and Priamurye
- 67** Оздемиров А.А., Акаева Р.А., Алиева П.О. и др. / Ozdemirov A.A., Akaeva R.A., Alieva P.O. et al.
Районированная порода овец Дагестана / An area-specific breed of sheeps of Dagestan
- 70** Домацкая Т.Ф., Домацкий А.Н., Зинатуллина З.Я. / Domatskaya T.F., Domatskiy A.N., Zinatullina Z.Ya.
Распространение возбудителей инвазий и инфекций медоносных пчел на пасеках Тюменской области / Distribution
of honey bees invasions and infections pathogens in the Tyumen region apiaries
- 73** Косовский Г.Ю., Карелина Т.К., Стрельцова Е.А., Прохоренко Т.В. / Kosovskiy G.Yu., Karelina T.K., Streltsova E.A.,
Prokhorenko T.V.
Изучение стабильности генома самцов кроликов породы *белый великан* в селекционной работе / Studying of the stability
genome of the *white giant* breed of a buck rabbits in breeding work

● ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ / PROCESSES AND MACHINES
OF AGROENGINEER SYSTEMS

- 76** Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. / Gridnev P.I., Gridneva T.T.
Интенсификация процесса биотермической стабилизации навоза / Intensification of biometric manure stabilization process

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 25.07.2021 г. Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 9,78. Уч.-изд. л. 10,00. Заказ № 25. Тираж 21 экз. Бесплатно.

Учредитель: Российская академия наук

16+

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

Е.А. Волкова, кандидат экономических наук
ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»
РФ, 675000, г. Благовещенск, ул. Игнатьевское шоссе, 19
E-mail: vea@vniisoi.ru

УДК: 631.1.338.43

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

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Для выявления технологического уровня развития производства продукции растениеводства с 2016 по 2020 год проведена рейтинговая оценка с использованием методического подхода к расчету Индекса технологической эффективности. Каждому федеральному округу определен рейтинг на основании рассчитанных индексов в статике и динамике по основным культурам, возделываемым на территории страны, в том числе по зерновым и зернобобовым, кукурузе на зерно, свекле сахарной, сое, картофелю, овощам, плодам и ягодам. В результате исследования получена рейтинговая оценка по динамическому индексу технологической эффективности с учетом среднего показателя за 2016–2020 годы, темпа роста и сложившихся технологических особенностей округа по состоянию на 2020 год. По результатам рейтинговой оценки выделены пять федеральных округов-лидеров по технологической эффективности производства продукции растениеводства. Данный подход адаптируется на любые сельскохозяйственные культуры и может быть использован в привязке к различным территориальным единицам.

Ключевые слова: сельскохозяйственное производство, растениеводство, федеральные округа России, технологическая эффективность, индексный метод, рейтинговая оценка.

Е.А. Volkova, PhD in Economic sciences
FRC «All-Russian Scientific Research Institute of Soybean»
RF, 675000, Blagoveshchensk, St. Ignat'evskoe shosse, 19
E-mail: vea@vniisoi.ru

RATING SCORE OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF CROP PRODUCTION

In order to identify the technological level of crop production development in the federal districts of the Russian Federation a rating assessment of technological efficiency was carried out using the methodological approach of calculating the Technological Efficiency Index for the period from 2016 to 2020. Each federal district has a rating based on the calculated indices in statics and dynamics for the main crops are cultivated in the country, including grain and leguminous crops, corn for grain, sugar beet, soy, potatoes, vegetables, fruits and berries. As a result, of the conducted research were obtained the rating assessment for the dynamic index of technological efficiency taking into account the calculation of the average indicator for 2016–2020, the growth rate and the prevailing technological features of the district as of 2020. The obtained results of the rating assessment allowed us to identify the five federal districts of the leaders in the technological efficiency of crop production in Russia. This rating approach can be used in relation to various territorial units and is adapted to any agricultural crops.

Key words: agricultural production, crop production, federal districts of Russia, technological efficiency, index method, rating assessment.

За последние пять лет в хозяйствах всех категорий Российской Федерации увеличился валовый сбор семян рапса и подсолнечника, бобов соевых, плодов и ягод, а также зерновых и зернобобовых культур, не значительно и овощей (табл. 1).

Эффективность — сложная экономическая категория, отражающая взаимодействие природных, организационных, экономических и социальных условий функционирования субъекта хозяйствования. [5]

Сельскохозяйственное производство представляет собой сложную многоцелевую открытую систему, состоящую из функциональных и организационных подсистем, одна из которых — технологическая (выражается посредством технологической эффективности). [6, 7]

Встречаются различные подходы к пониманию определения сущности и содержания технологической эффективности. [4–7] По мнению ученых

Таблица 1.
Валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Российской Федерации, тыс. т

Культура	2016	2017	2018	2019	2020	2020/2016, %
Зерновые и зернобобовые (в весе после доработки)	120 677	135 539	113 255	121 200	133 030	110,2
Семена подсолнечника (в весе после доработки)	11 015	10 481	12 756	15 379	13 278	120,5
Бобы соевые (в весе после доработки)	3143	3622	4027	4360	4283	136,3
Семена рапса (озимого и ярового) (в весе после доработки)	1001	1510	1989	2060	2573	257,0
Свекла сахарная	51 325	51 913	42 066	54 350	32 395	63,1
Лен-долгунец (в переводе на волокно)	41	39	37	38	39	95,1
Картофель	22 463	21 708	22 395	22 073	19 577	87,2
Овощи	13 181	13 612	13 685	14 104	13 777	104,5
Плоды и ягоды	3056	2683	3337	3500	3577	117,0

Всероссийского института экономики сельского хозяйства, основной показатель технологической эффективности в растениеводстве — урожайность культуры с единицы площади. [6, 7]

Для оценки эффективности сельскохозяйственных предприятий на уровне страны, региона, района в современных условиях все чаще используют механизм рейтинговой оценки. [3]

Чтобы выявить технологический уровень развития производства продукции растениеводства в федеральных округах Российской Федерации предлагаем применить рейтинговую оценку технологической эффективности с использованием Индекса технологической эффективности (ИТЭ) путем деления урожайности сельскохозяйственной культуры в определенной зоне региона по отношению к среднему показателю урожайности. [1]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использован комплекс методов экономических исследований, в том числе диалектический, системный подход, аналитический и абстрактно-логический. Научная основа исследования — труды отечественных и зарубежных ученых экономистов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно классификации видов эффективности сельскохозяйственного производства, в частности, по признаку временного лага [4] каждому федеральному округу определен рейтинг по рассчитанным показателям в статике и динамике, в том числе:

— динамической технологической эффективности по динамическому индексу технологической

эффективности с учетом расчета среднего показателя за анализируемый период ($_{д}ИТЭ^{ст}$);

— динамической технологической эффективности по динамическому индексу технологической эффективности с учетом темпа роста за анализируемый период ($_{д}ИТЭ^{тр}$);

— статической технологической эффективности по динамическому индексу технологической эффективности с учетом сложившихся технологических особенностей округа по состоянию на 2020 год ($_{с}ИТЭ^{ст0}$).

Указанные индексы рассчитаны в разрезе федеральных округов Российской Федерации по основным культурам, возделываемым на территории страны, в том числе по зерновым и зернобобовым, кукурузе на зерно, свекле сахарной, сое, картофелю, овощам, плодам и ягодам.

Рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства проведена путем определения рейтинга каждого федерального округа в соответствии с рассчитанными показателями индекса технологической эффективности (табл. 2–4).

Суммарная оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства в федеральных округах РФ проведена путем расчета среднего показателя ИТЭ ($_{ср}ИТЭ$) трех ранее рассчитанных индексов по каждой анализируемой сельскохозяйственной культуре.

На основании рассчитанных $_{ср}ИТЭ$ каждому федеральному округу определен суммарный рейтинг технологической эффективности производства продукции растениеводства (табл. 5).

Чтобы получить комплексную оценку технологической эффективности производства продукции

Таблица 2.
Рейтинговая оценка по динамическому индексу технологической эффективности с учетом расчета среднего показателя за 2016–2020 годы

Федеральный округ	Зерновые и зернобобовые культуры	Подсолнечник	Соя	Свекла сахарная	Картофель	Овощи	Плоды и ягоды
Центральный	1	2	2	4	1	7	5
Северо-Западный	4	8	1	6	6	4	4
Южный	3	1	3	3	4	5	1
Северо-Кавказский	2	3	4	1	2	1	2
Приволжский	5	5	5	5	3	3	3
Уральский	8	7	8	6	5	2	6
Сибирский	7	6	6	2	7	6	8
Дальневосточный	6	4	7	6	8	8	7

Таблица 3.
Рейтинговая оценка по динамическому индексу технологической эффективности с учетом темпа роста за 2016–2020 годы

Федеральный округ	Зерновые и зернобобовые культуры	Подсолнечник	Соя	Свекла сахарная	Картофель	Овощи	Плоды и ягоды
Центральный	2	3	5	3	8	7	4
Северо-Западный	1	1	3	6	4	6	8
Южный	5	6	6	4	2	1	7
Северо-Кавказский	8	7	7	5	5	8	1
Приволжский	3	4	1	1	1	5	5
Уральский	6	2	4	6	6	4	3
Сибирский	4	5	8	2	3	2	2
Дальневосточный	7	8	2	6	7	3	6

растениеводства за анализируемый период, по каждому федеральному округу методом определения средней арифметической рассчитали обобщенные показатели динамического индекса технологической эффективности с учетом среднего показателя за анализируемый период ($\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}^1$), темпа роста ($\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}^2$) и статического индекса технологической эффективности исходя из сложившихся технологических особенностей округа по состоянию на 2020 год ($\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}^3$).

В соответствии с полученными обобщенными индексами определили комплексные рейтинги федеральных округов, отображающих уровень технологической эффективности производства продукции растениеводства.

Итоговый комплексный рейтинг технологической эффективности производства продукции растениеводства в разрезе федеральных округов Рос-

сийской Федерации — суммарный показатель обобщенных индексов ($\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}$) (табл. 6).

Выводы. Рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства в России выделила пять федеральных округов — лидеров по суммарному показателю обобщенных индексов: Южный, Северо-Западный, Центральный, Приволжский, Северо-Кавказский.

В результате рейтинговой оценки динамической технологической эффективности производства продукции растениеводства по динамическому индексу технологической эффективности с учетом среднего показателя за анализируемый период ($\Sigma_{\text{д}} \text{ИТЭ}^{\text{СП}}$) определены в пятерку лидеров следующие федеральные округа: Южный, Северо-Кавказский, Центральный, Приволжский, Сибирский.

Следует отметить, что по анализу динамической технологической эффективности производства

Таблица 4.

Рейтинговая оценка по статическому индексу технологической эффективности с учетом технологических особенностей федерального округа

Федеральный округ	Зерновые и зернобобовые культуры	Подсолнечник	Соя	Свекла сахарная	Картофель	Овощи	Фрукты и ягоды
Центральный	7	2	6	1	7	3	6
Северо-Западный	8	5	1	6	3	7	7
Южный	6	3	3	5	6	5	8
Северо-Кавказский	1	4	7	4	5	8	2
Приволжский	4	1	5	3	4	2	5
Уральский	2	8	8	6	2	4	3
Сибирский	3	7	2	2	8	6	4
Дальневосточный	5	6	4	6	1	1	1

Таблица 5.

Суммарная рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства

Федеральный округ	Зерновые и зернобобовые культуры	Подсолнечник	Соя	Свекла сахарная	Картофель	Овощи	Фрукты и ягоды
Центральный	1	3	3	3	6	7	6
Северо-Западный	3	1	1	6	4	5	8
Южный	4	2	2	5	2	1	2
Северо-Кавказский	2	5	7	4	3	8	1
Приволжский	5	4	4	2	1	3	4
Уральский	8	7	8	6	5	2	5
Сибирский	6	6	6	1	7	4	7
Дальневосточный	7	8	5	6	8	6	3

Таблица 6.

Комплексная рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства

Федеральный округ	$\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}^1$		$\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}^2$		$\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}^3$		$\Sigma_{\text{оп}} \text{ИТЭ}$	
	показатель	рейтинг	показатель	рейтинг	показатель	рейтинг	показатель	рейтинг
Центральный	1,119347	3	0,997314	4	0,899071	3	1,005244	3
Северо-Западный	0,801877	6	1,717849	1	0,722614	7	1,08078	2
Южный	1,503842	1	0,910833	5	0,848486	6	1,08772	1
Северо-Кавказский	1,148077	2	0,860868	6	0,849814	5	0,95292	5
Приволжский	0,906757	4	1,11834	2	0,945686	1	0,990261	4
Уральский	0,668152	7	0,83366	7	0,707443	8	0,736418	8
Сибирский	0,809471	5	1,038282	3	0,9062	2	0,917984	6
Дальневосточный	0,637078	8	0,7036	8	0,869971	4	0,736883	7

продукции растениеводства по динамическому индексу технологической эффективности с учетом темпа роста за анализируемый период ($\Delta_{\text{ИТЭП}}$) рейтинги среди федеральных округов распределены немного по-другому: Северо-Западный, Приволжский, Сибирский, Центральный, Южный.

Рейтинговая оценка статической технологической эффективности производства продукции растениеводства по статическому индексу технологической эффективности с учетом сложившихся технологических особенностей округа по состоянию на 2020 год ($\Delta_{\text{ИТЭСТ}}$) выявила следующие федеральные округа — лидеры: Приволжский, Сибирский, Центральный, Дальневосточный, Северо-Кавказский.

Проведенное исследование технологической эффективности производства продукции растениеводства с использованием методического подхода на основании расчета индекса технологической эффективности показало возможность использования данного подхода рейтинговой оценки в привязке к различным территориальным единицам и адаптации на любые сельскохозяйственные культуры.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волкова, Е.А. Анализ технологической эффективности производства продукции растениеводства в условиях Дальнего Востока России // Е.А. Волкова, К.С. Чурилова, О.Ф. Овчинникова // Московский экономический журнал: сетевое издание. — 2020. — № 6. Режим доступа: <https://qje.su/selskohozyajstvennye-nauki/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-6-2020/>.
2. Общая информация о растениеводстве / Информационный агропромышленный портал «РосАгро» // Электронный ресурс. Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/QPL3BybmBj8.html>.
3. Петрова, Д.Я. Методика рейтинговой оценки эффективности сельскохозяйственных предприятий региона / Д.Я. Яковлева // Учет. Анализ. Контроль. — 2017. — № 3 (39). — С. 158–162.
4. Тетёркина, А.М. Сущность эффективности сельскохозяйственного производства / А.М. Тетёркина // Проблемы экономики. — 2005. — С. 187–205.
5. Усольцев, И.В. Показатели и критерии эффективности сельскохозяйственного производства / И.В. Усольцев // Вестник университета. — 2013. — № 4. — С. 236–242.
6. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации). Коллективная монография. — М. — 2005. — 156 с.
7. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации) / Под ред. И.С. Санду, В.А. Свободина, В.И. Нечаева, М.В. Косолаповой, В.Ф. Федоренко. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. — 228 с.

LIST OF SOURCES

1. Volkova, E.A. Analiz tekhnologicheskoy effektivnosti proizvodstva produktsii rastenievodstva v usloviyah Dal'nego Vostoka Rossii // E.A. Volkova, K.S. Churilova, O.F. Ovchinnikova // Moskovskij ekonomicheskij zhurnal: setevoe izdanie. — 2020. — № 6. Rezhim dostupa: <https://qje.su/selskohozyajstvennye-nauki/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-6-2020/>.
2. Obshchaya informatsiya o rastenievodstve / Informatsionnyy agropromyshlennyy portal «RosAgro» // Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: <https://works.doklad.ru/view/QPL3BybmBj8.html>.
3. Petrova, D.Ya. Metodika rejtingovoy ocenki effektivnosti sel'skohozyajstvennykh predpriyatij regiona / D.Ya. Yakovleva // Uchet. Analiz. Kontrol'. — 2017. — № 3 (39). — S. 158–162.
4. Tetyorkina, A.M. Sushchnost' effektivnosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva / A.M. Tetyorkina // Problemy ekonomiki. — 2005. — S. 187–205.
5. Usol'cev, I.V. Pokazateli i kriterii effektivnosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva / I.V. Usol'cev // Vestnik universiteta. — 2013. — № 4. — S. 236–242.
6. Effektivnost' sel'skohozyajstvennogo proizvodstva (metodicheskie rekomendatsii). Kollektivnaya monografiya. — M. — 2005. — 156 s.
7. Effektivnost' sel'skohozyajstvennogo proizvodstva (metodicheskie rekomendatsii) / Pod red. I.S. Sandu, V.A. Svobodina, V.I. Nechaeva, M.V. Kosolapovoj, V.F. Fedorenko. — M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2013. — 228 s.

Н.А. Сурин, академик РАН

А.Г. Липшин, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.В. Плеханова, кандидат сельскохозяйственных наук

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

РФ, 660002, г. Красноярск, пр. Свободный, 66

А.А. Тихомиров, доктор биологических наук, профессор

В.В. Величко, кандидат биологических наук

Институт биофизики СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН

РФ, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/50

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

РФ, 660037, г. Красноярск, пр. им. газеты Красноярский рабочий, 31

С.А. Ушакова, кандидат биологических наук

В.Н. Шихов, кандидат биологических наук

А.М. Павлова, инженер

Е.С. Шклавцова, кандидат биологических наук

Институт биофизики СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН

E-mail: alex-tikhomirov@yandex.ru

УДК 631.52

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/8-12

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СВЕТОКУЛЬТУРЫ, ИМИТИРУЮЩИХ СВЕТО-ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ РЕГИОНА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Цель исследований — в контролируемых условиях светокультуры, максимально приближенных к усредненным свето-температурным условиям районирования (опытное хозяйство «Минино» Красноярского края) выяснить потенциально возможные продукционные характеристики растений пшеницы сорта Красноярская 12, что в дальнейшем позволит установить лимитирующие факторы среды, влияющие на недобор урожая и снижение его качества в выбранных регионах культивирования. Для достижения цели пшеницу выращивали методом гидропоники на керамзите в контролируемых условиях среды: интенсивность фотосинтетической радиации (ФАР) — 690 ± 70 мкмоль/м²с; фотопериод — 17 ч света и 7 ч темноты. Для оценки состояния растений на разных фазах роста и развития проанализированы: морфометрические характеристики; показатели состояния фотосинтетического аппарата листьев всех ярусов главного побега; биомасса; показатели CO₂-газообмена ценоза. Проведена сравнительная характеристика урожая пшеницы сорта Красноярская 12, выращенного в условиях светокультуры и на полях опытного хозяйства «Минино» в 2020 году. Установлено, что лимитирующий фактор повышения продуктивности сорта в полевых условиях — ускоренное прохождение отдельных межфазных и вегетационного периодов, по сравнению со светокulturой. Более растянутый период вегетации в светокulturе связан, в первую очередь, с длительным прохождением фазы кушения, во время которого дифференцируются первичные бугорки и закладывается колос. Полученные результаты выращивания растений пшеницы в светокulturе раскрывают потенциальную продуктивность сорта, которая не может быть реализована в биоклиматических условиях опытного хозяйства.

Ключевые слова: Красноярский край, опытное хозяйство «Минино», пшеница сорта Красноярская 12, светокultura растений, рост и развитие растений, урожайность.

N.A. Surin, Academician of the RAS

A.G. Lipshin, PhD in Agricultural sciences

L.V. Plekhanova, PhD in Agricultural sciences

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture

RF, 660002, g. Krasnoyarsk, pr. Svobodnyj, 66

A.A. Tikhomirov, Grand PhD in Biological sciences, Professor

V.V. Velichko, PhD in Biological sciences

Institute of Biophysics SB RAS, Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center SB RAS»

RF, 660036, g. Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50/50

M.F. Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

RF, 660037, g. Krasnoyarsk, pr. im. gazety 'Krasnoyarskij rabochij, 31

S.A. Ushakova, PhD in Biological sciences

V.N. Shikhov, PhD in Biological sciences

A.M. Pavlova, engineer

E.S. Shklavtsova, PhD in Biological sciences

Institute of Biophysics SB RAS, Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center SB RAS»

E-mail: alex-tikhomirov@yandex.ru

PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF WHEAT UNDER PHOTOCULTURE CONDITIONS SIMULATING THE LIGHT-TEMPERATURE REGIME OF THE CULTIVATION REGION

The aim of the research was to find out the potential production characteristics of the Krasnoyarsk 12 variety wheat plants under light culture controlled conditions, as close as possible to the average light-temperature conditions of zoning (the experimental farm «Minino»

of the Krasnoyarsk Territory), which in the future will allow us to determine the limiting environmental factors that affect the shortage of the crop and the decrease in its quality in the selected cultivation regions. To achieve this goal, wheat was grown by hydroponics on expanded clay under controlled environmental conditions at the intensity of photosynthetic radiation (PAR) (690 ± 70) $\text{mmol/m}^2 \text{ s}$ and at the photoperiod of 17 hours of light and 7 hours of darkness. To assess the state of plants at different stages of growth and development, we analyzed the morphometric characteristics of plants, the indicators of the state of the photosynthetic apparatus of leaves of all tiers of the main shoot of plants, plant biomass in different growth periods, indicators of CO_2 -gas exchange of canopies. A comparative characteristic of the yields of wheat plants of the variety Krasnoyarsk 12, grown in the conditions of light culture and in the fields of the experimental farm «MININO» in 2020, was carried out. It was established that the limiting factor of increasing the productivity of the variety in the field appeared to be the accelerated passage of individual interphase periods and the growing season as a whole in comparison with light culture. A longer growing season in light culture was primarily associated with a longer passage of the tillering phase, during which the primary tubercles were differentiated and the ear was laid. The obtained results of growing wheat plants in light culture more fully revealed the potential limits of productivity of the variety Krasnoyarsk 12. Those results were convincing evidence that the bioclimatic resources of the experimental farm «Minino» of the Krasnoyarsk Territory did not allow realizing the potential productivity of the variety and at the same time indicated the possibility of reducing the effects of limiting factors aimed at its implementation in production conditions.

Key words: Krasnoyarsk Territory, the experimental farm «Minino», wheat of the variety Krasnoyarsk 12, plant light culture, plant growth and development, yield.

При включении в Госреестр РФ новых сортов культурных растений важно оценить возможность реализации их потенциала в климатических условиях намеченного региона. Это становится возможным в полностью контролируемых условиях светокультуры, когда все лимитирующие факторы внешней среды отсутствуют и формирование урожая определяется только физиологическими особенностями роста и развития растений. В результате можно скорректировать дальнейшую селекционную работу на повышение устойчивости данного образца к действию неблагоприятного фактора, либо сменить регион районирования.

Одна из наиболее ценных культур для человека, селекция которой насчитывает более двух тысячелетий, — пшеница. Выведение ее сортов для регионов Сибири в связи с зоной рискованного земледелия приобретает особенно важное значение.

Цель исследования — выяснить потенциально возможные продукционные характеристики растений пшеницы сорта *Красноярская 12* в контролируемых условиях светокультуры, максимально приближенных к усредненному свето-температурному режиму ОПХ «Минино» Красноярского края, что в дальнейшем позволит установить лимитирующие факторы среды, влияющие на недобор урожая и снижение его качества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований — пшеница сорта *Красноярская 12*. [2, 3] Растения выращивали в герметизируемой вегетационной камере с регулируемыми параметрами внешней среды (температура и относительная влажность воздуха, интенсивность фотосинтетически активной радиации). Объем камеры — 3 м^3 , высота — $1,3 \text{ м}$. Источники света (лампы ДРФ — 1000) устанавливали снаружи. [5] Между ними и растениями находился прозрачный потолок из органического стекла с проточной водой, поглощающий значительную часть инфракрасной радиации. Для полива растений к вегетационной камере был подсоединен бак с насосом для подачи питательного раствора методом подтопления. Концентрацию CO_2 регистрировали газоанализатором LI-820 (LI-COR, США) со шкалой измерения 0–2000 ppm.

Для моделирования свето-температурных условий произрастания пшеницы использовали метеоданные опытного хозяйства НИИСХ ФИЦ «Минино». [6, 7] Фотопериод вегетационного периода (июнь–июль) — 17 ч света и 7 ч темноты. Интенсивность фотосинтетически активной радиации (ФАР) — 690 ± 70 $\text{мкмоль/м}^2 \text{ с}$, температура воздуха днем — $25 \pm 1^\circ\text{C}$, ночью — $14 \pm 1^\circ\text{C}$. Площадь посева — $0,6 \text{ м}^2$. Концентрация CO_2 — 400 ppm. Метод выращивания — гидропоника на керамзите. Питательный раствор готовили на смеси Кнопа с добавками микроэлементов и цитрата железа.

Чтобы оценить условия освещения и состояния растений проанализировали: интенсивность ФАР на разных ярусах ценоза в зависимости от возраста растений; морфометрические характеристики; показатели состояния фотосинтетического аппарата листьев всех ярусов главного побега; биомассу в разные периоды роста; показатели CO_2 -газообмена ценоза; урожай пшеницы сорта *Красноярская 12*, выращенный в полностью контролируемых условиях светокультуры в ИБФ СО РАН ФИЦ и на полях опытного хозяйства «Минино» НИИСХ ФИЦ г. Красноярск.

Интенсивность ФАР определяли квантометром LI-250A (Li-COR, США) на уровне листовых пластинок каждого яруса листьев главного побега пшеницы по мере роста растений.

Спектры излучения измеряли спектрометром AvaSpec-ULS2048-USB2 (Avantes, Нидерланды). На 30-е сутки на уровне большинства нижних ярусов листьев диагностику прекращали из-за роста боковых побегов.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях главного побега пшеницы определяли на спектрофотометре UV-2804 (UNICO, США), считывали по формулам Wintermans, DeMots. [1] Аналитическая повторность трехкратная. Экстрагировали пигменты 96 % этанолом.

Показатели газообмена оценивали по скорости изменения концентрации CO_2 в диапазоне 350–450 ppm в течение светового дня после герметизации камеры, Рвид. (видимая скорость поглощения CO_2) — по скорости изменения концентрации CO_2 , R (дыхание на свету) — по скорости изменения концентрации CO_2 в первые 30 мин. после выключения света, Рфакт. (фактическое поглощение CO_2) равно сумме Рвид. и R.

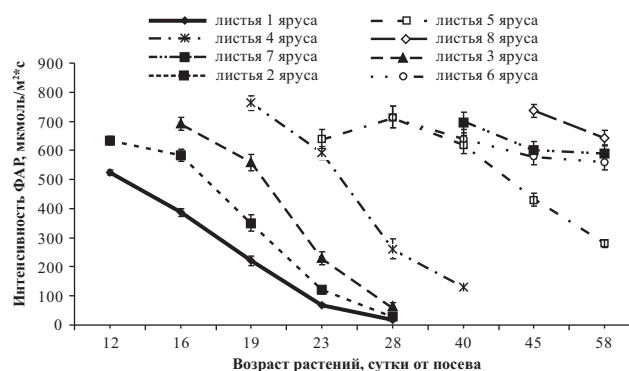


Рис. 1. Интенсивность ФАР на уровне листьев разных ярусов главного побега в зависимости от возраста растений.

Анализ процессов роста, развития и формирования фотосинтетического аппарата растений были сделаны на различных уровнях организации ценоза.

Статистические результаты обрабатывали общепринятыми методами с помощью Microsoft Excel. Средние значения найдены при избранной вероятности $\alpha = 0,95$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Интенсивность ФАР для каждого из ярусов листьев пшеницы имеет похожую возрастную динамику (рис. 1). Во время разворачивания листовой пластинки лист находится наверху ценоза и получает установленное количество светового излучения. По мере роста и развития растений листья постепенно начинают испытывать затенение от листьев вышерасположенных ярусов и активно растущих боковых побегов. К 30-суточному возрасту с мо-

мента посева растений листья нижних трех ярусов оказались в условиях сумеречного освещения. С появлением 6, 7 и 8-го листьев нижележащим (4-й и 5-й) также не хватало света.

Морфология и биомасса растений. Фаза формирования зародышевых листьев длилась примерно 2 нед., кушения — около 26 сут., на 40-е сут. начался выход в трубку. К этому возрасту побегообразования у растений почти закончилось, на главном побеге формируются все листья (табл. 1).

В фазах выхода в трубку и колошения значения сырой и сухой массы вегетативных органов максимальные, в фазе молочной спелости сырая масса уменьшилась. Достоверных изменений сухой массы вегетативных органов в фазах от выхода в трубку до цветения не было. При молочной спелости сухая масса уменьшилась на 27 % по сравнению с массой в фазе цветения. При этом сухая масса колоса увеличилась более чем в 4,5 раза (рис. 2).

Сырая масса растений пшеницы увеличивалась до фазы выхода в трубку, а сухая при формировании репродуктивных органов главного и боковых побегов (рис. 3).

Состояние фотосинтетического аппарата листьев главного побега растений. Наибольшая фотосинтезирующая площадь была у листьев 4 и 5-го ярусов главного побега, меньшая — 1 и 2-го; 37 и 51 % площади листьев 4-го яруса соответственно (рис. 4).

Площади листьев 3, 6, 7 и 8-го ярусов примерно на 15 % меньше, чем у листьев 4-го яруса. Максимальная сырая масса у листьев 5, 6, и 7-го ярусов. Чем позже листья сформированы, тем больше у них масса сухого вещества (рис. 4).

В процессе роста и формирования листьев главного побега наблюдали периоды значительного увеличения содержания пигментов и когда

Таблица 1.
Морфология растений пшеницы сорта *Красноярская 12* в условиях светокультуры (на одно растение)

Возраст от посева (всходов), сут.	Фаза развития	Количество живых листьев на главном побеге, шт.	Количество живых побегов, шт.	Высота до кончика верхнего листа, см	Длина стебля, см
12 (9)	Всходы	2...3		27±2,9	7±0,5
16 (13)	Кушение	3...4	3±1	32±2,6	8±0,7
40 (37)	Выход в трубку	7...8	7±1	85±3,5	54±1,2
53 (50)	Колошение	7	8±1	115±5,1	87±1,6
58 (55)	Цветение	6	8±1	113±3,1	101±1,7
77 (74)	Молочная спелость	5	6±1	120±7,2	108±5,3

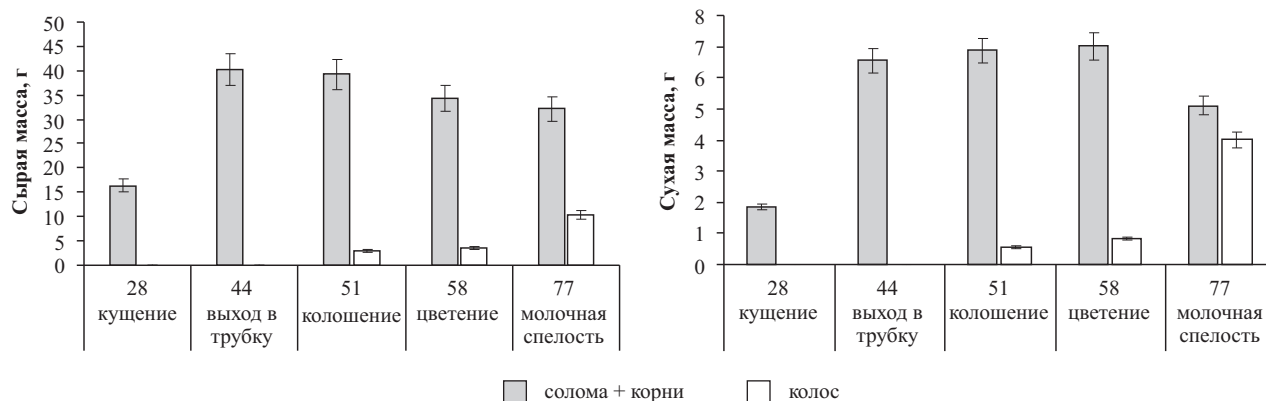


Рис. 2. Сырая и сухая масса вегетативных и репродуктивных органов пшеницы в разные фазы роста и развития растений.

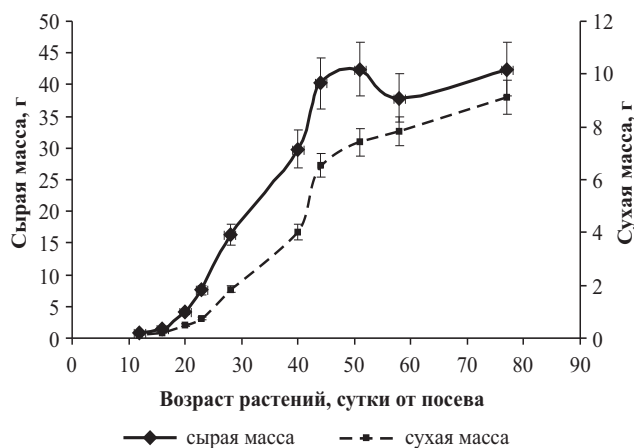


Рис. 3. Сырая и сухая масса растений в зависимости от возраста (на одно растение).

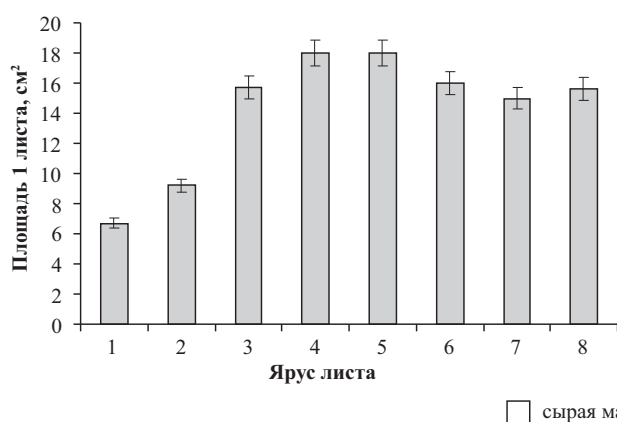


Рис. 4. Площадь, сырая и сухая масса сформированных листьев разных ярусов главного побега.

их количество достоверно не менялось, что связано с формированием новых листьев и потерей пигментов более старыми (рис. 5).

Через 50 сут. после посева растений суммарное содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях главного побега стало уменьшаться. В фазе молочной спелости количество зеленых пигментов снизилось на 46 %, каротиноидов — 55 %, по сравнению с листьями в возрасте 44 сут. [4]

Составляющие CO_2 -газообмена в дневное время суток. До 30-суточного возраста интенсивность видимого фотосинтеза ценоза пшеницы росла, как и биомасса растений, по S-образной кривой (рис. 6). На 34-е сутки листья приблизились к потолку камеры, и для выравнивания интенсивности ФАР поддон опустили на 20 см. Интенсивность ФАР верхних листьев осталась равна $690 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$, но освещенность нижележащих уменьшилась, что привело к снижению видимого фотосинтеза (рис. 6). Через трое суток растения адаптировались к новым условиям: увеличилось содержание зеленых пигментов в листьях 5 и 6-го ярусов, продолжил развиваться 8-й лист, величина видимого фотосинтеза ценоза восстановилась. На 44 сут., после очередного выравнивания ФАР на уровне верхних листьев, видимый фотосинтез уменьшился с 264 до $155 \text{ ммоль/м}^2\text{ч}$ (рис. 6). Максимальные значения фактического фотосинтеза ценоза пшеницы зафиксированы на 30...37-е сут.

Таблица 2.
Сравнительная оценка урожая растений пшеницы сорта Красноярская 12, выращенного в светокультуре и в полевых условиях (2020 год)

Показатель	Условия	
	полевые	светокультуры
Вегетационный период, сут.	90	105
Высота растений, см	109 ± 5	$124 \pm 1,5$
Число зерен в колосе, шт.	$29,6 \pm 1,8$	$43,0 \pm 2,7$
Масса 1000 зерен, г	$38,4 \pm 2,5$	$34,5 \pm 1,7$
Продуктивная кустистость, шт.	$1,31 \pm 0,3$	$3,82 \pm 0,17$
Урожайность зерна, кг/м^2	$0,41 \pm 0,09$	$1,83 \pm 0,19$
Натура, г/л	777 ± 20	710 ± 20
Биохимические характеристики урожая зерна, %		
белок	$13,8 \pm 1,2$	$17,8 \pm 1,3$
клейковина	$30,0 \pm 2,1$	$43,1 \pm 2,5$
углеводы	$66,5 \pm 0,5$	$65,5 \pm 0,5$
липиды	$0,8 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$

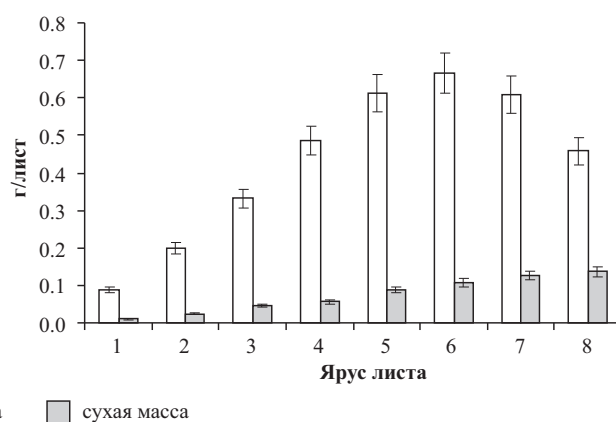


Рис. 5. Суммарное содержание хлорофиллов, каротиноидов и их соотношение в листьях главного побега растений пшеницы в зависимости от возраста.

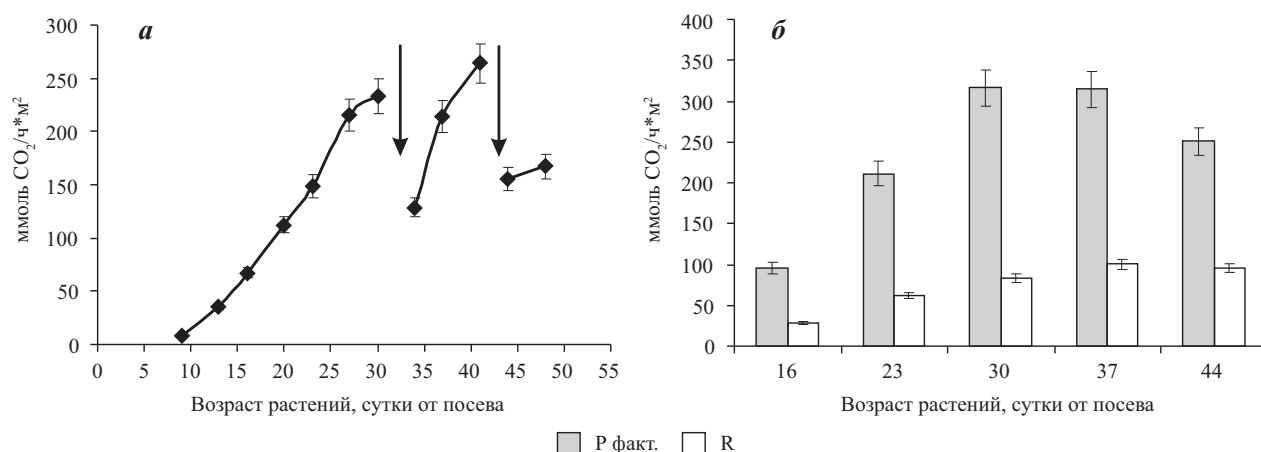


Рис. 6. Видимый фотосинтез (а) и CO₂-газообмен (б) пшеницы в течение светового дня в зависимости от возраста растений. Стрелками указано выравнивание интенсивности ФАР на уровне верхних листьев главного побега. Рфакт. — фактический фотосинтез, R — дыхание.

тически не изменялось, что привело к увеличению затрат на него почти до 40 %, связанного в процессе фотосинтеза CO₂, а соотношение количества CO₂, выделившегося при дыхании и CO₂, пошедшего на прирост биомассы, выросло до 62 %.

Сравнительная оценка урожая растений выращенных в светокультуре и полевых условиях. Лимитирующий фактор повышения продуктивности сорта в полевых условиях ОПХ «Минино» — ускоренное прохождение отдельных межфазных и вегетационного периодов. Более растянутый период вегетации в условиях светокультуры связан с длительностью фазы кушения, во время которой дифференцируются первичные бугорки и закладывается колос (табл. 2).

В полевых условиях продолжительность фазы кушения сорта *Красноярская 12* составляет 7...10 сут., в условиях светокультуры — 24 сут. Число продуктивных стеблей в условиях светокультуры втрое больше, соответственно возрастает и средняя озерненность колоса (43,0 и 29,6 шт. соответственно). Качество зерна также было существенно выше.

Полученные результаты выращивания растений пшеницы в светокультуре раскрывают потенциальную продуктивность сорта *Красноярская 12*, которая не может быть полностью реализована в биоклиматических условиях ОПХ «Минино», установлены лимитирующие факторы среды, влияющие на недобор урожая и снижение его качества.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 51 с.
2. Сидоров, А.В. Адаптивный сорт яровой мягкой пшеницы *Красноярская 12* / А.В. Сидоров, Н.А. Нешумаева, Л.В. Плеханова. // Вестник КрасГАУ. — 2020. — № 4. — С. 10–15.

3. Сидоров, А.В. Селекция яровой пшеницы в Красноярском крае / А.В. Сидоров: монография. — Красноярск: ФГБНУ ФИЦ «Красноярский НЦ Сибирского отделения РАН», 2018. — 208 с.
4. Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes / H.K. Lichtenthaler // Methods in Enzymology. Ed. S.P. Colowick. — N.O. Kaplan. San Diego: Academic Press, 1987. — P. 331.
5. Tikhomirov, A.A. Conceptual Approach to Selecting Radiation Spectrum of Lamps for Plant Cultivation / A.A. Tikhomirov, S.A. Ushakova, V.N. Shikhov, E.S. Shklavtsova // Light & Engineering. — 2019. — Vol. 27. — № 6. Special Issue. — P. 24–30.
6. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>.
7. <http://timezone.ru/suncalc.php?tid=62>.

LIST OF SOURCES

1. Gavrilenko, V.F. Bol'shoj praktikum po fotosintezu / V.F. Gavrilenko, T.V. Zhigalova. — M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2003. — 51 s.
2. Sidorov, A.V. Adaptivnyj sort yarovoj myagkoj pshenicy *Krasnoyarskaya 12* / A.V. Sidorov, N.A. Neshumaeva, L.V. Plekhanova. // Vestnik KrasGAU. — 2020. — № 4. — S. 10–15.
3. Sidorov, A.V. Selekcija yarovoj pshenicy v Krasnoyarskom krae / A.V. Sidorov: monografiya. — Krasnoyarsk: FGBNU FIC «Krasnoyarskij NC Sibirskogo otdeleniya RAN», 2018. — 208 s.
4. Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes / H.K. Lichtenthaler // Methods in Enzymology. Ed. S.P. Colowick. — N.O. Kaplan. San Diego: Academic Press, 1987. — P. 331.
5. Tikhomirov, A.A. Conceptual Approach to Selecting Radiation Spectrum of Lamps for Plant Cultivation / A.A. Tikhomirov, S.A. Ushakova, V.N. Shikhov, E.S. Shklavtsova // Light & Engineering. — 2019. — Vol. 27. — № 6. Special Issue. — P. 24–30.
6. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>.
7. <http://timezone.ru/suncalc.php?tid=62>.

О.В. Левакова, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X
 Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ
 РФ, 390502, Рязанская обл., с. Подвязье, ул. Парковая, 1
 E-mail: levakova.olga@bk.ru

УДК: 633.16:470.44

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/13-16

ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ МНОГОРЯДНОГО ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ РАЗНОВИДНОСТИ *PALLIDUM*

В Институте семеноводства и агротехнологий — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Рязанская область) в 2018–2020 годах были проведены полевые исследования с целью изучения продуктивности и экологической пластичности многорядных ячменей разновидности *pallidum* коллекционного питомника и созданных на их основе перспективных линий из конкурсного сортоиспытания. Установлено, что устойчивость к стрессу и способность формировать стабильную продуктивность имеют сорта Волгодон (Россия) и Гелиос (Украина) — $-0,59$ и $-1,34$ соответственно. Из изучаемых линий по данному признаку выделились 35/4-14h 1171 и 27/2-11h787 — $-1,37$ и $-1,40$ соответственно. Самая низкая стрессоустойчивость выявлена у сорта Herald (США) ($-3,57$). Максимальную среднюю урожайность показал сорт Л-2377 (Республика Татарстан) и линии 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171 — более $5,0$ т/га. Наиболее продуктивные с высокой генетической гибкостью сорта: Л-2377, Гелиос и линии 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. Коэффициент адаптивности выше единицы за три года исследований выявлен у сорта Л-2377 и линии 27/2-11h787. При анализе структуры урожая многорядного ячменя установлено, что наибольший вклад в его величину внесли два элемента: длина колоса ($r = +0,52$) и масса 1000 зерен ($r = +0,51$). Наибольшей потенциальной продуктивностью, адаптивностью и стрессоустойчивостью обладают сорта: Л-2377, Гелиос, В-934 (Канада); и линии: 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. Отобранные многорядные сорта и перспективные линии ярового ячменя целесообразно использовать в селекционном процессе для дальнейшего улучшения создаваемых форм.

Ключевые слова: многорядный ячмень, продуктивность, пластичность, адаптивность, устойчивость к полеганию и болезням.

O.V. Levakova, PhD in Agricultural sciences, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X
 The Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of the FSBSI Federal Scientific Agroengineering Center VIM
 RF, 390502, Ryazanskaya obl., s. Podvyaz'e, ul. Parkovaya, 1
 E-mail: levakova.olga@bk.ru

VARIETIES AND LINES ESTIMATION OF COMMON SPRING BARLEY *PALLIDUM* VARIETY

A field studies were carried out in 2018–2020 in the Institute of seed production and agricultural technologies (a branch of the Federal state budgetary scientific institution «Federal scientific Agroengineering center VIM» (Ryazan region)) to study the productivity and environmental plasticity of multi-row barley. The object of research was multi-row barley varieties *pallidum* collection nursery and created on their basis promising lines from competitive variety testing. It was found that the Volgodon (Russia) and Helios (Ukraine) varieties are resistant to stress and have the ability to form stable productivity — 0.59 and -1.34 , respectively. From the studied lines, 35/4-14h 1171 and 27/2-11h787 — -1.37 and -1.40 , respectively, were distinguished by this feature. The Herald (USA) had the lowest stress tolerance (-3.57). The maximum average yield was shown by the L-2377 variety (Republic of Tatarstan) and lines 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171 — more than 5.0 t/ha. The most productive varieties with high genetic flexibility are L-2377, Helios and lines 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. It was revealed that the L-2377 variety and the 27/2-11h787 line had an adaptability coefficient higher than 1 for 3 years of research. When analyzing the structure of the yield of multi-row barley, it was found that the greatest contribution to its value was made by two elements: the ear length ($r = +0.52$) and the mass of 1000 grains ($r = +0.51$). It was found that the following varieties have the greatest potential productivity, adaptability and stress resistance: L-2377, Helios, B-934 (Canada); and lines: 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. The selected multi-row varieties and promising lines of spring barley should be used in the selection process to further improve the created forms.

Key words: multi-row barley, productivity, plasticity, adaptability, resistance to lodging and diseases.

В России издавна ячмень выращивают как продовольственную и кормовую культуру. Несмотря на то, что в мире она имеет широкое видовое разнообразие, в Европе, так же как и в России, распространены только два подвида культурного ярового ячменя: *Hordeum vulgare* — многорядный и *Hordeum distichum* — двухрядный, принадлежащих к роду *Hordeum*. [5] Но большинство сортов ячменя, выращиваемых в Российской Федерации, принадлежит к подвиду двухрядного ячменя разновидности *nutans* (остистые формы), многорядный *pallidum* занимает минимальные площади, в основном как демонстрационные посевы. Так, из 238 сортов ярового ячменя,

зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию на 2020 год, 24 сорта (10,1 %) — многорядные.

Невыровненность и низкая натура зерна, повышенная белковость — основные качества многорядного ячменя, необходимые при производстве фуража. [9]

Цель работы — изучение сортов многорядного ярового ячменя разновидности *pallidum* в коллекционном питомнике и созданных на их основе перспективных линий из конкурсного сортоиспытания в условиях Нечерноземной зоны РФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Институте семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» в 2018–2020 годах проведены полевые исследования. Почва опытного участка: темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу. Агрохимические показатели: гумус [ГОСТ 26213-91] – 3,2 %, нитратный азот [ГОСТ 26951-86] – 15,7 мг/кг, аммонийный азот [ГОСТ 26489-85] – 2,75 мг/кг, рН солевой вытяжки [ГОСТ 26483-85] – 5,46; подвижный фосфор [ГОСТ Р 54650-2011] – 248 мг/кг, подвижный калий [ГОСТ Р 54650-2011] – 164 мг/кг, обменный магний [ГОСТ 26487-85] – 1,70 мг экв/100 г почвы.

Объект изучения – многорядный ячмень коллекционного питомника и созданные на его основе перспективные линии из конкурсного сортоиспытания.

Агротехника – общепринятая для данной культуры. Предшественник – черный пар. Опыт закладывали на делянках 3 м² без повторностей (коллекционный питомник) и 12 м² в четырехкратной повторности (конкурсное сортоиспытание). Нормы высева 5,0 млн всхожих зерен на 1 га. Учеты и наблюдения проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. [7] Статистическая обработка экспериментальных данных методом дисперсионного и корреляционного анализа выполнена по методике Б.А. Доспехова с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel. Уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания (У2-У1) рассчитан по А.А. Гончаренко. [1] Анализировали продуктивный и адаптивный потенциалы сорта по показателю «урожайность» (методика Л.А. Животкова и др.). [4] Индекс стабильности и коэффициент вариации рассчитан по А.А. Грязнову [2], показатель уровня стабильности и урожайности сорта (ПУСС) – по Э.Д. Неттевичу и др. [8] Погодные условия за годы исследований сильно отличались друг от друга и наиболее полно отражали особенности региона.

Для характеристики возможных вариаций погодных условий и их влияния на продуктивность зерна определяли гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянинову. Метеорологические условия отличались друг от друга и от средней многолетней величины.

Урожайность зерна учитывали методом сплошного обмолота комбайном САМРО-130. Качество основных параметров цельного зерна ярового ячменя определяли на анализаторе зерна Infratec 1241 при 14 % влажности и 100 % физической чистоте.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Вегетационный период 2018 года характеризовался неблагоприятными условиями для развития яровых культур. За вегетацию осадков выпало 109 мм или 53,1 % среднеемноголетних значений. Июнь был теплым с критическим дефицитом влаги, ГТК – 0,17. В связи с засушливыми условиями отмечалось ускоренное прохождение фенофаз у растений. Среднемесячная температура – 20,3 °С, что на 2,7 °С выше среднеемноголетних значений.

Сумма активных температур – 1944°С, ГТК – 0,59. Среднесортная урожайность многорядного ячменя за этот год составила 4,54 т/га с варьированием от 2,77 т/га у сорта В-934 (Канада) до 6,21 т/га у созданной линии 27/2-11h 1171.

Вегетационный период 2019 года также оказался неблагоприятным для развития испытываемой культуры. Летняя засуха была в I и II декадах июня, ГТК – 0 и 0,14 соответственно, а среднемесячная температура воздуха в это время на 3,2...6,0°С выше среднеемноголетних значений. В связи с этим, фазы выхода в трубку и колошение растений проходили в экстремальных условиях. Основная масса атмосферных осадков (29 мм) выпала в конце III декады месяца. Сумма активных температур – 2187°С, ГТК – 0,73. Среднесортная урожайность многорядного ячменя за этот год составила 5,0 т/га (максимальная из исследуемых лет) с варьированием от 1,43 т/га у сорта *Herald* (США) до 7,23 т/га у Л-2377 (Республика Татарстан).

Метеоусловия 2020 года отличались сильной вариабельностью, растения развивались при обильных осадках с резкими колебаниями среднесуточных температур. Неблагоприятно повлияли выпавшие в I декаде июня (ГТК = 3,9) осадки, которые спровоцировали прикорневое полегание растений еще до наступления фазы колошения. Сумма активных температур – 1912°С, ГТК – 1,34. Среднесортная урожайность многорядного ячменя за этот год составила 4,34 т/га (минимальная из исследуемых лет) с варьированием от 2,67 т/га у сорта *Выбор* (Россия) до 6,48 т/га у линии 35/1-14h 1171.

Корреляционный анализ выявил сильную взаимосвязь между урожайностью многорядного ячменя и суммой активных температур за вегетационный период ($r = +0,98$). Высокая взаимосвязь урожайности с ГТК ($r = +0,89$) установлена от конца восковой до полной спелости зерна, когда окончательно формируются размеры зерновок, определяется их масса и качество выращенной продукции.

В связи с тем, что условия гидротермического режима исследуемых сортов контрастны по годам, важный показатель сортов – их устойчивость к стрессу. Установлено, что способность формировать стабильную продуктивность в неординарных условиях среды могут сорта *Волгодон* (Россия) и *Гелиос* (Украина) – -0,59 и -1,34, соответственно. Из изучаемых линий по данному признаку выделились 35/4-14h 1171 и 27/2-11h787 – -1,37 и -1,40 соответственно. Самая низкая стрессоустойчивость у *Herald* (-3,57) (табл. 1).

Ценность исходного материала, в первую очередь, определяется способностью формировать стабильно высокий урожай в широком диапазоне погодноклиматических условий. [6] Максимальная средняя урожайность ($\bar{x}$) была у сорта Л-2377 и линий 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171 – более 5,0 т/га.

Наиболее продуктивные, характеризующиеся высокой генетической гибкостью (показатель $(У1+У2)/2$), сорта Л-2377, *Гелиос* и все исследуемые линии.

Для сравнения общей видовой адаптивной реакции брали «среднесортную урожайность года». По полученному среднему коэффициенту адаптивности (КА) можно судить о продуктивных возмож-

Таблица 1.

Показатели урожайности, экологической пластичности сортов и линий многоярдного ячменя (2018–2020)

Сорт, линия	Урожайность, т/га			Cv, %	Генетическая гибкость (Y1+Y2/2)	Стрессоустойчивость (Y2–Y1)	Коэффициент адаптации (КА)
	min	max	$\bar{x}$				
<i>Выбор</i>	2,67	5,50	4,19	33,9	4,09	–2,83	0,86
Л-2377	4,60	7,23	5,62	25,1	5,92	–2,63	1,19
<i>Волгодон</i>	3,78	4,37	3,99	8,0	4,08	–0,59	0,84
<i>Гелиос</i>	3,83	5,17	4,31	17,1	4,50	–1,34	0,92
<i>Herald</i>	1,43	5,00	3,33	53,8	3,22	–3,57	0,75
В-934	2,77	5,07	4,04	28,7	3,92	–2,30	0,89
27/2-11h787	5,13	6,53	5,96	12,2	5,83	–1,40	1,29
35/1-14h 1171	3,19	6,48	5,21	33,8	4,84	–3,29	1,13
35/4-14h 1171	4,25	5,62	5,02	13,9	4,94	–1,37	1,09
Среднее	3,51	5,66	4,63	25,2	4,59	–2,14	0,99

Таблица 2.

Структура урожая многоярдного ячменя и связь отдельных элементов с урожайностью (2018–2020)

Сорт, линия	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Коэффициент кущения	Продуктивность растения, г	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 зерен, г
<i>Выбор</i>	652	2,4	4,56	5,0	45,5	1,9	37,5
Л-2377	624	2,1	3,99	6,1	38,9	1,9	45,5
<i>Волгодон</i>	768	2,6	3,64	5,1	29,6	1,4	39,1
<i>Гелиос</i>	796	2,8	4,48	6,2	37,2	1,6	37,9
<i>Herald</i>	872	2,9	4,35	5,1	39,6	1,5	35,7
В-934	528	2,2	4,40	6,4	44,6	2,0	44,0
27/2-11h787	744	2,7	4,86	7,0	42,4	1,8	39,1
35/1-14h 1171	416	2,0	3,00	4,9	33,9	1,5	41,3
35/4-14h 1171	1056	3,2	6,08	6,8	37,8	1,9	41,3
Среднее	717	2,5	4,37	5,8	38,8	1,7	40,1
Коэффициент вариации (Cv), %	26,4	15,7	19,5	14,1	13,0	12,9	8,6
Корреляция с урожайностью	–0,17	–0,21	+0,08	+0,52	+0,01	+0,33	+0,51

ностях образцов, которые за годы изучения варьировали от 0,75 (*Herald*) до 1,23 (линия 27/2-11h787). У сорта Л-2377 и линии 27/2-11h787 за три года исследований коэффициент адаптивности — выше 1.

Рассматривая показатели элементов структуры урожая многоярдного ярового ячменя следует отметить, что по числу продуктивных стеблей, самый лучший показатель был у линии 35/4-14h 1171 (1056 на 1 м²) (табл. 2). Средний показатель продуктивной кустистости по изученному материалу составил 2,5 стебля и варьировал значительно — от 2,0 (35/1-14h 1171) до 3,2 (35/4-14h 1171).

По длине колоса выделились сорта *Гелиос*, В-934 — 6,2; 6,4 см соответственно и линии 27/2-11h787, 35/4-14h 1171 — 7,0 и 6,8 см соответственно.

Число зерен в колосе — важный показатель при отборе на продуктивность, его значения могут служить предпосылкой высокого урожая. По данному признаку были выделены сорта *Выбор* и В-934 — 45,5 и 44,6 шт. соответственно, линия — 27/2-11h787 — 42,4 шт.

Максимальная масса зерна в колосе сформирована у сорта В-934 — 2,0 г, высокой массой 1000 зерен отличались сорта Л-2377 и В-934 — 45,5 и 44,0 г соответственно, одинаковую — 41,3 г сформировали линии 27/2-11h787 и 35/1-14h 1171.

При анализе структуры урожая многоярдного ячменя выявлено, что наибольший вклад в его вели-

чину внесли два элемента: длина колоса ($r = +0,52$) и масса 1000 зерен ($r = +0,51$).

За годы исследований установлена отрицательная зависимость между высотой растений и устойчивостью к полеганию не зависимо от условий года ($r = -0,36...-0,54$). Самая низкая высота (63 см), высокая устойчивость к полеганию (7,3 балла) зафиксирована у линии 35/1-14h 1171 (табл. 3).

Яровой ячмень подвержен болезням, которые приводят к снижению качества и урожайности зерна. Самые распространенные и опасные заболевания ячменя в регионе — гельминтоспориоз, включающий несколько видов пятнистостей (в основном темно-бурая и сетчатая), и мучнистая роса. Следует отметить, что все исследуемые сорта и линии имели к ним высокую устойчивость.

Повышенное содержание белка в сортах многоярдного ячменя ограничивает его применение в пищеваренной индустрии, но делает его более ценным сырьем в кормовой промышленности. Максимальное количество белка имели сорт В-934 и линия 27/2-11h787 — 15,00 и 14,80 % соответственно.

Выводы. По результатам изучения сортов и селекционных образцов выделены сорт Л-2377 и линии 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171, превосходящие другие номера по урожайности. Наибольшей зерновой продуктивностью, как средне-

Таблица 3.

Хозяйственно полезные свойства многорядного ячменя (2018–2020)

Сорт, линия	Высота, см	Устойчивость к полеганию, балл	Болезнь, балл			Содержание белка, %
			мучнистая роса	темно-бурая пятнистость	сеччатая пятнистость	
<i>Выбор</i>	76	5,3	8,3	7,3	7,7	14,40
<i>Л-2377</i>	85	6,0	8,5	7,7	6,6	12,73
<i>Волгодон</i>	73	6,0	8,0	7,7	7,3	14,10
<i>Гелиос</i>	73	6,3	8,6	8,0	7,7	13,85
<i>Herald</i>	78	5,3	8,3	7,3	7,3	12,31
<i>В-934</i>	83	6,3	8,7	7,7	7,7	15,00
<i>27/2-11h787</i>	74	6,0	8,7	8,0	7,0	14,80
<i>35/1-14h 1171</i>	68	7,3	8,0	7,7	7,7	13,99
<i>35/4-14h 1171</i>	75	6,7	8,1	7,5	7,8	14,34
Среднее	76	6,1	8,3	7,6	7,4	13,94

сортной, так и в контрастных условиях характеризовалась линия 27/2-11h787.

На основании корреляционного анализа установлено, что урожай многорядного ячменя в большей степени определяется признаками: длина колоса и масса 1000 зерен. Сорта Л-2377, Гелиос, В-934 и линии 27/2-11h787, 35/4-14h 1171, выделенные по комплексу признаков продуктивности, определяющих высокую урожайность, как исходный материал отличаются наибольшей селекционной ценностью.

Сорт В-934 и линию 27/2-11h787, имеющие высокое содержание белка, целесообразно использовать в селекционном процессе для дальнейшего улучшения создаваемых фуражных форм ячменя.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник РАСХН. — 2005. — № 6. — С. 49–53.
2. Грязнов, А.А. Селекция ячменя в Северном Казахстане / А.А. Грязнов // Селекция и семеноводство. — 2000. — № 4. — С. 2–8.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Книга по требованию, 2012. — 352 с.
4. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секутаева // Селекция и семеноводство. — 1994. — № 2. — С. 3–6.
5. Козубовская, Г.В. Урожайность многорядного ярового ячменя разновидностей pallidum в сухостепной зоне / Г.В. Козубовская, В.И. Балакшина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2018. — 179 (4). — С. 67–73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-67-73>.

6. Левакова, О. В. Изучение исходного материала ярового ячменя в целях использования его в селекционном процессе для Центрального региона РФ / О.В. Левакова // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2018. — № 2 (26). — С. 61–65. doi:10.24411/2309-348X-2018-10018.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур под ред. В.И. Головачева, Е.В. Кирилловской. — М., 2019. — 194 с.
8. Неттевич, Э.Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна / Э.Д. Неттевич, А.И. Моргунов, М.И. Максимова // Вестник сельскохозяйственной науки. — 1985. — № 1. — С. 66–73.
9. Пигорев, И.Я. Многорядный ячмень в условиях Черноземья лесостепи / И.Я. Пигорев, А.А. Тарасов, И.В. Ишков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoryadnyy-yachmen-v-usloviyah-chnozemya-lesostepi> (дата обращения: 20.10.2020).

LIST OF SOURCES

1. Goncharenko, A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur / A.A. Goncharenko // Vestnik RASKHN. — 2005. — № 6. — С. 49–53.
2. Gryaznov, A.A. Selekcija yachmenya v Severnom Kazahstane / A.A. Gryaznov // Selekcija i semenovodstvo. — 2000. — № 4. — С. 2–8.
3. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. — М.: Книга по требованию, 2012. — 352 s.
4. Zhivotkov, L.A. Metodika vyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnykh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu «Urozhajnost'» / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekutaeva // Selekcija i semenovodstvo. — 1994. — № 2. — С. 3–6.
5. Kozubovskaya, G.V. Urozhajnost' mnogoryadnogo yarovogo yachmenya raznovidnostej pallidum v suhostepnoj zone / G.V. Kozubovskaya, V.I. Balakshina // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. — 2018. — 179 (4). — С. 67–73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-67-73>.
6. Levakova, O.V. Izuchenie iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya v celyah ispol'zovaniya ego v selekcionnom processe dlya Central'nogo regiona RF / O.V. Levakova // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. — 2018. — № 2 (26). — С. 61–65. doi:10.24411/2309-348X-2018-10018.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur pod red. V.I. Golovacheva, E.V. Kirillovskoj. — М., 2019. — 194 s.
8. Nettevich, E.D. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoj pshenicy na stabil'nost' urozhajnosti i kachestva zerna / E.D. Nettevich, A.I. Morgunov, M.I. Maksimenko // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. — 1985. — № 1. — С. 66–73.
9. Pigorev, I.Ya. Mnogoryadnyj yachmen' v usloviyah Chernozem'ya lesostepi / I.Ya. Pigorev, A.A. Tarasov, I.V. Ishkov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. — 2017. — № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoryadnyy-yachmen-v-usloviyah-chnozemya-lesostepi> (data obrashcheniya: 20.10.2020).

Е.Н. Седов, академик РАН, профессор
 С.А. Корнеева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Т.В. Янчук, кандидат сельскохозяйственных наук
 Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
 РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина
 E-mail: sedov@vniispk.ru

УДК 634:11.631.52

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/17-19

РОЛЬ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СОРТИМЕНТА ЯБЛОНИ В РОССИИ

Крупномасштабная целенаправленная работа селекционных учреждений позволила в значительной степени улучшить и расширить сортимент яблони в России. Только за 2005–2020 годы включено в Госреестр селекционных достижений РФ более 70 сортов яблони, в том числе первых в России триплоидных и иммунных к парше. За этот период во ВНИИСПК создано 20 сортов, ВНИИ Сибири и других учреждениях Сибири – 15, ЦГЛ имени И.В. Мичурина – 13. По восемь сортов создано и включено в Госреестр во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства и Северо-Кавказском ФНЦ садоводства, виноградарства и виноделия, пять – в Дагестане и три сорта во ВНИИ люпина. Не менее важные задачи стоят перед селекционерами в перспективе. Необходимо значительно сократить время на создание сорта и его внедрение в производство. Опыт ВНИИСПК показывает, что на создание конкурентоспособных сортов яблони с зимним созреванием плодов затрачивается в среднем 24 года и примерно столько же на производственную проверку и внедрение сортов в широкое производство. В статье приводятся примеры более быстрого создания и внедрения в производство новых ценных сортов. Этому может способствовать одновременная с государственным испытанием закладка садов малого производственного испытания по 100–200 деревьев испытываемых сортов с контролями. Особый интерес представляют колонновидные сорта для создания суперинтенсивных любительских и промышленных садов.

Ключевые слова: яблоня, селекция, сорта, районирование, регионы России, регионы районированных сортов.

E.N. Sedov, Academician of the RAS, Professor
 S.A. Korneeva, PhD in Agricultural sciences
 T.V. Yanchuk, PhD in Agricultural sciences
 Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding
 RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina
 E-mail: sedov@vniispk.ru

THE ROLE OF DOMESTIC BREEDING IN IMPROVING THE APPLE ASSORTMENT IN RUSSIA

Large-scale purposeful work of breeding institutions in Russia has significantly improved and expanded the apple assortment in Russia. Over the past 15 years (2005–2020) alone, more than 70 apple cultivars, including the first triploid and scab immune cultivars in Russia, have been included in the State Register of Breeding Achievements. During this period 20 apple cultivars were created in VNIISP, 15 cultivars were created in the Siberian Research Institute and other institutions of Siberia, and 13 apple cultivars were created in the I.V. Michurin Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Fruit Plants. 8 apple cultivars each were created and included in the State Register in the All-Russian Breeding and Technological Institute of Horticulture and Nursery Production and the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking, 5 cultivars in Dagestan and 3 cultivars in the Lupin Research Institute. An equally important tasks are facing breeding institutions in the future. It is necessary to reduce significantly the time for the creation of the cultivar and its introduction into production. The experience of VNIISP shows that it takes an average of 24 years to create competitive apple cultivars with winter fruit ripening and about the same amount for production testing and introduction of cultivars into wide production. This report provides examples of faster creation and introduction of new valuable apple cultivars into production. A significant acceleration of the introduction of valuable new cultivars into wide production can be facilitated by the simultaneous laying of small production test gardens with 100–200 trees of the tested cultivars with controls. Of particular interest are columnar apple cultivars for creating super-intensive amateur and industrial orchards.

Key words: apple, breeding, cultivar, zoning, regions of Russia.

Старейшее помологическое и селекционное учреждение – Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур в прошлом году отметил свое 175-летие. В настоящее время он возглавляет работу по обновлению сортимента плодовых и ягодных культур в России. В конце прошлого года был переиздан I том капитального труда Помология – Яблоня. [4] За 15 лет после первого издания исключено из сортимента около 100 сортов, а 200 включено в Государственный реестр сортов яблони, допущенных к использо-

ванию. Представляет интерес вклад отдельных селекционных учреждений России в улучшение сортимента, а также, в какой степени настоящий сортимент яблони отвечает возрастающим требованиям производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В создании сортов яблони, оценке и внедрении их в широкое производство руководствовались общепринятыми методами. [2, 3, 5, 6]

РЕЗУЛЬТАТЫ

С 2005 по 2020 год в научно-исследовательских селекционных учреждениях России создано и включено в Госреестр более 70 сортов яблони.

Во ВНИИСПК создано и районировано 20 сортов: *Августа*, *Александр Бойко*, *Афродита*, *Бежин луг*, *Вавиловское*, *Восторг*, *Гирлянда*, *Дарёна*, *День Победы*, *Ивановское*, *Масловское*, *Министр Киселёв*, *Орловская Есения*, *Орловский партизан*, *Осиповское*, *Память Исаева*, *Патриот*, *Поэзия*, *Юбиляр*, *Яблочный Спас*.

Во ВНИИ садоводства и других учреждениях Сибири — 15, в том числе: *Алые паруса*, *Алтынай*, *Алтайское янтарное*, *Баяна*, *Голунай*, *Лучистое*, *Сургунай* и др. Тринадцать сортов в Центральной генетической лаборатории имени И.В. Мичурина: *Академик Казаков*, *Былина*, *Вымпел*, *Гейзер*, *Готика*, *Каскад*, *Красуля*, *Памяти Нестерова*, *Стелла*, *Стрела*, *Флагман*, *Фрегат*, *Чародейка*.

По восемь сортов создано и районировано Всероссийским селекционно-технологическим институтом садоводства и питомниководства (*Аркадик*, *Гордеевк-*

ское, *Легенда*, *Лукомор*, *Малюха*, *Маяк Загорья*, *Триумф*, *Червонец*) и Северо-Кавказским ФНЦ садоводства, виноградарства и виноделия (*Василиса*, *Золотое летнее*, *Кармен*, *Линда*, *Новелла*, *Престиж*, *Фортуна*). Федеральным аграрным научным центром Республики Дагестан за последние 15 лет созданы сорта: *Батталовское*, *Горное*, *Летнее Дагестана*, *Народное Дагестана*, *Юбилейное Алибекова*, **ВНИИ люпина** — *Брянское алое*, *Брянское золотое* и *Викор*.

Яблоня обладает продолжительным ювенильным (предплодоносящим) периодом и обычно на создание одного сорта в среднем затрачивается от 20 до 30 лет. Много времени сорт изучается после того как гибридные сеянцы начали плодоносить. Большой интерес представляет сокращение периода от скрещивания до передачи сорта на государственное испытание, включение его в Госреестр и, в конечном счете, в промышленные и любительские сады. Нами обобщен 65-летний опыт крупномасштабной целенаправленной работы Всероссийского НИИ селекции плодовых и ягодных культур (см. таблицу, фото на 4-й стр. обл.).

Годы, затраченные на создание и внедрение в широкое производство лучших сортов яблони селекции ВНИИСПК

Сорт	Год		Число лет		Регион допуска
	скрещивания	включения в Госреестр	затраченных на создание сорта	от включения в Госреестр до настоящего времени	
Летние и осенние с объемной кроной					
Масловское (Vf+3x)	1990	2010	20	10	Центрально-Черноземный
Яблочный Спас (Vf+3x)	1989	2009	20	11	Центральный, Центрально-Черноземный
Августа (3x)	1982	2008	26	12	Центрально-Черноземный
Солнышко (Vf)	1981	2001	20	19	Центральный, Центрально-Черноземный
Орловское полосатое	1957	1986	29	34	Центральный, Центрально-Черноземный, Средневолжский
			X – 23,0	X – 17,2	
Зимние с объемной кроной					
Болотовское (Vf)	1977	2001	24	19	Центральный, Центрально-Черноземный
Веньяминовское (Vf)	1981	2001	20	19	Центральный, Центрально-Черноземный, Северо-Западный, Северо-Кавказский
Кандиль орловский (Vf)	1981	2001	20	19	Центральный, Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский
Рождественское (Vf+3x)	1985	2001	16	19	Центральный, Центрально-Черноземный Северо-Западный, Северо-Кавказский
Свежесть (Vf)	1976	2001	25	19	Центральный, Центрально-Черноземный,
Имрус (Vf)	1977	1997	20	23	То же
Ветеран	1960	1989	29	31	Центральный, Центрально-Черноземный, Волго-Вятский, Средневолжский
Синап орловский (3x)	1955	1989	34	31	Центральный, Центрально-Черноземный, Северо-Западный, Средневолжский
Орлик	1958	1986	30	34	Центральный, Центрально-Черноземный, Северо-Западный
			X – 24,2	X – 24,2	
Зимние колонновидные					
Восторг (Vf+Co)	1993	2016	23	4	Центрально-Черноземный
Гирлянда (Vf+Co)	1993	2018	23	2	То же
Орловская Есения (Co)	1993	2019	23	1	– // –
Поэзия (Vf+Co)	1996	2015	16	5	– // –
Приокское (Vf+Co)	1996	2014	16	6	– // –
			X – 20,2	X – 3,6	
НСР _{0,5}			3,0	2,6	

Как видно из данных таблицы, только два сорта с объемной кроной (*Масловское*, *Августа*) районированы в одном Центрально-Черноземном регионе, остальные — в нескольких, а *Веняминовское*, *Рождественское* и *Ветеран* включены в Госреестр селекционных достижений РФ в четырех регионах России. Основная масса сортов включена в Госреестр по Центральному и Центрально-Черноземному регионам.

В среднем на создание одного сорта яблони с объемной кроной от скрещивания до включения в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, затрачивалось 23...24 года, колонновидной — около 20 лет. За это время в значительной степени изменяются и ужесточаются требования к сорту в связи с постоянным совершенствованием технологий возделывания интенсивных садов. Как показывает опыт создания сорта *Рождественское*, этот период может быть сокращен до 16 лет за счет высокой агротехники в селекционной школке и селекционном саду, слаборослых подвоев, быстрого размножения и изучения наиболее перспективных элитных сеянцев. Слишком много, иногда почти столько же времени затрачивается от включения в Госреестр до массового внедрения сорта в промышленные сады. В связи с этим, мы предлагаем учреждениям-оригинаторам размножать лучшие элитные сеянцы и сорта до передачи их на государственное испытание, и закладывать участки малого производственного опыта по 100...120 растений с соответствующими контрольными сортами.

Особое внимание заслуживают колонновидные сорта [7], позволяющие создавать высокоинтенсивные сады в промышленных и любительских хозяйствах. На создание одного такого сорта и его включение в Госреестр уходит 16...23 года (в среднем 20). После включения в Госреестр всех пяти колонновидных сортов прошло от 1 до 6 лет, то есть значительно меньше, чем у сортов с объемной кроной. Над созданием оптимальных конструкций насаждений суперинтенсивных колонновидных сортов работает в настоящее время наш институт.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. — Т. 1. — Сорта растений. — М. — 2019. — С. 289–295.
2. Комплексная программа по селекции семечковых культур на 2001–2020 гг. (Постановление международной научно-методической конференции «Основные направления и методы селекции семечковых культур»). — Орел, 2001. — 30 с.
3. Кичина, В.В. Принципы улучшения садовых растений / В.В. Кичина — М, 2011. — 528 с.
4. Помология / под ред. Е.Н. Седова. — Т. 1. — Орел: ВНИИСПК. — 2020. — 632 с.
5. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел: ВНИИСПК, 1995 — 504 с.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — 608 с.
7. Седов, Е.Н. Колонновидная яблоня в интенсивном саду / Е.Н. Седов, С.А. Корнеева, З.М. Серова. — Орел: ВНИИСПК. — 2013 — 64 с.

LIST OF SOURCES

1. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. — Т. 1. — Sорта растений. — М. — 2019. — S. 289–295.
2. Kompleksnaya programma po selekcii semechkovyh kul'tur na 2001–2020 gg. (Postanovlenie mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii «Osnovnye napravleniya i metody selekcii semechkovyh kul'tur»). — Орел, 2001. — 30 s.
3. Kichina, V.V. Principy uluchsheniya sadovyh rastenij / V.V. Kichina — М, 2011. — 528 s.
4. Pomologiya / pod red. E.N. Sedova. — Т. 1. — Орел: VNIISPК. — 2020. — 632 s.
5. Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. — Орел: VNIISPК, 1995–504 s.
6. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. — Орел: VNIISPК, 1999. — 608 s.
7. Sedov, E.N. Kolonnovidnaya yablonya v intensivnom sadu / E.N. Sedov, S.A. Korneeva, Z.M. Serova. — Орел: VNIISPК. — 2013 — 64 s.

М.А. Должикова, аспирант

А. А. Павленко

А.В. Пикунцова, кандидат биологических наук

О.Д. Голяева, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур

РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина

E-mail: dolzhikova@vniispk.ru

УДК 634.7:577.21

DOI:10.30850/vrsn/2021/4/ 20-23

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ СОРТОВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ *RIBES RUBRUM*

В представленных исследованиях изучены генотипы 46 сортов смородины красной (*Ribes rubrum*) коллекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур по 14 микросателлитным локусам. Данные получены методом детекции — фрагментного анализа с помощью капиллярного электрофореза. Выделены сорта с редкими, уникальными аллелями и сочетаниями аллелей. В большинстве случаев у каждого генотипа для конкретного локуса было выявлено не более двух фрагментов, но в некоторых локусах у образцов амплифицировались три фрагмента (Орловчанка, Константиновская, Надежда — e3-B02; Мармеладница — g2-G12; Надежда — g2-J08; Светлица, Татьяна — g1-L12). Профили сортообразцов Cascad и Red cross идентичны друг другу, хотя и отличаются от остальных. Сорта Красный крест (Red cross) [(Вишневая (Cherry) × Белый виноград (White Grape))] и Каскад (Cascad) [(свободное опыление сорта Диплом (Вишневая × Белый виноград))] были выведены в США и имеют общих предков. Можно предположить, что в коллекции под разными названиями присутствует один и тот же генотип или, что данные пары сортов настолько схожи, что полиморфизм проанализированных локусов недостаточен для их различия. Для недопущения сдвига размера аллелей подобраны и предложены контрольные сорта, районированные на территории РФ — Газель (оригинатор ВНИИСПК: Чулковская × Маарсес Проминент) и Валентиновка (оригинатор ВНИИСПК: Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс). Полученные данные о полиморфизме микросателлитных локусов смородины красной могут быть использованы для дальнейшей идентификации.

Ключевые слова: смородина красная (*Ribes rubrum*), SSR-маркеры, полиморфизм, микросателлитные локусы, идентификация.

M.A. Dolzhikova, PhD student

A.A. Pavlenko

A.V. Pikunova, PhD in Biological sciences

O.D. Golyaeva, PhD in Agricultural sciences

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding

RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina

E-mail: dolzhikova@vniispk.ru

STUDY OF POLYMORPHISM OF RED CURRANT VARIETIES MICROSATELLITE LOCUS

In the presented studies the genotypes of 46 varieties of red currant (*Ribes rubrum*) from the All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding (VNIISPK) the collection were studied for 14 microsatellite locus. The data were obtained by the detection method of — fragment analysis using capillary electrophoresis. Varieties with rare, unique alleles and combinations of alleles have been identified. In most cases, no more than two fragments were identified for each genotype for a specific locus, but three fragments at some loci were amplified in the samples (Orlovchanka, Konstantinovskaya, Nadezhda — e3-B02; Marmeladnitsa — g2-G12; Nadezhda — g2-J08; Svetlitsa, Tatiana — g1-L12). The profiles of the cultivars Cascad and Red cross are identical to each other, although they differ from the others. The Red cross [(Cherry × White Grape) and Cascad [(free pollination of the variety Diploma (Cherry × White grape))] varieties were developed in the USA and have common ancestors. It can be assumed the collection under different names contains the same genotype or that these pairs of varieties are so similar that the polymorphism of the analyzed loci is not enough to distinguish them. To prevent a shift in the size of alleles control varieties were selected and proposed, zoned in the territory of the Russian Federation — Gazelle (originator of VNIISPK: Chulkovskaya × Maarses Prominent) and Valentinovka (originator of VNIISPK: Rote Shpetlese × Jonker van Tets). The data obtained on the polymorphism microsatellite loci Red currant can be used for further identification.

Key words: red currants (*Ribes rubrum*), SSR-markers, polymorphism, microsatellite loci, identification.

Первое упоминание о красной смородине относят к 1492 году (южная Германия и Нидерланды). В России эта культура, судя по летописям, была известна нашим предкам уже в XI веке. [1]

На современном экономическом этапе развития садоводства в Российской Федерации роль сорта значительно возросла. Технологии выведения новых востребованных сортов стали центром исследований в научной деятельности. Смородина красная — одна из ценных кустарниковых пород, обладающая высокой степенью урожайности. В мире существует 160 сортов. В Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию,

входит 52 сорта красной смородины, в том числе 10 белоплодных. [4] Изучение полиморфизма микросателлитных локусов для дальнейшей идентификации существующих и новых сортов смородины красной в настоящее время — актуальная задача.

Подрод *Ribes* объединяет 19 видов, четыре из которых введены в культуру. Они дали различные гибридные комбинации и стали родоначальниками современных сортов. Значение имеют *R. vulgare* Lam. — смородина обыкновенная и ее крупноплодная разновидность; *R. vulgare* Lam. spp. *macrocarpa* Jancz.; *R. Rubrum* L. — смородина красная; *R. petraeum* Wulf. — смородина скалистая (каменная)

и *R. multiflorum* Kit. — смородина многоцветковая. В происхождении некоторых сортов также принимали участие *R. artropurpureum* C.A.U. (смородина темно-пурпуровая) и *R. palczewskii* Pojark. (смородина Пальчевского). Генетические ресурсы подрода *Ribesia* (Berl.) Jancz. изучены слабо, что подтверждается существованием дикорастущих видов, превосходящих по ряду некоторых признаков культурные сорта. [6, 11]

Коллекция красной смородины ВНИИСПК включает более 80 сортов отечественной и зарубежной селекции. Создан и передан на государственное испытание 21 сорт, 13 из которых внесены в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию. Данные сорта улучшили сортимент смородины красной по Центрально-Черноземному региону. [2]

Виды *Ribes* имеют диплоидный геном, предшественный восьми парами хромосом ($2n=2x=16$). Размер генома, определенный с помощью проточной цитометрии, для *R. petraeum* Wulfen., *R. rubrum* L., *R. uva-crispa* L. в среднем составляет $2C = 1,91$ пг, содержание GC-пар — 40,4 %. [8]

Идентифицируют сорта смородины красной по количественным и качественным признакам, которые существенно зависят от условий выращивания. Поэтому заключение о принадлежности посадочного материала к тому или иному сорту может быть ошибочным.

Наиболее эффективная и перспективная система маркирования — молекулярно-генетическая идентификация сортов с помощью молекулярных маркеров.

Для идентификации растений востребованы микросателлитные (SSR — Simple Sequence Repeats, STR — Simple Tandem Repeats) ДНК-маркеры, и все большее значение приобретают системы SNP маркирования. [7] Внутри каждого типа молекулярно-генетического маркера отдельные локусы отличаются друг от друга по полиморфизму и сложности их выявления. [5]

Цель исследований — генотипирование сортов смородины красной из коллекции ВНИИСПК по микросателлитным локусам для дальнейшей генетической паспортизации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе приведены результаты генотипирования 46 сортов смородины красной коллекции ВНИИСПК по 14 микросателлитным локусам (табл. 1).

ДНК выделяли из молодых листьев СТАВ-методом. [9] Полимеразно-цепную реакцию проводили в смеси объемом 20 мкл, содержащей 1хПЦР буферный раствор, 200 мкМ нуклеотидов по 2 мкМ прямого и обратного праймера, 0,3 ед. Таq ДНК-полимеразы и 10 нг ДНК.

Реакция амплификации: предварительная денатурация — 5 мин. при 95°C; денатурация — 30 с при 95°C; отжиг праймера — 30 с; синтез ДНК — 30 с при 72°C (30 циклов); элонгация — 10 мин. при 72°C. Фрагменты разделяли на приборе ABI prism Genetic Analyzer 3010. Для учета первичных данных использовали программу Peak Scanner Software_v01 (Peak Scanner™ Software Version 1.0. Part Number 4382253 Rev. A 12/2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проанализированы 73 сорта смородины красной отечественной и зарубежной селекции, из них 46 обладают редкими аллелями и уникальными сочетаниями аллелей, востребованные в производстве и районированные на территории РФ. Их амплифицировали по 14 наиболее информативным и воспроизводимым микросателлитным локусам (табл. 2).

В исследованиях для изучения идентификации генотипов применяли фрагментный анализ с помощью капиллярного электрофореза, как наиболее точный.

В локусе Cra-531 выявлено уникальное сочетание аллелей у сортов *Альфа* (165/177) и *Белая крупная* (162/165/177), e1-021 — *Валентиновка* (295/312) и *Дана* (295/317), e1-001 — *Белая Потапенко* (132/136), g1-M07 — *Дар Орла* (206/219), e3-B02 — *Константиновская* (165/168/171), Cra-489 — *Нива* (235/240), g2-H21 — *Rondom* (252/254), g1-L12 — *Светлица* (228/233/234), g1-L12 — *Татьянина* (212/213/226/228), gr2-J05 — *Щедрая* (179/185).

В локусе g2-J08 редкими аллелями отличаются сорта: *Вика* (176/185), *Jonkeer van Tets* (161/185),

Таблица 1.

Исследуемые микросателлитные локусы

Локус	ГС	Праймер		Температура, °C
		прямой	обратный	
g1-K04	1	TGT TCC CTG TTT CCT TCA AAA	GGA CGT GGA CGA TGA GAG TT	52
g1-M07	1	TCC CGT TAC TGG AGT GGT GT	CCA TGG TTT TCC GAT TTG TT	52
e1-001	6	CCT TTC CAG AGA AAA CTC AAA CA	AAG TAT GGG AAC AAC GGC AG	54
g2-H21	4	TGC CCT TTT TGG TCA TTT TC	CAA TCG TCG ATG AAG GTC TG	50
g2-G12	7	GTG ACC CAC CTA AAC CGT CC	GGA GTG GAG GGT TGG AAA AT	54
e1-021	4	TCT CTC CAA CTG AGA AGG AAA A	GAT TTG TTC TTG TGC AGC GA	50
g1-L12	5	CGA AGG TTG AAT CGG TGA GT	TTG TGA GCC GTA ACC ACG TA	52
g2-J08	2	CGC CGA GCT CTA ATC GGT GT	ATA GCC CAT GCC CAT ATT CA	54
Cra-489	3	TCT ATT ATC ACA CCC TCA ACA A	GTT TAT ACG ACA CAT CAA CTT TCC A	50
Cra-531	6	AGA AGT GAA AGT GGA AGA ACC	GTGTTGTTGAAGGAAGACAGAGA	52
e3-B02	5	AAG ACG AAG ACG ACG ACG AT	CTG ATC TTT GCC GAA TGG TT	52
g2-L17	4	TTT GGA AAA CCT CCC CTT TT	GAG CTG TTG CTG TTG CCA TA	50
g1-A01	5	CGA AGG TTG AAT CGG TGA GT	CGT AGC CAC GTA GTT CCA CA	52
gr2-J05	1	CAA AAC TGA TTA GGG GAT CA	TTT GAA GAA GAG ATG GCG AAA	52

Таблица 2.

Генотипы сортов красной смородины по 14 микросателлитным локусам

Сорт	g1-K04	g1-M07	e1-001	Gra-489	Gra-531	e3-B02	g2-L17	g2-G12	g2-H21	e1-021	gr2-J05	g1-A01	g2-J08	g1-L12
<i>Alfa</i>	306/313	202/219	136	233/237	165/177	165	137	185/191	251/254	302/309	179/187	207/222	149/185	214/228
<i>Ася</i>	306/312	—	136/138	236	165/168	165/170	144	179/191	251/253	302/308	179/187	207/218	176	214/224
<i>Баяна</i>	306/307	—	136/138	240	165/168	165	144	185	251/254	308/309	—	—	149/168	214/228
<i>Белая крупная</i>	306/307	202/219	134/136	233/240	162/165/177	162/165	135	189/191	253	302/308	187	222/228	168	228/234
<i>Blanka</i>	306	202	132/136	237	168/174	162/165	135/137	179/189	251	302	179/187	207/222	169	214/228
<i>Blanka</i>	306/313	219	136	235	165/168	162/165	135/137	179/185	253/254	302/317	179/187	210/220	149/185	226
<i>White cherry</i>	306	—	134/138	237/241	162	162/165	144	185/191	249/251	302	187	222/228	180	228/234
<i>Валентиновка</i>	306/313	219	138/144	237	165/168	162/165	144	179/191	251/254	295/312	187	207/210	180	214/216
<i>Вика</i>	306/312	—	134	235	165/168	165/170	143	179/191	251/253	302/308	179/187	218/220	176	224/226
<i>Газель</i>	306/307	202	136	237	165/171	165	143	179/191	251/253	295/302	187	207/222	180	214/228
<i>Cascad</i>	306	202	136/138	237	162/168	162/165	137	179	251	302/309	179/187	207/220	168/185	214/226
<i>Red cross</i>	306	202	136/138	237	162/168	162/165	137	179	251	302/309	179/187	207/220	169/185	214/226
<i>Weisse Hollandische</i>	306	—	134/136	233/241	162/165	162/165	144	183/191	251/254	295/317	187	210/222	149/185	216/228
<i>Дана</i>	306/313	219	136	236	165	162/165	144	183/191	251/254	302/317	—	—	149/185	216/229
<i>Дар Орла</i>	306/307	206/219	136	240	165	162/165	135	179/183	251/253	302	187	207/222	169	214/228
<i>Дарница</i>	307/308	—	137/139	237	165	165	135/137	179/191	251	302	179/187	207/222	161/185	214/228
<i>Jonkheer van Tets</i>	306/312	202	136	236/241	168/171	165/168	135	179/191	253	302	179/187	222	177	228
<i>Константиновская</i>	306	202	132/138	233	168/174	162/165	135/137	179/189	251/253	302/309	179	211	141/165	214/228
<i>Korall</i>	306/307	211	136/138	237	162/165	165	125	179/185	251/254	302/308	187	207/216	153/172	214/222
<i>Losap</i>	306/313	202/219	134/144	233/237	165/168	162/165	135/137	179/185/191	251	308/309	187	207/222	149/185	216
<i>Мармеладница</i>	306	202	136/138	237/241	162/165	162/165	135	179/183	251	302/308	179/187	—	168/179/185	222/226
<i>Мечта</i>	307/313	—	137/139	237/241	165/171	162/165/170	135	179/183	251	302/308	179/187	216/220	168	222/226
<i>Надежда</i>	306/307	202	136/138	237	162/165	162/165	125	179/185	251/254	308/309	187	220/222	168	226/228
<i>Натали</i>	306/307	—	134/136	235/240	162	165/170	—	179/191	251/252	302/308	—	—	168/176	224/226
<i>Нува</i>	307/315	219	137/139	233/237	165	165	144	185/191	251/254	302/312	187	207/222	149/185	214/229
<i>Озюк</i>	306/312	202	134	237	168/171	165/170	156	179/191	251/254	302/308	179	207/218	167/177	214/224
<i>Орловская звезда</i>	306/313	202/219	134	233/237	165/171	162/165/17280	135/144	179/185	251/254	295/302	179/187	207/222	169/176	228
<i>Орловчанка</i>	306/313	202/219	134/136	233/237	165/168	16529/168	135/137	179/185	251	308/309	187	207/222	149	214/224
<i>Осиновская</i>	306/307	—	132/138	237/241	162/174	30165	125/135	179/185	251/254	308	179/187	218/220	185	226
<i>Память Губенко</i>	306	202	134	233/240	162/165	162/165	135	189/191	253	302/308	—	222/228	169	228/234
<i>Transparente Blanche</i>	307/313	202/211	136	235	165	165	125/144	185/191	251/254	308/312	187	207/222	180	214/228
<i>Пурпурная</i>	307/308	—	137	236	168/171	162/165	—	179/191	251/253	302	179/187	207/222	168/177	213/229
<i>Ранняя сладкая</i>	306/312	202	136	236/241	168/171	165	135	179/191	253	302	179/187	222	177	228
<i>Рачновская</i>	306/313	202/219	136/138	—	165/168	162/165	144	185/191	251/254	302/312	179/187	207/222	180	214/228
<i>Rovada</i>	306/307	202/211	136/138	233/241	165/168	162/165	144	183/191	252/254	302/312	187	207/216	168	214/222
<i>Rondom</i>	306	202	136	236	165/168	162/170	128/137	179/191	251/253	302/309	187	207/218	169/176	214/224
<i>Сахарная</i>	307/308	—	137/139	233/237	165/168	165	137	191	251	302	179/187	222/228	168/185	228/233/234
<i>Светлица</i>	306	—	136/144	233/235	168	162/165	144	179/183	253/254	302/312	179/187	207/222	149/185	214/228
<i>Селяновка</i>	306/307	202	134/136	233	162/165	162	144	179/191	249/251	302/309	187	216/228	180	222/234
<i>Татьянина</i>	307/308	—	137	237	168/171	162/165	128/137	179/191	251/253	302	179/187	207/222	168/177	212/213/226/228
<i>White dore</i>	307/308	—	135/137	233/241	162/165	162/165	135/137	179/191	249/251	302/309	187	222/228	166/180	228/234
<i>Уральский сувенир</i>	306	202	134/138	233/237	162	162/165	137	179/191	251	302/309	187	220/228	165/185	226/234
<i>Чародейка</i>	306/307	202	136/138	233/237	165/168	165	137	191	251	295/302	179/187	222/228	169/185	228/234
<i>Челябинская красная</i>	306	—	138	233/237	168/174	165	135/137	179	251	302/308	—	206/218	185	214/226
<i>Щедрая</i>	306	202	132/138	233/237	168/174	165	135	179	251/253	302/308	179/185	207/222	185	214/228

Примечание. Выделены уникальные аллели и сочетания аллелей.

Коралл (141/165), Надежда (168/179/185), Орловская звезда (167/177), Осиповская (149), White grape (166/188) и Уральский сувенир (165/185), g1-A01 — Blanka, Натали и Челябинская красная, с размерами аллелей 210/220, 220/222 и 206/218 соответственно, g1-G12 — Мармеладница (179/185/191).

При амплификации по вышеуказанным локусам более чем у 40 сортообразцов наблюдали ее отсутствие хотя бы в одном из локусов.

Наибольшее количество неамплифицируемых образцов обнаружено в локусах g1-M07 (24), gr2-J05 (8), g1-A01 (5).

В большинстве случаев у каждого генотипа для конкретного локуса выявлено не более двух фрагментов, но в некоторых было три (Орловчанка, Константиновская, Надежда — e3-B02; Мармеладница — g2-G12; Надежда — g2-J08; Светлица, Татьяна — g1-L12).

В литературе есть информация об амплификации более чем двух аллелей в некоторых микросателлитных локусах у диплоидных форм, что связано с дупликацией на одной и той же или на разных хромосомах. [10]

Профили сортообразцов Caskad и Red cross идентичны друг другу, хотя и отличаются от остальных. Сорта Красный крест (Red cross) [(Вишневая (Cherry) × Белый виноград (White Grape)) и Каскад (Caskad) [(свободное опыление сорта Диплом (Вишневая × Белый виноград))] выведены в США и имеют общих предков. Можно предположить, что в коллекции под разными названиями присутствует один и тот же генотип или, что данные пары сортов настолько схожи, что полиморфизма проанализированных локусов недостаточно для их различия.

На основании полученных данных были подобраны сорта-контроли для идентификации генотипов красной смородины. Их используют, чтобы не допускать ошибок при сдвиге размеров аллелей (например, в зависимости от флуоресцентной метки ведущего праймера полученные фрагменты могут быть смещены на несколько пар нуклеотидов) при проведении исследований в разных лабораториях с небольшими изменениями методик. В качестве контролей предложены востребованные в производстве сорта — Газель (оригинатор ВНИИСПК: Чулковская × Маарсес Проминент) и Валентиновка (оригинатор ВНИИСПК: Роте Шпетле × Йонкер ван Тетс).

Таким образом, в результате генотипирования 46 сортов смородины красной по 14 микросателлитным локусам были выявлены уникальные аллели и сочетания аллелей, на основе которых можно составить идентификационные формулы изучаемых сортов для дальнейшей генетической паспортизации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аладина, О.Н. Пособие для садоводов-любителей / О.Н. Аладина. — М.: Издательство Ниола-Пресс, 2007. — 256 с.
2. Голяева, О. Д. Основные итоги селекции красной смородины во ВНИИСПК / О.Д. Голяева, О.В. Панфилова // Селекция и сорторазведение садовых культур. — 2020. — Т. 7. — № 1–2. — С. 49–51.
3. Горбунов, А.Б. Химический состав ягод видов и межвидовых гибридов красной смородины в условиях культуры / А.Б. Горбунов, Т.А. Кукушкина // Химия растительного сырья. — 2019. — №. 3. — С. 83–93.

4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. — Т. 1. — Сорта растений. — М.: — 2021. — 515 с.
5. Календарь, Р.Н. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение / Р.Н. Календарь, В.И. Глазко // Физиология и биохимия культурных растений. — 2002. — Т. 34. — № 4. — С. 279–296.
6. Сорокопудов, В.Н. Красная смородина в Лесостепи Приобья / В.Н. Сорокопудов, А.Е. Соловьева, А.С. Смирнов. — Новосибирск: Агро-Сибирь, 2005. — 120 с.
7. Хлесткина, Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции / Е.К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2015. — Т. 17. — № 4/2. — С. 1044–1054.
8. Chiche, J. Genome size, heterochromatin organisation, and ribosomal gene mapping in four species of Ribes / J. Chiche, S.C. Brown, J.C. Leclerc, S. Siljak-Yakovlev // Canadian journal of botany. — 2003. — V. 81. — № 11. — P. 1049–1057.
9. Doyle, J.J. Isolation of plant DNA from fresh tissue / J.J. Doyle, J.L. Doyle // Focus. — 1990. — V. 12. — P. 13–15.
10. Galli, Z. Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers / Z. Galli, G. Halász, E. Kiss et al. // HortScience. — 2005. — V. 40. — № 7. — P. 1974–1977.
11. Janczewski, E. Monograph of the currants Ribes L / E. Janczewski // Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Geneve. — 1907. — V. 35. — P. 199–517.

LIST OF SOURCES

1. Aladina, O.N. Posobie dlya sadovodov-lyubitelej / O.N. Aladina. — M.: Izdatel'stvo Niola-Press, 2007. — 256 s.
2. Golyaeva, O.D., Osnovnye itogi selekcii krasnoj smorodiny vo VNIISPК / O.D. Golyaeva, O.V. Panfilova // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur. — 2020. — T. 7. — № 1–2. — S. 49–51.
3. Gorbunov, A.B. Himicheskij sostav yagod vidov i mezovidovyh gibridov krasnoj smorodiny v usloviyah kul'tury / A.B. Gorbunov, T.A. Kukushkina // Himiya rastitel'nogo syr'ya. — 2019. — № 3. — S. 83–93.
4. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. — T. 1. — Sorta rastenij. — M. — 2021. — 515.
5. Kalendar', R.N. Tipy molekulyarno-geneticheskikh markerov i ih primenenie / R.N. Kalendar', V.I. Glazko // Fiziologiya i biokhimiya kul'turnyh rastenij. — 2002. — T. 34. — № 4. — S. 279–296.
6. Sorokopudov, V.N. Krasnaya smorodina v Lesostepi Priob'ya / V.N. Sorokopudov, A.E. Solov'eva, A.S. Smirnov. — Novosibirsk: Agro-Sibir', 2005. — 120 s.
7. Hlestkina, E.K. Molekulyarnye markery v geneticheskikh issledovaniyah i v selekcii / E.K. Hlestkina // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. — 2015. — T. 17. — № 4/2. — S. 1044–1054.
8. Chiche, J. Genome size, heterochromatin organisation, and ribosomal gene mapping in four species of Ribes / J. Chiche, S.C. Brown, J.C. Leclerc, S. Siljak-Yakovlev // Canadian journal of botany. — 2003. — V. 81. — № 11. — P. 1049–1057.
9. Doyle, J.J. Isolation of plant DNA from fresh tissue / J.J. Doyle, J.L. Doyle // Focus. — 1990. — V. 12. — P. 13–15.
10. Galli, Z. Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers / Z. Galli, G. Halász, E. Kiss et al. // HortScience. — 2005. — V. 40. — № 7. — P. 1974–1977.
11. Janczewski, E. Monograph of the currants Ribes L / E. Janczewski // Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Geneve. — 1907. — V. 35. — P. 199–517.

О.В. Мацнева

Л.В. Ташматова, кандидат сельскохозяйственных наук

Т.М. Хромова, кандидат биологических наук

В.В. Шахов, аспирант

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур

РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина

E-mail: mazneva@vniispk.ru

УДК 634.75:581.143.6

DOI:10.30850/vrsn/2021/4/24-27

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В СИСТЕМЕ *IN VITRO*

Провели исследования по оптимизации отдельных элементов микроразмножения перспективных интродуцированных сортов земляники садовой для использования в системе производства оздоровленного посадочного материала. Объекты изучения: сорта земляники зарубежной селекции Asia (Азия), Darselect (Дарселект), Siria (Сирия), Florens (Флоренс), Klery (Клери), Honeoye (Хоней), Kimberly (Кимберли). Работу провели в лаборатории биотехнологии ФГБНУ ВНИИСПК по общепринятым методикам. Оптимальный агент для обеспечения максимальной стерильности, сохранения высокой жизнеспособности и быстрой стабилизации вводимого материала земляники — 0,1 % раствор сулемы. Негативное воздействие окисленных фенолов устраняли пересадкой эксплантов на свежую питательную среду. Наиболее эффективным для генотипов следует считать введение в культуру *in vitro* при активизации ростовых процессов у розеток земляники после зимнего хранения, обеспечивающей быструю стабилизацию роста и размножения, что служит определяющим фактором интенсивного производства. Через два месяца культивирования наибольшим количеством эксплантов, способных к клонированию, характеризовались сорта земляники Азия (56,7 %), Сирия (52,9), Флоренс (45,1), наименьшим — Клери (19,0 %). При изоляции в фазах активного роста и его замедления способность к образованию дополнительных пазушных микропобегов была минимальной. Исключение составил сорт Азия, 33,2 % эксплантов которого сформировали дополнительные микророзетки. Полученные результаты могут быть использованы для разработки систем производства оздоровленного посадочного материала интродуцированных сортов земляники садовой с помощью биотехнологических подходов.

Ключевые слова: земляника садовая, интродуцированные сорта, стерилизующий агент, срок введения, клональное микро-размножение.

O.V. Matsneva

L.V. Tashmatova, PhD in Agricultural sciences

T.M. Khromova, PhD in Biological sciences

V.V. Shakhov, PhD student

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding

RF, 302530, Orlovskaya obl. Orlovskij r-n, d. Zhilina

E-mail: mazneva@vniispk.ru

OPTIMIZATION OF MICROPROPAGATION ELEMENTS OF INTRODUCED VARIETIES OF GARDEN STRAWBERRY IN AN *IN VITRO* SYSTEM

The purpose of this research is optimization of individual elements of micropropagation of promising introduced varieties of strawberry for use in the production system of healthy planting material. Objects of research are strawberry varieties of foreign selection Asia, Darselect, Siria, Florens, Klery, Honeoye, Kimberly. The research was carried out in the laboratory of biotechnology of the FGBNU VNIISPSPK according to generally accepted methods. The optimal sterilizing agent for ensuring maximum sterility, maintaining high viability and rapid stabilization of the introduced strawberry material was 0.1 % sulema solution. Elimination of the negative impact of oxidized phenols was achieved by transplanting to a fresh nutrient medium. Introduction into the culture *in vitro* with the activation of growth processes in strawberry rosettes after winter storage should be considered the most effective for the studied genotypes, which provides rapid stabilization of growth and reproduction, which is the determining factor of intensive production. Varieties of strawberries Asia (56.7 %), Siria (52.9 %), Florens (45.1 %) were characterized by the largest number of explants capable of cloning after two months of cultivation, the least is the variety Klery (19.0 %). The ability to form additional axillary micro-shoots was minimal when isolated in the active growth phase and the growth decay phase. The exception was the Asia variety, 33.2 % of which explants formed additional microrosettes. The results obtained can be used for the development of systems for the production of healthy planting material of introduced varieties of garden strawberries using biotechnological approaches.

Key words: garden strawberries, introduced varieties, sterilizing agent, time of introduction, clonal micro-propagation.

Сортимент земляники пополняется значительным количеством новых высокопродуктивных коммерческих сортов, требующих изучения и совершенствования технологии *in vitro* с учетом генотипических особенностей. [1] Поэтому актуальна разработка эффективных и воспроизводимых систем регенерации растений в системе *in vitro* на всех

этапах культивирования. Оптимизация существующих и разработка новых приемов клонального микроразмножения земляники *Fragaria* × *ananassa* Duch. — традиционные вопросы исследований отечественных и зарубежных авторов. [3, 4, 6] Изучаемые проблемы: оптимизация сроков введения исходного материала в культуру; подбор каче-

ственных стерилизующих агентов; разработка схем стерилизации исходного материала; составление эффективных модификаций питательных сред на всех этапах *in vitro* с учетом генотипа; влияние вида и концентрации регуляторов роста на размножение исследуемых объектов; ингибирование деления и роста клеток эксплантов на этапе инициации продуктами окисления фенолов. [2, 5, 7–10]

Цель работы — оптимизировать отдельные элементы микроразмножения интродуцированных сортов земляники садовой для использования в системе производства оздоровленного посадочного материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2016–2020 годах на базе лаборатории биотехнологии ФГБНУ ВНИИСПК. Объекты изучения — сорта земляники *Fragaria* × *ananassa* Duch. зарубежной селекции: *Asia* (Азия), *Darselect* (Дарселект), *Siria* (Сирия), *Florens* (Флоренс), *Klery* (Клери), *Honeoye* (Хоней), *Kimberly* (Кимберли).

Исходный материал для выделения апексов и введения их в культуру *in vitro* — неукорененные розетки земляники, летом — розетки с вегетирующих растений. Материал для зимнего использования заготавливали в конце октября и хранили в холодильной камере при температуре от 2 до 3°C.

Опыт проводили в феврале (активизация ростовых процессов у розеток после зимнего хранения), июне (фаза активного роста), конце августа (затухание роста).

Основные стерилизующие агенты: 12 % перекись водорода (H_2O_2), 0,01 % раствор мертиолята ($C_5H_9HgNaO_2S$), 0,1 % раствор сулемы ($HgCl_2$), 0,2 % раствор нитрата серебра ($AgNO_3$).

Экспланты вводили на питательной среде Мурасиге-Скуга (МС), фон — 6-БАП 0,5 мг/л, пассивировали на МС с БАП 0,8 мг/л.

Лабораторные исследования выполняли по методическим рекомендациям, обработку экспериментальных данных — по Б.А. Доспехову. [1–3]

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе разрабатывали методику по стерилизации растительного материала земляники, обеспечивающую получение активно растущей культуры *in vitro*, свободной от внешней и внутренней инфекции (табл. 1).

Все стерилизующие агенты обеспечивали высокий выход жизнеспособных эксплантов при обработке.

Максимальная контаминация отмечена при стерилизации растительного материала земляники растворами перекиси водорода и мертиолята. Наименьшее повреждение растительных тканей эксплантов отмечено при обработке растворами перекиси водорода и нитрата серебра. Самое большое количество стерильных жизнеспособных эксплантов получено при санации растворами — 0,1 % сулемы и 0,2 % нитрата серебра, но последний вызывал потемнение покровных тканей растительных объектов, не затрагивая тканей апекса.

Таблица 1.
Результативность использования стерилизаторов при инициации эксплантов земляники *in vitro*

Стерилизующий агент, концентрация	Экспозиция, мин.	Некроз	Контаминация	Жизнеспособность
		%		
H_2O_2 , 12%	5	1,7	19,3	79,0
$C_5H_9HgNaO_2S$, 0,01%	10	7,5	17,6	74,9
$HgCl_2$, 0,1%	10	8,1	7,0	84,9
$AgNO_3$, 0,2%	2	4,2	7,3	88,5

Таблица 2.
Показатели развития эксплантов земляники на первом пассаже

Сорт	Стерилизатор	Балл	Количество листьев	Коэффициент размножения	Высота растений, мм
			шт./эксплант		
Дарселект	HgCl ₂	3,9	3,6	3,2±0,4	7,1±0,3
	AgNO ₃	3,2	2,5	2,2±0,4	5,5±0,3
Сирия	HgCl ₂	4,2	3,8	1,8±0,1	7,4±0,3
	AgNO ₃	3,9	3,3	1,7±0,1	6,9±0,3
Клери	HgCl ₂	4,1	3,0	2,3±0,3	6,4±0,2
	AgNO ₃	4,0	3,5	1,9±0,1	6,3±0,1
Хоней	HgCl ₂	4,2	5,2	2,8±0,3	6,7±0,3
	AgNO ₃	3,3	2,4	1,4±0,1	5,6±0,2
Флоренс	HgCl ₂	4,1	3,2	3,7±0,6	6,7±0,4
	AgNO ₃	3,9	2,9	2,3±0,2	6,1±0,3
Кимберли	HgCl ₂	4,5	3,0	3,3±0,3	6,7±0,2
	AgNO ₃	3,8	2,6	2,4±0,3	6,7±0,4
Азия	HgCl ₂	4,0	4,8	3,2±0,3	8,4±0,3
	AgNO ₃	3,8	4,6	2,0±0,2	7,8±0,5

Дальнейшие наблюдения показали разный морфогенный ответ эксплантов на применение наиболее эффективных стерилизаторов $HgCl_2$ и $AgNO_3$ (табл. 2).

Через два месяца лучшие показатели роста и развития были у эксплантов земляники, введенных с использованием 0,1 % раствора сулемы, что связано с более быстрой стабилизацией культуры после применения реагента. Микрорастения всех исследуемых сортов имели большее количество листьев дополнительных микророзеток.

Одна из проблем на этапе инициации морфогенеза у земляники — угнетение роста продуктами фенольного окисления, что часто приводит к гибели экспланта или снижению регенерационной способности. Замачивание исходного растительного материала после стерилизации до момента введения в 0,3 % растворе аскорбиновой кислоты не снижало токсического воздействия полифенолов. Во все сроки инициации наблюдали потемнение базальной части экспланта и питательной среды. Окисление снимали пересадкой экспланта на свежую питательную среду через 16...18 ч.

Для большинства плодовых и ягодных культур наилучшее время введения в культуру *in vitro* меристемных тканей — начало активного роста. В отличие от других растений, земляника не имеет ярко выраженного периода покоя, поэтому розетки закладывали на зимнее хранение до введения в *in vitro* с началом роста.

Таблица 3.

Регенерационная способность эксплантов земляники различных сроков введения, %

Сорт	Срок введения	Регенерировало через два месяца		
		всего	образовало розетку	способных к клонированию
Дарселект	Февраль	68,5	35,0	30,9
	Июнь	78,1	36,6	5,6
	Август	79,4	27,5	7,4
Сирия	Февраль	94,1	79,4	52,9
	Июнь	90,2	38,5	10,7
	Август	77,4	52,0	9,8
Клери	Февраль	77,8	69,6	19,0
	Июнь	71,3	12,6	1,3
	Август	66,4	31,0	12,4
Хоней	Февраль	82,7	51,7	34,6
	Июнь	62,3	8,9	6,8
	Август	93,0	34,8	15,9
Флоренс	Февраль	87,0	72,3	45,1
	Июнь	76,8	30,9	3,1
	Август	83,0	23,3	3,5
Кимберли	Февраль	76,7	58,2	38,0
	Июнь	71,5	20,2	9,3
	Август	81,5	49,5	9,3
Азия	Февраль	86,3	67,8	56,7
	Июнь	82,3	36,3	3,4
	Август	85,1	44,2	33,2

Таблица 4.

Влияние сроков введения на пролиферацию микророзеток земляники

Сорт	Срок введения	Балл развития	Коэффициент размножения, шт./эксплант	Высота растений, мм
Дарселект	Февраль	4,5	3,2±0,4	7,1±0,3
	Июнь	3,0	2,3±0,4	7,0±0,4
	Август	2,7	1,2±0,1	5,3±0,3
Сирия	Февраль	4,2	1,8±0,1	7,4±0,3
	Июнь	4,5	3,3±0,1	7,2±0,4
	Август	2,8	1,3±0,1	5,7±0,6
Клери	Февраль	4,1	2,3±0,3	6,4±0,2
	Июнь	1,8	1,2±0,1	6,3±0,3
	Август	2,4	1,5±0,1	6,9±0,4
Хоней	Февраль	4,6	3,0±0,4	9,5±0,5
	Июнь	2,9	2,2±0,2	5,8±0,3
	Август	3,1	1,5±0,1	6,3±0,3
Флоренс	Февраль	4,5	4,4±0,6	8,0±0,5
	Июнь	1,8	1,1±0,1	5,6±0,2
	Август	2,8	1,4±0,2	5,6±0,1
Кимберли	Февраль	4,6	3,5±0,7	12,6±0,8
	Июнь	3,2	1,9±0,3	5,9±0,2
	Август	3,0	1,6±0,1	5,6±0,2
Азия	Февраль	4,6	2,4±0,2	10,6±0,6
	Июнь	3,3	1,3±0,1	7,6±0,3
	Август	4,4	2,0±0,2	8,2±0,4

Исследовали влияние сроков введения эксплантов сортов земляники на интенсивность регенерации и способность к клонированию (табл. 3).

Через 4 нед. после введения все исследуемые генотипы имели высокую регенерационную спо-

собность независимо от срока изоляции, через 8 нед. количество эксплантов, способных к клонированию, не зависело от общего уровня регенерации. Физиологическое состояние эксплантов на момент введения — фактор быстрой стабилизации культуры. Наибольшее количество дополнительных розеток сформировали экспланты, введенные в февраль после хранения (начало роста), при активном делении клеток меристемы. Через два месяца после зимнего введения наибольшим количеством эксплантов, способных к клонированию, характеризовались сорта земляники: *Азия* (56,7 %), *Сирия* (52,9), *Флоренс* (45,1), наименьшим — *Клери* (19,0 %). В летние периоды изоляции способность к образованию дополнительных пазушных микропобегов была минимальной. Исключение составил сорт *Азия*, 33,2 % эксплантов которого сформировали дополнительные микророзетки.

На этапе микроразмножения *in vitro*, через 8 нед. культивирования, наиболее высокая пролиферативная активность была у эксплантов позднелетнего срока введения (табл. 4).

Таким образом, оптимальный агент для обеспечения максимальной стерильности, сохранения высокой жизнеспособности и быстрой стабилизации вводимого материала земляники — 0,1 % раствор сулемы. Наиболее эффективно для генотипов — введение в культуру *in vitro* при активизации ростовых процессов у розеток земляники после зимнего хранения, обеспечивающей быструю стабилизацию роста и размножения, что служит определяющим фактором интенсивного производства.

На этапе микроразмножения сортов проявились генотипические различия в интенсивности регенерационных процессов в зависимости от срока изоляции меристем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Атрошенко, Г.П. Рекомендации по производству оздоровленного посадочного материала земляники/ Г.П. Атрошенко, В.В. Костицын, А.А. Наделюев// С-Пб: СПбГАУ, 2001. — 13 с.
- Джигадло, Е.Н. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами/ Е.Н. Джигадло, М.И. Джигадло, Л.В. Голышкина. — Орел: ВНИИСПК, 2005. — 162 с.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
- Козлова, И.И. Сорта земляники, отвечающие современным стандартам качества/ И.И. Козлова// Плодоводство и ягодоводство России. — 2014. — Т. 38. — Ч. 1. — С. 200—207.
- Кухарчик, Н.В. Получение посадочного материала плодовых и ягодных растений *in vitro*/ Н.В. Кухарчик// Наука и инновации. — 2019. — № 6 (196). — С. 17—21.
- Матушкина, О.В. Технологические аспекты размножения земляники *in vitro*/ О.В. Матушкина, И.Н. Пронина// Селекция и сорторазведение садовых культур. — 2019. — Т. 6. — № 1. — С. 74—77.
- Муратова, С.А. Клональное микроразмножение растений — перспективный метод современного питомниководства/ С.А. Муратова // Мат. конф. «Пути повышения продуктивности агроценозов», Мичуринск. — 2015. — С. 367—373.

8. Bhatia, P. Improving the quality of in vitro culture shoots of tomato/ P. Bhatia, N. Achwath// *Biotechnology*. — 2008. — V. 7. — P. 188–193.
9. Bisvas, M.K. // Multiple Shoots Regeneration of Strawberry under various color Illuminations/ M.K. Bisvas, M. Hossain, M.B. Ahmed et al.// *American – Eurasian Journal of Scientific Research*. — 2007. — V. 2. — P. 133–135.
10. Madumali, H.K.S. Effect of BAP and IBA on Shoot Regeneration of Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) through Runner Tip Culture/ H.K.S. Madumali, P.D. Abeythilakarathna, T.H. Seran// *Sri Lanka Journal of Food and Agriculture*. — 2019. — V. 5 (1). — P. 41–48.
11. Moradi, K. Micropropagation of strawberry by multiple shoots regeneration tissue cultures/ K. Moradi, M. Otroshy, M.R. Asimi// *Journal of Agricultural Technology*. — 2011. — V. 7 (6). — P. 1755–1763.
12. Munir, M. In vitro explant sterilization and bud initiation studies of four strawberry cultivars/ M. Munir, S. Iqbal, I.U.D. Baloch, A.A. Khakwani // *Journal of Applied Horticulture*. — 2015. — V. 17 (3). — P. 192–198.
13. Rattanpal, H.S. Micropropagation of strawberry through meristem culture/ H.S. Rattanpal, M.I.S. Gill, A.K. Sangwan // *Acta Horticulturae*. — 2011. — V. 860. — P. 149–153.
4. Kozlova, I.I. Sorta zemlyaniki, otvechayushchie sovremennym standartam kachestva/ I.I. Kozlova// *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. — 2014. — T. 38. — Ch. 1. — S. 200–207.
5. Kuharchik, N.V. Poluchenie posadochnogo materiala plovdyh i yagodnyh rastenij in vitro/ N.V. Kuharchik// *Nauka i innovacii*. — 2019. — № 6 (196). — S. 17–21.
6. Matushkina, O.V. Tekhnologicheskie aspekty razmnzheniya zemlyaniki in vitro/ O.V. Matushkina, I.N. Pronina// *Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur*. — 2019. — T. 6. — № 1. — S. 74–77.
7. Muratova, S.A. Klonal'noe mikrorazmnzhenie rastenij – perspektivnyj metod sovremennogo pitomnikovodstva/ S.A. Muratova// *Mat. konf. «Puti povysheniya produktivnosti agrocenozov»*, Michurinsk. — 2015. — S. 367–373.
8. Bhatia, P. Improving the quality of in vitro culture shoots of tomato/ P. Bhatia, N. Achwath// *Biotechnology*. — 2008. — V. 7. — P. 188–193.
9. Bisvas, M.K. // Multiple Shoots Regeneration of Strawberry under various color Illuminations/ M.K. Bisvas, M. Hossain, M.B. Ahmed// *American – Eurasian Journal of Scientific Research*. — 2007. — V. 2. — P. 133–135.
10. Madumali, H.K.S. Effect of BAP and IBA on Shoot Regeneration of Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) through Runner Tip Culture/ H.K.S. Madumali, P.D. Abeythilakarathna, T.H. Seran// *Sri Lanka Journal of Food and Agriculture*. — 2019. — V. 5 (1). — P. 41–48.
11. Moradi, K. Micropropagation of strawberry by multiple shoots regeneration tissue cultures/ K. Moradi, M. Otroshy, M.R. Asimi// *Journal of Agricultural Technology*. — 2011. — V. 7 (6). — P. 1755–1763.
12. Munir, M. In vitro explant sterilization and bud initiation studies of four strawberry cultivars/ M. Munir, S. Iqbal, I.U.D. Baloch, A.A. Khakwani // *Journal of Applied Horticulture*. — 2015. — V. 17 (3). — P. 192–198.
13. Rattanpal, H.S. Micropropagation of strawberry through meristem culture/ H.S. Rattanpal, M.I.S. Gill, A.K. Sangwan // *Acta Horticulturae*. — 2011. — V. 860. — P. 149–153.

LIST OF SOURCES

1. Atroshchenko, G.P. Rekomendacii po proizvodstvu ozdorovlennogo posadochnogo materiala zemlyaniki/ G.P. Atroshchenko, V.V. Kosticyn, A.A. Nadelyuev// S-Pb: SPbGAU, 2001. — 13 s.
2. Dzhigadlo, E.N. Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniju biotekhnologicheskikh metodov v rabote s plovdyymi, yagodnymi i dekorativnymi kul'turami/ E.N. Dzhigadlo, M.I. Dzhigadlo, L.V. Golyshkina. — Orel: VNIISPK, 2005. — 162 s.
3. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta/ B.A. Dospekhov. — M.: Agropromizdat, 1985. — 351 s.

В.А. Ганич, кандидат сельскохозяйственных наук
Л.Г. Наумова, кандидат сельскохозяйственных наук
ВНИИ виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко —
филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»
РФ, 346421, г. Новочеркасск, пр-т Баклановский, 166
E-mail: LGnaumova@yandex.ru

УДК 634.852:631.524.02(470.61)

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/28-31

АВТОХТОННЫЙ ГРУЗИНСКИЙ СОРТ ВИНОГРАДА ГРДЗЕЛМТЕВАНА В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПРИДОНЬЯ

Изучали автохтонный грузинский сорт винограда Грдзелмтевана в условиях Нижнего Придонья в сравнении с контрольным сортом Рислинг рейнский для выявления адаптивного, хозяйственного и технологического потенциала. Исследования проведены на Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Россия) в 2016–2020 годах с использованием современных и классических методик. Вина были приготовлены по классической технологии приготовления столовых сухих белых вин. Установлено, что сорт винограда Грдзелмтевана в Нижнем Придонье хорошо адаптировался, характеризуется высокими показателями распутившихся почек и средней массы грозди, превосходит контрольный сорт по урожайности в два раза при более высоком накоплении сахара и оптимальной кислотности сока ягод, что необходимо для получения столовых сухих белых вин высокого качества. Дегустационная оценка вина — 8,6 балла (десятибалльная шкала). Поэтому целесообразно введение в сортимент виноградных насаждений Нижнего Придонья сорта Грдзелмтевана, что разнообразит ассортимент винодельческой продукции, удовлетворив разные вкусы потребителей.

Ключевые слова: виноград, ампелографическая коллекция, Нижнее Придонье, интродукция, автохтонные сорта, урожайность, кондиции урожая, дегустационные оценки вина.

V.A. Ganich, PhD in Agricultural sciences
L.G. Naumova, PhD in Agricultural sciences
Ya. I. Potapenko All-Russian Research Institute for Viticulture and Winemaking —
branch of Federal Rostov Agricultural Research Center
RF, 346421, g. Novocherkassk, pr-t Baklanovskij, 166
E-mail: LGnaumova@yandex.ru

AUTOCHTHONE GEORGIAN GRAPE VARIETY GRDZELMTEVANA IN THE NIZHNEE PRIDONIE CONDITIONS

The purpose of the research is to study the autochthonous Georgian grape variety Grdzelmtevana in the Pridonie region to identify the adaptive, economic and technological potential in comparison with the control Riesling Rhine variety. The studies were carried out at the Donskaya ampelography collection YA.I. Potapenko (Novocherkassk, Russia) in 2016–2020 Agrobiological using modern and classical study methods. The wines were prepared according to the classic technology of winemaking for dry white wines. On the basis of the conducted studies it was concluded that the Grdzelmtevana grape variety adapted well in the Pridonie region, has high rates of buds break and an average bunch weight. It surpasses the control grape variety in terms of productivity by twice as much and at the wherein has a higher accumulation sugar of grapes berries and optimal titratable acidity of berry juice for obtaining high quality table dry white wines. Degustation evaluation of wine is 8,6 points (for 10 point scale). Therefore, the Grdzelmtevana grape variety introduction into the State Register of Grapes for the Pridonie region will diversify the assortment of wine products, satisfying different consumer tastes.

Key words: grapes, ampelographic collection, Lower Don region, introduction, autochthonous varieties, yield, sugar content in grape berries, degustation evaluation.

Опыт показывает, что использование высокоэффективных сортов — основа создания насаждений винограда, отвечающих современным требованиям интенсивного конкурентоспособного производства. Сортимент винограда — это совокупность зонально ориентированных сортов, разных по биологическим свойствам, использованию, адаптивному потенциалу, экономической и социальной направленности. Наиболее эффективное направление в современной сортовой политике виноградарства Российской Федерации — увеличение доли отечественных и автохтонных сортов, которые наследственно обусловлены признаками высокой адаптивности, продуктивности и качества, все лучшие биологические и хозяйственно ценные признаки они реализуют в местах их происхождения. [2]

Сохранению и изучению автохтонных сортов винограда, которые составляют часть природного наследия данной местности и не произрастают в других регионах, уделяется большое внимание, что подтверждается многочисленными публикациями ученых разных стран. [3–6, 8–12] Качество урожая часто изменяется в зависимости от природно-климатических условий района произрастания и применяемой агротехники.

Цель исследования — изучение малораспространенного аборигенного грузинского сорта винограда Грдзелмтевана в условиях Нижнего Придонья.

Грдзелмтевана — древний грузинский сорт винограда, введенный в культуру из лесных зарослей, относится к эколого-географической группе сортов бассейна Черного моря (*Convarietas pontica Negr.*).

Коронка молодого побега покрыта густым войлочным опушением со слабо-розовой каймой по краям. Ось побега зеленая, опушенная. Однолетний побег желтовато-красно-бурый со слабо выраженными полосами, узлы окрашены в более темный цвет.

Лист средний, округлый, реже овальный, пятилопастный, средние или глубоко рассеченный. Пластинка листа плоская с приподнятыми краями, верхняя поверхность сетчато-морщинистая. Верхние вырезки глубокие, реже средние, открытые, лировидные с узким устьем или с почти параллельными сторонами и острым или округлым дном, иногда закрытые с овальным просветом. Нижние вырезки мелкие или средние, открытые, лировидные с почти параллельными сторонами и острым дном, реже щелевидные или в виде входящего угла. Зубчики на концах лопастей треугольные, вытянутые в острие, по краю — треугольно-пиловидные, острые, иногда односторонне выпуклые. Опушение на нижней поверхности листа средней густоты, паутинистое, с подстилающим щетинистым пушком. Черешковая выемка открытая, лировидная с острым дном, реже стрельчатая. Черешок по длине равен или короче срединной жилки, слабо-розовый с прозеленью.

Цветок обоеполюй. Гроздь длинная, цилиндрико-коническая, ветвистая, рыхлая или средней плотности. Ножка грозди длинная, травянистая, у основания одревесневшая. Ягода средняя, округлая или слегка овальная, зеленовато-желтая с пятнами загара на солнечной стороне, покрыта густым восковым налетом. Кожица тонкая, но довольно прочная. Мякоть сочная, расплывающаяся. Вкус приятный со слабым сортовым ароматом.

Относится к техническим сортам среднего срока созревания. Вызревание лозы хорошее. Сила роста кустов средняя. Используется для приготовления столовых вин европейского типа и десертных, а также для местного потребления в свежем виде. [7]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований — редкий и малораспространенный автохтонный грузинский сорт винограда *Грдзелмтевана*. Контрольный сорт — *Рислинг рейнский*, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений (1959 год), допущенных к использованию по шестому Северо-Кавказскому региону. [1] Исследования проводили в 2016–2020 годах на Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Россия). Сорта изучали в привитой культуре (подвой *Берландиери* х *Рипария Кобер* 5ББ). Схема посадки кустов 3,0 х 1,5 м. Культура неполивная,

укрывная. Формировка кустов длиннорукавная. Грунтовые воды залегают на глубине 15...20 м и не оказывают влияния на развитие виноградных кустов, так как недоступны для корневой системы винограда. Технология возделывания виноградников общепринятая для северной зоны промышленного виноградарства РФ.

В работе использовали общепринятые в виноградарстве методики сортоизучения. Сахаристость сока ягод определяли по ГОСТ 27198-87, титруемую кислотность — ГОСТ 32114-2013. Вина были приготовлены в лаборатории института по классической технологии приготовления столовых сухих белых вин.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Условия Нижнего Придонья благоприятные для реализации биологического потенциала большинства интродуцированных сортов. По данным метеопоста ВНИИВиВ имени Я.И. Потапенко, в годы наблюдений метеорологические условия были различные (табл. 1), наиболее продолжительными вегетационными периодами отличались 2018 (204 дн.) и 2019 годы (206 дн.).

За годы исследований суммы активных температур воздуха были выше средних многолетних данных (максимальное превышение отмечено в 2018 году на 849°C, а минимальное — в 2020 году на 120°C). Температурный максимум зафиксирован в 2018 году на уровне 40°C. По количеству выпавших осадков наблюдался дефицит влаги, исключение составил только 2016 год.

Зимы были довольно теплые, самая низкая температура воздуха отмечена в 2016 году — минус 20,5°C. Метеорологические условия 2020 года отличались от предыдущих лет: всего осадков выпало 139 мм, начало вегетационного периода характеризовалось более прохладной температурой воздуха в апреле и мае, что повлияло на активный рост побегов.

Условия зимних периодов в годы исследований были благоприятными для сохранности глазков в укрывном валу у сортов винограда (табл. 2).

Распустившихся почек было больше у сорта *Грдзелмтевана* (77 %) по сравнению с контролем (70,5 %). Коэффициент плодоношения (0,6) и процент плодоносных побегов (45 %) ниже, чем у контрольного сорта *Рислинг рейнский* (1,3 и 71,9 % соответственно), но благодаря высокой средней массе грозди расчетная урожайность была значительно выше — 121 ц/га (*Рислинг рейнский* — 60,5 ц/га). Максимальная масса грозди в отдельные годы у *Грдзелмтеваны* достигает 1175 г, *Рислинга рейнского* в 2019 году — 117 г. Более низкие показатели ко-

Таблица 1.

Метеорологические показатели в годы наблюдений

Показатель	2016	2017	2018	2019	2020	Многолетнее значение
Продолжительность вегетационного периода, дн.	188	172	204	206	196	188
Сумма активных температур, °C	3798	3560	4210	3927	3481	3361
Температура воздуха, °C						
максимальная	37,5	39,0	40,0	37,2	39,9	42
минимальная	-20,5	-18,9	-13,6	-11,5	-19,3	-31,7
Количество осадков за год, мм	779	453	511	403	139	534

Таблица 2.

Агробиологические показатели изучаемых сортов (2016–2020)

Показатель	Грделмтевана	Рислинг рейнский
Дата начала распускания почек	23.04	25.04
Распустившиеся почки, %	77,0	70,5
Коэффициент плодоношения	0,6	1,3
Средняя масса грозди, г	364	84
Плодоносные побеги, %	45,0	71,9
Продуктивность побегов, г	218	109
Расчетная урожайность, ц/га	121	60,5
Дата сбора урожая	11.09	14.09
Сахаристость сока ягод, г/100 см ³	22,8	20,9
Титруемая кислотность, г/дм ³	6,8	8,0
Дегустационная оценка вина, балл	8,6	8,8
Количество дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод	140	142

эффективности плодоношения и процента плодоносных побегов у сорта *Грделмтевана* нивелировались довольно высокой массой грозди.

От уровня накопления сахаров и органических кислот в соке ягод зависит качество урожая. По продолжительности вегетационного периода у изучаемых сортов средний срок созревания 140 и 142 дня. К моменту уборки урожая накапливается достаточное количество сахаров, кислот и ароматических веществ в условиях северной зоны промышленного виноградарства, к которой относится Ростовская область.

Максимальная сахаристость сока ягод выявлена в 2016 году: у сорта *Грделмтевана* 26,9 г/100 см³, *Рислинг рейнский* — 21,8 г/100 см³, средние значения за пять лет наблюдений — 22,8 и 20,9 г/100 см³ соответственно. Титруемая кислотность сока ягод колебалась по годам: у *Грделмтеваны* от 5,9 до 7,2 г/дм³, *Рислинга рейнского* — от 7 до 8,8 г/дм³.

Заключительный этап изучения технических сортов — технологическая оценка урожая. Если для классических сортов уже давно разработаны технологии приготовления качественных вин, учитывающие их сортовые особенности, то малоизученные сорта требуют особого внимания и дифференцированного подхода. Дегустационные оценки (десятибалльная шкала) готовых вин представлены по результатам работы, утвержденной приказом директора дегустационной комиссии института. Сухое столовое белое вино из винограда сорта *Грделмтевана* оценено в 8,6 балла — прозрачное с блеском, светло-соломенного цвета с тонким ароматом белых цветов, вкус полный, гармоничный. У сорта *Рислинг рейнский* 8,8 балла — вино прозрачное, бледно-соломенного цвета, с зеленоватым оттенком, аромат с тонами полевых цветов и трав, вкус свежий, гармоничный.

Выводы. На основании проведенных в условиях Нижнего Придонья исследований агробиологических и хозяйственно ценных признаков (процент распустившихся почек, средняя масса грозди, урожайность, оптимальное содержание сахаров и титруемых кислот в соке ягод, дегустационные оценки вина) грузинского сорта винограда *Грделмтевана*, он признан перспективным для качественного виноделия и использования в селекционных программах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (официальное издание). — М., 2020. — С. 426–431. Электронный ресурс: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/4050290/> (дата обращения 08.02.2021).
2. Егоров, Е.А. Сортовая политика в современном виноградарстве России / Е.А. Егоров, В.С. Петров // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. — Ялта, 2020. — Т. 49. — С. 147–151.
3. Ильницкая, Е.Т. Характеристика некоторых аборигенных дагестанских сортов винограда методом SSR-анализа и по основным ампелографическим признакам листьев / Е.Т. Ильницкая, И.И. Супрун, Л.Г. Наумова и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — № 6. — Т. 21. — С. 617–622. DOI:10.18699/VJ17.277.
4. Макаров, А.С. Технологическая оценка аборигенных белых сортов винограда в системе «виноград-виноматериал» / А.С. Макаров, И.П. Лутков, Н.А. Шмигельская, В.А. Максимовская // Магарац. Виноградарство и виноделие. — 2020. — № 22 (3). — С. 252–259. DOI:10.35547/IM.2020.22.3.014.
5. Павлова, И.А. Особенности создания коллекции крымских автохтонных сортов винограда in vitro / И.А. Павлова, Е.А. Лушай, А.В. Петухова, А.С. Абдурашитова // Магарац. Виноградарство и виноделие. — 2020. — № 22 (2). — С. 95–99. DOI:10.35547/IM.2020.20.46.002.
6. Петров, В.С. Адаптивная фенологическая реакция автохтонных сортов винограда на изменения погодно-климатических условий юга России / В.С. Петров, А.А. Марморштейн, А.А. Лукьянова, А.Г. Коваленко // Магарац. Виноградарство и виноделие. — 2020. — № 24 (3). — С. 210–215. DOI: 10.35547/IM.2020.22.3.005.
7. Табидзе, Д.И. Грделмтевана / Д.И. Табидзе // Ампелография СССР. Малораспространенные сорта винограда. — М.: Пищепромиздат, 1963. — Т. 1. — С. 371–374.
8. Li, X.Y. Collection, conservation, evaluation and utilization of Vitis amurensis germplasm resources in China / X.Y. Li, M. Yang, Ai. Jingwen et al. / Acta Horticulturae. — 2015. — 1082. — P. 79–86. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1082.10.
9. Maul, E. Identification and characterization of grapevine genetic resources maintained in Eastern European Collections / E. Maul, R. Töpfer, F. Carka et al. // Vitis. — 2015. — 54. — P. 5–12.
10. Natić, M. Autochthonous and international grape varieties grown in Serbia — Phenolic and elemental composition / M. Natić, D. Dabić Zagorac, U. Gašić et al. // Food Bioscience. — 2021. — P. 40. — 100889. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100889>.
11. Pelengic, R. Slovenia grapevine germplasm / R. Pelengic, B. Koruza // Acta Agriculturae Slovenica. — 2012. — 99 (3). — P. 429–432.
12. Popescu, C.F. Identification and characterization of Romanian grapevine genetic resources. / C.F. Popescu, L. Dejeu, D.G. Dinu et al. // Vitis. — 2017. — 56. — P. 173–180. DOI:10.5073/vitis.2017.56.173-180.

LIST OF SOURCES

1. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu (oficial'noe izdanie). — M., 2020. — S. 426–431. Elektronnyj resurs: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/4050290/> (data obrashcheniya 08.02.2021).

2. Egorov, E.A. Sortovaya politika v sovremennom vinogradarstve Rossii / E.A. Egorov, V.S. Petrov // Vinogradarstvo i vinodelie: Sb. nauch. tr. — Yalta, 2020. — T. 49. — S. 147–151.
3. Il'nickaya, E.T. Harakteristika nekotoryh aborigennykh dagestanskikh sortov vinograda metodom SSR-analiza i po osnovnym ampelograficheskim priznakam list'ev / E.T. Il'nickaya, I.I. Suprun, L.G. Naumova i dr. // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. — 2017. — № 6. — T. 21. — S. 617–622. DOI:10.18699/VJ17.277.
4. Makarov, A.S. Tekhnologicheskaya ocenka aborigennykh belykh sortov vinograda v sisteme «vinograd-vinomaterial» / A.S. Makarov, I.P. Lutkov, N.A. Shmigel'skaya, V.A. Maksimovskaya // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. — 2020 — № 22 (3). — S. 252–259. DOI:10.35547/IM.2020.22.3.014.
5. Pavlova, I.A. Osobennosti sozdaniya kollektsii krymskikh avtohtonnykh sortov vinograda in vitro / I.A. Pavlova, E.A. Lushchaj, A.V. Petuhova, A.S. Abdurashitova // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. — 2020 — № 22 (2). — S. 95–99. DOI:10.35547/IM.2020.20.46.002.
6. Petrov, V.S. Adaptivnaya fenologicheskaya reaktsiya avtohtonnykh sortov vinograda na izmeneniya pogodno-klimaticheskikh uslovij yuga Rossii / V.S. Petrov, A.A. Marmorshtejn, A.A. Luk'yanova, A.G. Kovalenko // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. — 2020. — № 24 (3). — S. 210–215. DOI: 10.35547/IM.2020.22.3.005.
7. Tabidze, D.I. Grdzelmtevana / D.I. Tabidze // Ampelografiya SSSR. Malorasprostranennye sorta vinograda. — M.: Pishchepromizdat, 1963. — T. 1. — S. 371–374.
8. Li, X.Y. Collection, conservation, evaluation and utilization of *Vitis amurensis* germplasm resources in China / X.Y. Li, M. Yang, Ai. Jingwen et al. // Acta Horticulturae. — 2015. — 1082. — P. 79–86. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1082.10.
9. Maul, E. Identification and characterization of grapevine genetic resources maintained in Eastern European Collections / E. Maul, R. Töpfer, F. Carka et. al. // Vitis. — 2015. — 54. — R. 5–12.
10. Natić, M. Autochthonous and international grape varieties grown in Serbia — Phenolic and elemental composition / M. Natić, D. Dabić Zagorac, U. Gašić et al. // Food Bioscience. — 2021. — P. 40. — 100889. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100889>.
11. Pelengic, R. Slovenia grapevine germplasm / R. Pelengic, V. Koruza // Acta Agriculturae Slovenica. — 2012. — 99 (3). — R. 429–432.
12. Popescu, C.F. Identification and characterization of Romanian grapevine genetic resources. / C.F. Popescu, L. Dejeu, D.G. Dinu et al. // Vitis. — 2017. — 56. — P. 173–180. DOI:10.5073/vitis.2017.56.173-180.

Е.Н. Петруша

Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
РФ, 684033, Камчатский край, Елизовский р-н, с. Сосновка, ул. Центральная, 4
E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

УДК 634.7:631.527

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/32-34

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ЖИМОЛОСТИ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ

Представлены многолетние данные биохимического состава жимолости различного эколого-географического происхождения, выращенные в Камчатском крае, которые позволили выявить сортовую изменчивость по содержанию сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты, растворимых сухих веществ, сахарокислотному индексу. Цель работы — изучить коллекционные сортообразцы жимолости по содержанию основных биологически активных компонентов и выделить ценные, для последующей селекционной работы на улучшение качества химического состава ягод. Объект исследования — сорта жимолости селекции ФГБНУ Камчатского НИИСХ, ФГБНУ НИИСХ имени М.А. Лисавенко, Павловской опытной станции ВИР. С 2015 по 2019 год по каждому показателю выделены сортообразцы с оптимальным значением признака и его стабильностью. Установлено, что к перспективным источникам аскорбиновой кислоты (от 50,8 до 56,9 мг%) относятся сорта: Сластина, Даринка, Герда, Бакчарский великан, Ленинградский великан; сухого вещества (15,2–15,6 %): Лазурная, Бакчарский великан; сахаров (10,2–11,3 %): Золушка, Герда, Фиалка, Ленинградский великан; низкой кислотности (1,8–2,5 %): Сластина, Даринка, Елена, Кувшинковидная, Золушка, Герда, Бакчарский великан, Морена, Нимфа, Фиалка, Ленинградский великан; отличного вкуса (4,5–5,0 баллов): Сластина, Даринка, Елена, Ассоль, Герда, Бакчарский великан, Бархат, Ленинградский великан, Фиалка, Морена; высокого сахарокислотного индекса (7,2–9,4): Даринка, Елена, Золушка, Герда, Фиалка, Бархат, Ленинградский великан; комплекса основных биологически активных веществ: Сластина, Даринка, Елена, Герда, Бакчарский великан, Фиалка, Ленинградский великан. Выделенные сорта используют в Камчатском НИИ сельского хозяйства в качестве доноров при создании нового сорта.

Ключевые слова: Камчатка, жимолость синяя, коллекция, сорта, аскорбиновая кислота, сухое вещество, кислотность, сахара, сахаро-кислотный индекс, дегустация.

E.N. Petrusha

Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture
RF, 684033, Kamchatskiy kraj, Elizovskiy r-n, s. Sosnovka, ul. Central'naya, 4
E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

STUDY OF A HONEYSUCKLE MAIN BIOCHEMICAL COMPONENTS OF THE KAMCHATSKIY REGION

Long-term data on the analysis of the biochemical composition of the main components of honeysuckle varieties of various ecological and geographical origin grown under the conditions of the Kamchatka Territory are presented. The purpose of the research was to study collection varieties of honeysuckle by the content of the main biologically active components and to isolate valuable ones with a high content of useful substances for subsequent selection work to improve the quality of the chemical composition of berries. The object of the study is the varieties of honeysuckle selected by the M.A. Lisavenko Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, FSBSI NIISX them., Pavlovsk experimental station VIR. Based on long-term studies, from 2015 to 2019, for each indicator varieties with the optimal value of the trait and its stability were identified. It was found that the promising ascorbic acid sources (from 50,8 to 56,9 mg%) include the varieties Slastena, Darinka, Gerda, Bakcharskiy velikan, Leningradskiy velikan; dry matter (15,2–15,6 %) — Azure, Bakcharskiy velikan; sugars (10,2–11,3 %) — Cinderella, Gerda, Violet, Leningradskiy velikan; low acidity (1,8–2,5 %) — Slastena, Darinka, Elena, Kuvshinkovidnaya, Cinderella, Gerda, Bakcharskiy velikan, Morena, Nymph, Violet, Leningradskiy velikan; excellent taste (4,5–5,0 points) — Slastena, Darinka, Elena, Assol, Gerda, Bakcharskiy velikan, Velvet, Leningradskiy velikan, Violet, Morena; high sugar-acid index (7,2–9,4) — Darinka, Elena, Cinderella, Gerda, Violet, Velvet, Leningradskiy velikan; a complex of the main biologically active substances — Slastena, Darinka, Elena, Gerda, Bakcharskiy velikan, Violet, Leningradskiy velikan. The selected varieties are used at the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture as donors when creating a new variety.

Key words: Kamchatka, blue honeysuckle, collection, varieties, ascorbic acid, dry matter, acidity, sugars, sugar-acid index, tasting.

Нетрадиционная ягодная культура жимолость — источник витаминов, которые играют большую роль в жизнедеятельности человека, повышая тонус организма, его физическую и умственную работоспособность, сопротивляемость болезням. [3,5] Жимолость синяя сочетает в себе комплекс биологически активных веществ, ягоды которой необходимы в раннелетний, безвитаминовый период. [4] В районах рискованного земледелия с суровым климатом, низкими температурами, продолжительной зимой и коротким летом, уделяется особое внимание по обеспечению населения свежими высоковитаминизированными продуктами питания.

Селекционеры Камчатского НИИСХ создают новые перспективные сорта с привлечением не только дикорастущих форм жимолости камчатской, но и интродуцированных сортов и элитных форм из различных селекционных учреждений России. [6, 7] Селекция по жимолости успешно осуществляется по всем направлениям, в том числе на улучшение биохимического состава плодов. В ягодах жимолости содержится разнообразие макро- (в большом количестве магний, натрий, калий, а также фосфор, железо, кальций) и микроэлементов (марганец, йод, медь, алюминий, кремний, барий), провитамина А, витаминов С, В₁, В₂, витамина Р — 700...1800 мг%,

сухих веществ — 13...16 %, сахаров — 1,5...12,5 %, пектинов, дубильных, и красящих веществ, органических кислот. Соотношение сахаров, органических кислот, полифенолов влияет на вкус, пищевую ценность и технологические свойства ягод, а микроэлементы, витамины биологически активных веществ обуславливают диетические и лечебные качества. [1, 2]

Цель работы — изучить коллекционные сортообразцы жимолости по содержанию основных компонентов биохимического состава в условиях Камчатского края. Задача исследований — выделить основные биологически активные компоненты (сухое вещество, сахара, кислоты) в плодах жимолости и отобрать ценные сортообразцы с их высоким содержанием.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с 2015 по 2019 год на коллекционном питомнике жимолости Камчатского НИИСХ в соответствии с Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Орел, 1999). Объекты — 6 сортообразцов жимолости синей селекции Камчатского НИИСХ (*Атлант*, *Сластена*, *Соперница Горянка*, *Мильковчанка*, *Даринка*, *Елена*), 9 — НИИСС имени М.А. Лисавенко (*Синяя птица*, *Голубое веретено*, *Кувшинковидная*, *Лазурная*, *Золушка*, *Герда*, *Ассоль*, *Бархат*, *Бакчарский великан*), 5 — Павловской опытной станции ВИР (*Морена*, *Виола*, *Нимфа*, *Фиалка*, *Ленинградский великан*). Схема посадки — 2,8 x 1,0 м, по 3 растения каждого сорта. Почва — охристая, вулканическая, супесчаная. Биохимические анализы свежих плодов проводили согласно стандартным методикам: содержание растворимых сухих веществ — рефрактометрически; суммы сахаров — по методу Бертрана; органических кислот — титрованием вытяжек 0,1 н. NaOH с последующим пересчетом на яблочную

кислоту; аскорбиновой кислоты (АК) — по Мурри. Рассчитали сахаро-кислотные индексы (СКИ). Изменчивость основных компонентов биохимического состава определяли коэффициентом вариации V — стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности, определяли при помощи MS Excel (Microsoft Office 2003). Оценивали вкус при полной спелости ягод по пятибалльной шкале: 5 — отличный, десертный, сладкий или кисло-сладкий; 4 — хороший, сладко-кислый; 3 — посредственный, кислый; 2 — плохой, кисло-горький; 1 — очень плохой, хинно-горький.

Район исследования расположен в юго-восточной зоне Камчатского полуострова с большим количеством осадков (784...1120 мм в год). Снежный покров устанавливается в конце октября — начале ноября и удерживается до конца апреля — середины мая. Переход среднесуточной температуры через 0°C происходит 20...22 апреля, 5°C — 20...23 мая. Лето прохладное и короткое. Среднемесячные температуры июля, августа 12...14°C. Сумма температур выше 10°C не превышает 1100. Продолжительность вегетационного периода 120...146 дн. Погодные условия характеризовались неоднородностью вегетационных периодов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Многолетними исследованиями выявлено, что сортообразцы жимолости незначительно различаются по содержанию в плодах основных компонентов (см. таблицу). Ягоды изучаемых сортов в среднем накапливают аскорбиновую кислоту до 44,4 мг%, при варьировании от 31,7 (*Лазурная*) до 56,9 мг% (*Сластена*) и коэффициенте вариации 3,8 %. Наибольшее ее содержание (41,2...56,9 мг%) в сортах: *Атлант*, *Сластена*, *Соперница Горянка*, *Даринка*, *Мильковчанка*, *Елена*, *Синяя птица*, *Герда*, *Ас-*

Биохимические показатели и дегустационная оценка коллекционных сортообразцов жимолости (среднее за 2015–2019 годы)

Сорт	Аскорбиновая кислота, мг %	Сухое вещество, %	Сахара, %	Кислотность, %	СКИ	Дегустационная оценка, балл
<i>Атлант</i>	46,3	13,1	8,8	2,8	6,0	4,0
<i>Сластена</i>	56,9	12,7	7,9	1,9	6,0	5,0
<i>Соперница Горянка</i>	42,1	13,2	6,1	3,4	2,7	3,5
<i>Даринка</i>	50,8	12,8	9,8	2,1	7,7	5,0
<i>Мильковчанка</i>	44,3	12,8	8,1	3,2	4,9	4,0
<i>Елена</i>	47,7	11,9	9,2	1,8	7,4	5,0
<i>Синяя птица</i>	41,2	11,8	7,6	2,7	4,9	4,0
<i>Голубое веретено</i>	32,6	11,8	8,3	3,2	5,1	4,0
<i>Кувшинковидная</i>	38,2	11,4	6,5	2,3	4,2	4,0
<i>Лазурная</i>	31,7	15,2	8,6	2,8	5,8	4,5
<i>Золушка</i>	37,4	11,8	10,2	1,9	8,3	5,0
<i>Герда</i>	56,0	14,0	11,3	1,9	9,4	5,0
<i>Ассоль</i>	46,1	14,2	8,4	2,8	5,6	4,5
<i>Бархат</i>	49,0	12,8	9,8	2,6	7,2	4,5
<i>Бакчарский великан</i>	53,9	15,6	8,3	2,1	6,2	4,5
<i>Морена</i>	39,1	11,7	7,8	1,8	6,0	5,0
<i>Виола</i>	37,4	12,0	5,9	3,0	2,9	4,0
<i>Нимфа</i>	33,7	13,2	6,3	2,5	3,8	4,0
<i>Фиалка</i>	46,5	12,6	10,5	2,0	8,5	5,0
<i>Ленинградский великан</i>	56,5	11,9	10,2	2,5	7,7	5,0
Х	44,4	12,8	8,5	2,4	6,0	4,5
Min	31,7	11,4	5,9	1,8	2,7	3,5
Max	56,9	15,6	11,3	3,4	9,4	5,0
V, %	3,8	2,0	4,0	20,8	6,5	2,0

соль, Бархат, Бакчарский великан, Фиалка, Ленинградский великан; низким (31,7...39,1 мг%): Голубое веретено, Кувшинковидная, Лазурная, Золушка, Морена, Виола, Нимфа. Доля растворимых сухих веществ в ягодах при среднесортном значении составила 12,8 %, коэффициент вариации — 2,0 %. Максимальное значение сухих веществ у сортов Лазурная (15,2 %), Бакчарский великан (15,6), а минимальное у Кувшинковидной (11,4); Морены (11,7); Синей птицы, Голубого веретена, Золушки (11,8); Елены, Ленинградского великана (11,9 %).

Содержание сахаров в ягодах влияет на вкусовые характеристики. В нашем случае выявлен средний показатель — 8,5 %, с незначительным коэффициентом вариации (V) — 4,0 %. Высоким уровнем сахаров (7,6...9,8 %) характеризуются сорта: Атлант, Сладостена, Даринка, Мильковчанка, Елена, Синяя птица, Голубое веретено, Лазурная, Ассоль, Бархат, Бакчарский великан, Морена. Наибольшая сахаристость (10,2...11,3 %) отмечена у Золушки, Ленинградского великана, Герды, Фиалки. Сорта с низким содержанием сахаров: Соперница Горянка (6,1), Кувшинковидная (6,5), Виола (5,9), Нимфа (6,3 %).

За годы исследований кислотность сортов варьировала от 1,8 до 3,4 %, в среднем — 2,4 %. Межсортная изменчивость признака довольно высокая, V — 20,8 %. Большинство образцов характеризуется низкой кислотностью (1,9...2,5 %): Сладостена, Даринка, Елена, Кувшинковидная, Золушка, Герда, Бакчарский великан, Морена, Фиалка, Нимфа, Ленинградский великан. Среднее содержание органических кислот (2,7...3,4 %) отмечено у сортов: Атлант, Соперница Горянка, Мильковчанка, Синяя птица, Голубое веретено, Лазурная, Ассоль, Виола. Для десертных сортов важен сахарокислотный индекс (СКИ), величина которого зависит от количества сахаров и органических кислот в ягодах. СКИ изменялся от 2,7 до 9,4, в среднем — 6,0, V — 6,5 %. Лучшими по этому показателю признаны: Даринка (7,7), Елена (7,4), Золушка (8,3), Герда (9,4), Фиалка (8,5), Бархат (7,2), Ленинградский великан (7,7). Самые низкие его значения отмечены у Соперницы Горянки (2,7), Виолы (2,9).

Согласно результатам дегустации все сортаобразцы имеют выраженный аромат и хорошие вкусовые качества ягод. Сбалансированным гармоничным вкусом и высокой дегустационной оценкой (4,5...5,0 балла) характеризовались: Сладостена, Даринка, Елена, Лазурная, Золушка, Герда, Ассоль, Бархат, Бакчарский великан, Морена, Фиалка, Ленинградский великан. Наименьшая дегустационная оценка (3,5 балла) у сорта Соперница Горянка — у ягод кислый вкус с явно выраженной горчинкой.

Таким образом, в результате анализа многолетних данных биохимического состава основных компонентов выявлены перспективные сортаобразцы жимолости, которые представляют ценность не только для потребления в свежем виде, но и как источники селекции на улучшенный химический состав ягод в условиях Камчатского края.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бочарова, Т.Е. Оценка сортов жимолости по содержанию в плодах сахаров и кислот / Т.Е. Бочарова // Роль науки в повышении устойчивости функционирования АПК Тамбовской области: матер. науч.-практ. конф. (17–18 ноября 2004 г.). — Т. 2. — Мичуринск, 2004. — С. 32–35.

2. Бочарова, Т.Е. Биохимическая оценка качества перспективных сортобразцов жимолости селекции ГНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина / Т.Е. Бочарова // Достижения и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях: мат. II Межд. науч. — методологич. диспанс. конф. (23 марта — 23 апреля 2013 г., Мичуринск — наукоград РФ). — Воронеж: Кварта, 2013. — С. 17–22.
3. Вигоров, Л.И. Сад лечебных культур / Л.И. Вигоров // Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1979. — 176 с.
4. Леонченко, В.Г. Пищевая и биологическая ценность плодов нетрадиционных садовых растений / В.Г. Леонченко, Е.В. Жбанова // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур: мат. Межд. науч.-метод. конф. (12–14 августа 2003 года) ВНИИС — Воронеж: «Кварта», 2003. — С. 202–207.
5. Полинг, Л. Витамин С и здоровье / Л. Полинг. — М.: Наука, 1975. — 80 с.
6. Петруша, Е.Н. Оценка исходного материала жимолости камчатской для селекции на крупноплодность и качество ягод / Е.Н. Петруша // Дальневосточный аграрный вестник. — 2020. — № 2 (52). — С. 41–46.
7. Петруша, Е.Н. Селекционное изучение исходного материала жимолости камчатской для создания сорта / Е.Н. Петруша // мат. Межд. науч.-практ. конф. — П.-Камчатский филиал Российского Университета Кооперации, 2014. — С. 26–30.
8. Плеханова, М.Н. Классификатор рода *Lonicera* L. подсемейства *Caeruleae* Rehd. (Жимолость) / М.Н. Плеханова. — Л.: ВИР, 1988. — 26 с.

LIST OF SOURCES

1. Bocharova, T.E. Ocenka sortov zhimolosti po sodержaniyu v plodah saharov i kislot / T.E. Bocharova // Rol' nauki v povyshenii ustojchivosti funkcionirovaniya APK Tambovskoj oblasti: mater. nauch.-prakt. konf. (17–18 noyabrya 2004 g.). — T. 2. — Michurinsk, 2004. — S. 32–35.
2. Bocharova, T.E. Biohimicheskaya ocenka kachestva perspektivnykh sortoobrazcov zhimolosti selekcii GNU VNIIS im. I.V. Michurina / T.E. Bocharova // Dostizheniya i perspektivy razvitiya kul'tury zhimolosti v sovremennykh usloviyah: mat. II Mezhd. nauch. — metodologich. distanc. konf. (23 marta — 23 aprelya 2013 g., Michurinsk — naukograd RF). — Voronezh: Kvarta, 2013. — S. 17–22.
3. Vigorov, L.I. Sad lechebnykh kul'tur / L.I. Vigorov // Sverdlovsk: Sredne-Ural'skoe knizhnoe izd-vo, 1979. — 176 s.
4. Leonchenko, V.G. Pishchevaya i biologicheskaya cennost' plodov netradicionnykh sadovykh rastenij / V.G. Leonchenko, E.V. Zhanova // Sostoyanie i perspektivy razvitiya netradicionnykh sadovykh kul'tur: mat. Mezhd. nauch.-metod. konf. (12–14 avgusta 2003 goda) VNIIS — Voronezh: «Kvarta», 2003. — S. 202–207.
5. Poling, L. Vitamin S i zdorov'e / L. Poling. — M.: Nauka, 1975. — 80 s.
6. Petrusha, E.N. Ocenka iskhodnogo materiala zhimolosti kamchatskoj dlya selekcii na krupnoplodnost' i kachestvo yagod / E.N. Petrusha // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. — 2020. — № 2 (52). — S. 41–46.
7. Petrusha, E.N. Selekcionnoe izuchenie iskhodnogo materiala zhimolosti kamchatskoj dlya sozdaniya sorta / E.N. Petrusha // mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. — P.-Kamchatskij filial Rossijskogo Universiteta Kooperacii, 2014. — S. 26–30.
8. Plekhanova, M.N. Klassifikator roda *Lonicera* L. podsekcii *Caeruleae* Rehd. (Zhimolost') / M.N. Plekhanova. — L.: VIR, 1988. — 26 s.

Е.В. Овэс, кандидат сельскохозяйственных наук
 Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха
 РФ, 140051, Московская обл., д.п. Красково, г. Люберцы, ул. Лорха, 23
Е.В. Николаева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Петрозаводский государственный университет
 РФ, 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33
 E-mail: oveselena@mail.ru

УДК 635.21:573.6:631

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/35-39

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА И ВЫСОКОГОРНОЙ ЗОНЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

В работе изучали показатели урожая 36 раннеспелых сортов картофеля северного региона (Архангельская обл.) и высокогорья Северного Кавказа (высота 2500 м н.у.м) в 2015–2020 годах. Характерные особенности северного региона – световой период (до 21 ч в июне – июле), способствующий увеличению продолжительности межфазных периодов развития растений, высокогорья – короткий световой день (14 ч), резкий перепад дневных (15,1–25,8°C) и ночных (7,8–15,2°C) температур, интенсивная солнечная инсоляция. Торфяно-подзолисто-глеевые почвы с более низким содержанием гумуса (3,7 %) и высоким – калия (240–267 мг/кг) в сравнении с горно-луговыми субальпийскими почвами высокогорья (6,7 % и 102–120 мг/кг соответственно). Высаживали картофель в I-й декаде июня по 25 клубней каждого сорта по схеме 0,7 × 0,3 м, убивали в начале сентября. Площадь учетной делянки – 5,25 м². С помощью кластерного, дискриминантного анализов группировали сорта и выделяли наиболее урожайные генотипы по комплексу показателей: коэффициент размножения, продуктивность растения и средняя масса клубня. Лучшими оказались сорта: Гулливер, Удача, Крепыш, Солист, Лидер, Даренка, Бриз, Ред Леди, Ривьера и Винета, сформировавшие на одно растение от 8,1 до 11,4 клубней со средней массой 37,0–67,9 г и продуктивностью 400–633 г. В высокогорье наиболее урожайные: Гулливер, Якутянка, Югана, Даренка, Лидер, Бриз, Ред Леди, Импала и Розара, которые соответственно сформировали 11,8–19,8 шт., 56,5–70,6 г и 830–1140 г на одно растение.

Ключевые слова: северный регион, высокогорье Северного Кавказа, Банк здоровых сортов картофеля, сорт, раннеспелость, полевая коллекция, пластичность, базовые клоны, урожай клубней.

E.V. Oves, PhD in Agricultural sciences
 Russian Potato Research Centre
 RF, 140051, Moskovskaya obl., d.p. Kraskovo, g. Lyubercy, ul. Lorha, 23
E.V. Nikolaeva, PhD in Agricultural sciences
 Petrozavodsk State University
 RF, 185910, g. Petrozavodsk, pr. Lenina, 33
 E-mail: oveselena@mail.ru

ECOLOGICAL FACTORS OF THE NORTHERN REGION AND HIGHLAND ZONE INFLUENCE ON YIELD FORMATION OF EARLY MATURING POTATOES VARIETIES

The aim of the research was to study the yield indicators of 36 early maturing potato varieties in the northern region (Arkhangelsk region) and the highlands of the North Caucasus (an altitude of 2500 m above sea level). The experimental work was carried out in 2015–2020. The characteristic features of the northern region are the light period (up to 21 hours in June – July), which contributes to an increase in the duration of the interphase periods of plant development, in the highlands – a short light period (14 hours), a sharp temperature drop in the daytime (15.1 – 25.8°C) and night (7.8 – 15.2°C) hours, intense solar insolation. The peat-podzolic-gley soils of the northern region were characterized by a lower humus content (3.7 %) and a high content of potassium (240–267 mg/kg) in comparison with the mountain meadow subalpine soils of the highlands (6.7 % and 102–120 mg/kg, respectively). Potatoes were planted in early June and harvested in early September, 25 tubers of each variety according to the scheme 0.7 × 0.3 m, the area of the registration plot was 5.25 m². Using the methods of cluster and discriminant analyzes, the varieties were grouped and the most productive genotypes were identified by a set of indicators: the multiplication factor, plant productivity and the average tuber weight. In the northern region, the best varieties were Gulliver, Udacha, Krepysh, Solist, Leader, Darenka, Breeze, Red Lady, Riviera and Vineta, which formed from 8.1 to 11.4 tubers per plant with an average weight of 37.0–67.9 g and productivity 400–633 g. In the highlands, the most productive varieties were Gulliver, Yakutyanka, Yugana, Darenka, Leader, Breeze, Red Lady, Impala and Rosara, which formed from 11.8 to 19.8 tubers per plant with an average weight of 56.5–70.6 g and productivity 830–1140 g.

Key words: Northern region, highlands of the North Caucasus, Bank of Healthy potato varieties, variety, early maturity, field collection, plasticity, basic plants, tubers yield.

Биологическая особенность картофеля – вегетативный способ размножения. С этим связаны проблемы, обусловленные физиологическим старением культуры и накоплением специфических патогенов, вызывающих вырождение при воспроизводстве се-

менного материала. В семеноводстве картофеля биотехнологические методы получили наибольшее практическое распространение. [11] Применение меристемно-тканевых операций позволяет сохранить типичность биоматериала в процессе поддер-

жания *in vitro* коллекции картофеля. [12] Однако существует угроза закрепления модификаций по отдельным хозяйственно ценным признакам и свойствам. [9, 10] Для сохранения генетического разнообразия картофеля лучшие условия *in situ*, которые минимизируют потери сортовых ресурсов. [7, 13] В полевой коллекции присутствуют риски заражения растений вирусными болезнями, сохранение сортов становится проблематичным.

В начале 2000-х годов во ВНИИКС создан банк здоровых сортов картофеля (БЗСК). Первые экспедиции организованы на Большом Соловецком острове в 2004–2006 годах. [14] Позже сортообразцы разместили на материке, в Приморском районе Архангельской области с дублированием коллекции на высоте 1600...1800 м н.у.м. в Республике Ингушетия. С 2015 года и по настоящее время базовую коллекцию БЗСК (более 200 сортообразцов) поддерживают в условиях северного региона и высокогорной зоны Северного Кавказа на высоте 2300...2500 м н.у.м. [5]

Цель работы — изучить особенности формирования урожая раннеспелых сортов в северном регионе и высокогорной зоне для выделения базовых клонов и последующего их использования в семеноводстве картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальную работу проводили в 2015–2020 годах в условиях европейского севера России (Приморский район Архангельской области — 64° 32.3636'0" с.ш. и 40° 31.0163' 0" в.д.) и высокогорья Северного Кавказа на высоте 2300...2500 м н.у.м. (Верхний Згид, РСО-Алания — 42°52'12" с.ш. и 43°57'33" в.д.).

Почвы Приморского района торфяно-подзолисто-глеевые с преобладанием ровного рельефа. Агрохимические показатели: содержание гумуса (по Тюрину) — 3,66 % (низкое), азота — 43...45 мг/кг почвы (среднее), подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) — 240...267 и 160...170 мг/кг почвы соответственно (высокое); pH 5,8 (слабокислая). Оптимальные показатели температуры воздуха и почвы для посадки картофеля наступают в I-й декаде июня. Наиболее благоприятными для культуры оказались условия полевых сезонов 2016–2018 годов, когда превышение среднесуточных температур в июле-августе на 1,3...3,0°C в сочетании с обилием осадков способствовало интенсивному росту и клубнеобразованию. В периоды вегетации 2015 и 2019 годов недостаточная теплообеспеченность растений в июле (среднесуточная температура воздуха ниже многолетней нормы на 3,3...3,6°C) и августе (на 1,0...1,6°C) неблагоприятно повлияла на ростовые процессы и формирование урожая клубней. В 2020 году дефицит влаги в критический период развития растений (цветение) отразился на показателях его продуктивности.

На Северном Кавказе воздух чистый и прозрачный, напряжение солнечной радиации высокое, с большим содержанием ультрафиолетовых лучей. Долгота дня резко отличается от северной зоны (до 21 ч в июне-июле) и в период вегетации картофеля характеризуется плавным переходом с 15 ч в июне до 14 ч в начале августа.

Почвы высокогорья горно-луговые субальпийские. Агрохимический анализ: содержание гумуса в верхнем горизонте — 6,7 % (высокое), азота — 43...45 мг/кг почвы (среднее), доступных форм фосфора (по Кирсанову) — 102...120 (повышенное) и калия — 161...180 мг/кг почвы (высокое); pH 5,8 (слабокислая). Дневные температуры в период вегетации варьировали в пределах 15,1...25,8°C, при резком снижении в ночное время суток до 7,8...15,2°C. Количество выпавших осадков — 410...613 мм.

Для сравнительного анализа эффективности выращивания картофеля в северных и высокогорных условиях использовали 36 скороспелых сортов. Высаживали в I-й декаде июня по 25 клубней каждого сорта по схеме 0,7 × 0,3 м, площадь учетной делянки — 5,25 м². Уборку проводили в начале сентября, при этом определяли коэффициент размножения, продуктивность картофеля и среднюю массу одного клубня.

Экологическую пластичность сортообразцов оценивали по продуктивности растения с использованием коэффициента регрессии (b_i) [6,8], который отображает среднюю реакцию генотипа на колебания условий среды, проявляющуюся в фенотипической изменчивости. Нулевое или близкое к нулю значение b_i свидетельствует о нейтральной реакции на вариabельность условий среды, при $b_i > 1,0$ образцы интенсивного типа, которые хорошо реагируют на улучшение условий выращивания. [4]

Варианса стабильности S_i^2 показывает насколько надежно генотип соответствует той пластичности, которую оценили при помощи коэффициента регрессии. Чем ближе S_i^2 к нулю, тем меньше отличаются эмпирические значения от теоретических, образец показывает стабильную урожайность в различающихся условиях среды. [3]

Экспериментальные данные статистически обрабатывали с привлечением отдельных методов многомерного статистического анализа — факторного (метод главных компонент), кластерного (метод Варде, Евклидово расстояние) и пошагового дискриминантного (метод включения) [1, 2], с использованием Microsoft Excel 2010 и StatGraphics Centurion XV.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В северной зоне начало всходов зарегистрировано во II-й декаде, массовых всходов — в конце III-й декады июня. Фаза цветения зависела от сортовых особенностей — с III-й декады июля до конца I-й декады августа. На 45...55-й день посадки ранних сортов отмечено клубнеобразование, растения сформировали 2...3 стебля и габитус на уровне 50...60 см. При уборке длина стеблей достигала 60...65 см.

В горных условиях всходы картофеля появились на 6...10 дн. позже относительно северной зоны. Полные всходы у большинства сортов отмечали на 20...28-й день после посадки, на 47...58-й день — фаза бутонизации. Массовое цветение отмечали в I-ю декаду августа (на 60...70 день). К периоду уборки длина стеблей в зависимости от сорта варьировала от 70 до 80 см. Количество стеблей — от четырех до шести на одно растение.

Результаты факторного анализа

Показатель	Факторные нагрузки (% общей дисперсии)			
	F ₁ (65,0)	F ₂ (34,6)	F ₁ (62,8)	F ₂ (37,0)
	северная зона		высокогорная зона	
Коэффициент размножения, шт.	0,995	–0,081	0,983	–0,176
Продуктивность, г/раст.	0,821	0,565	0,917	0,396
Средняя масса одного клубня, г	0,038	0,998	0,039	0,999

Изученные показатели (коэффициент размножения, продуктивность растения и средняя масса одного клубня), рассматриваемые в качестве переменных, использовали для определения особенностей структуры взаимосвязей между ними. Для каждой зоны получено по два фактора F₁ и F₂ (см. таблицу).

По знакам и факторным нагрузкам F₁ установлена прямая зависимость между коэффициентом размножения и продуктивностью картофеля. Высокое значение факторной нагрузки F₂ показателя «средняя масса одного клубня» свидетельствует о более или менее независимом характере его проявления у изученных сортов.

При распределении по комплексу показателей идентичного набора (кластерный анализ) в каждой зоне выделено по три группы сортов. В северной зоне корректность группировки на 97,22 % поддержана дискриминантным анализом. Основные дискриминаторы — продуктивность одного растения и средняя масса клубня. Первая группа (10 сортов) отличалась наибольшими показателями

коэффициента размножения, продуктивности одного растения и средней массы клубня (рис. 1).

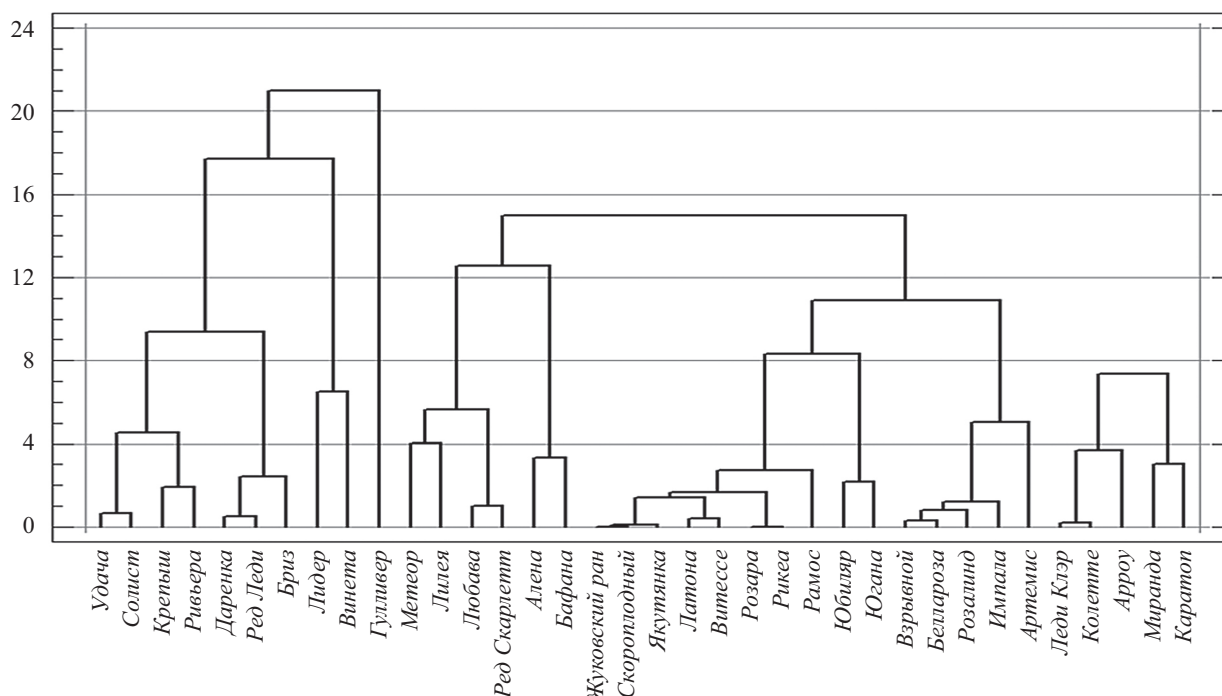
Многочисленная вторая группа (21 шт.) характеризовалась минимальным коэффициентом размножения, средними значениями продуктивности растения и массы одного клубня. В третьей группе (5 сортов) наименьшие показатели продуктивности и массы клубня.

В высокогорной зоне соответствие распределения сортов на три группы подтверждено на 94,44 % пошаговым дискриминантным анализом. Дискриминаторы — коэффициент размножения и продуктивность растения. Наибольшая по численности первая группа (16 шт.) с наименьшей массой одного клубня, средними значениями коэффициента размножения и продуктивности картофеля (рис. 2).

Вторая группа (9 сортов) характеризовалась более высокими показателями коэффициента размножения, продуктивности и массы клубня, в третьей (11 сортов) минимальные значения коэффициента размножения и продуктивности.

Результаты параллельной оценки продуктивности раннеспелых сортов картофеля в северной и высокогорной зоне отражают существенное варьирование урожайных показателей, связанных с неоднородностью экологических факторов и биологическими особенностями растения. Условия северного региона способствовали проявлению больших различий между сортами по показателю «средняя масса одного клубня», а высокогорья — «коэффициент размножения».

В высокогорье показатели сортов превышали таковые в северной зоне: коэффициент размножения



Переменная	Центроид		
КР	9,2	6,9	7,4
П	459,9	323,6	286,4
М1	50,1	47,6	38,7

Рис. 1. Группировка раннеспелых сортов картофеля в северной зоне. КР — коэффициент размножения, шт., П — продуктивность, г/раст., М₁ — средняя масса одного клубня, г (то же на рис. 2).

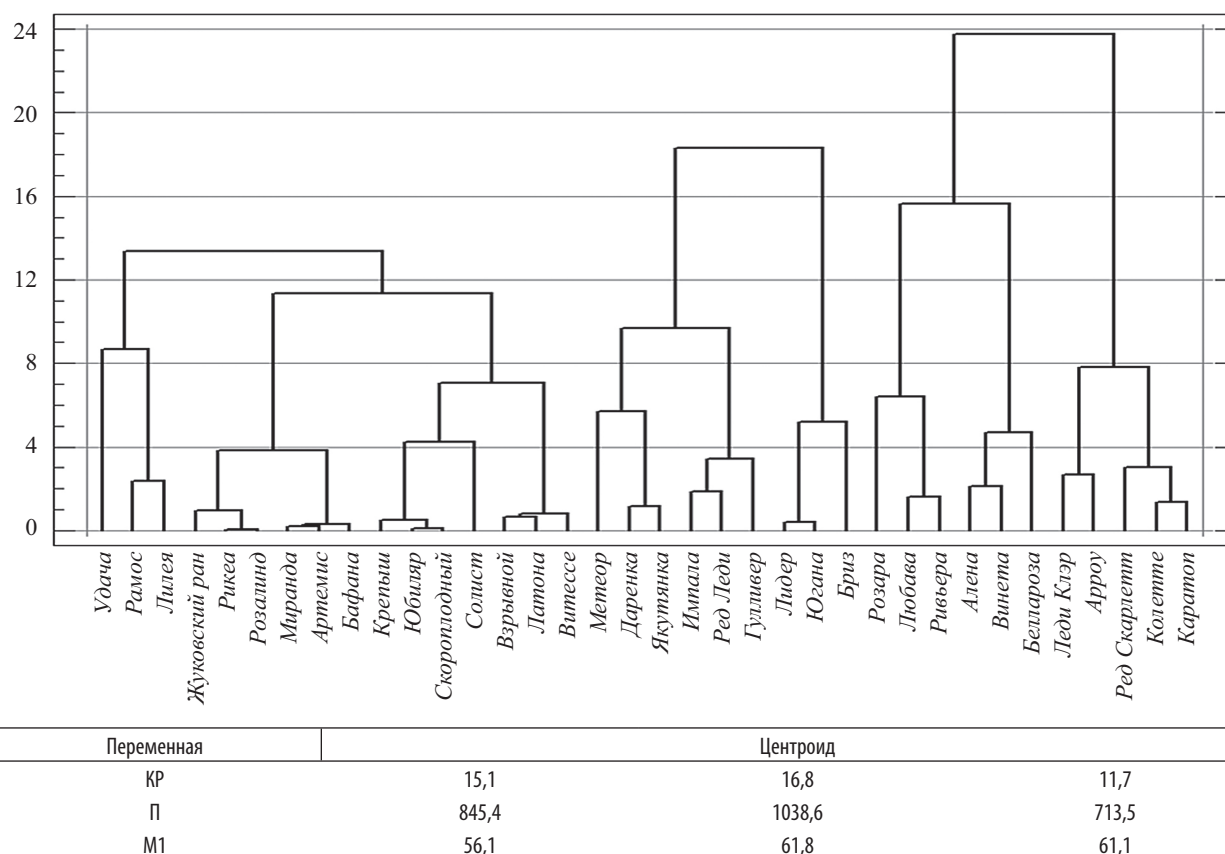


Рис. 2. Группировка раннеспелых сортов картофеля в высокогорной зоне.

в 1,9 раза, продуктивность растения – 2,4, масса одного клубня – 1,3 раза. Из 36 скороспелых сортов лишь для пяти (*Даренка*, *Ред Леди*, *Бриз*, *Лидер*, *Гулливвер*) свойственна устойчивость к экстремальным условиям среды северной и высокогорной зон.

По результатам оценки пластичности, только у некоторых фенотипическая изменчивость совпала. Сорта интенсивного типа (b_i – 1,44...2,80) – *Даренка* и *Импала*, хорошо отзываются на улучшение условий выращивания в северной и высокогорной зонах. Сорта *Жуковский ранний*, *Взрывной*, *Латона*, *Солист* (b_i – 0,91...0,81) с пониженной чувствительностью на изменения условий среды. Совпадением нейтральной реакции генотипа (b_i – 0,06 и 0,08) характеризовался *Каратоп*. В годы исследований независимо от зоны выращивания ни один из изученных раннеспелых сортов не отличался стабильностью урожая клубней.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дюк, В.А. Обработка данных на ПК в примерах / В.А. Дюк. – С-Пб: Питер, 1997. – 231 с.
2. Ким, Дж.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж.-О. Ким, П.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др. – М.: Финансовая статистика, 1989. – 215 с.
3. Кравченко, Р.В. Агробιοлогическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р.В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.
4. Кундик, Т.М. Пластичность и стабильность урожайности сортов люпина желтого / Т.М. Кундик // Селекция и семеноводство полевых культур: сб. науч. тр. – Ч. 2. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. – С. 93–96.
5. Овэс, Е.В. Результаты отбора базовых клонов картофеля в условиях Европейского севера и высокогорья северного Кавказа / Е.В. Овэс, Н.А. Гаитова, О.А. Шишкина, Н.А. Фенина // Земледелие. – 2020. – № 4. – С. 29–34.
6. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 103–113.
7. Castaneda-Alvarez, N.P. Ex Situ Conservation Priorities for the Wild Relatives of Potato (*Solanum* L. Section *Petota*) / N.P. Castaneda-Alvarez, S. de Haan, H. Juarez et al. // PloS One. – 2015. – 10 (4) e0122599.
8. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // Ctop. sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36–40.
9. Gong, H. Major In Vitro Techniques for Potato Virus Elimination and Post Eradication Detection Methods. A Review / H. Gong, C. Igraneza, L. Dusengemungu // American Journal of Potato Research. – 2019. – P. 1–11.
10. Harding, K. The methylation status of dna-derived from potato plants recovered from slow growth / K. Harding // Plant cell tissue and organ culture. – 1994. – Vol. 37. – № 1. – P. 31–38.
11. Morais, T. Application of tissue culture techniques in potato / T. Morais, S. Asmar, H. Silva et al. // Bioscience Journal. – 2018. – 34 (4). – P. 952–969.
12. Naik, P. Recent Advances in Virus Elimination and Tissue Culture for Quality Potato Seed Production / P. Naik, T. Buckseth // Biotechnologies of crop improvement. Cham: Springer. – 2018. – V. 1. – P. 131–158.
13. Nassar, A.M. Intracloal selection for improved processing of NB 'Russet Burbank' potato / A.M. Nassar, J. Ab-

dulnour, Y. Leclerc et al. // American Journal of Potato Research. — 2011. — 88:387-397.

14. Simakov, E.A. Potato breeding and seed production system development in Russia / E.A. Simakov, B.V. Anisimov, I.M. Yashina et al. // Potato Research. — 2008. — V. 51. — № 3–4. — P. 313–326.

LIST OF SOURCES

1. Dyuk, V.A. Obrabotka dannyh na PK v primerah / V.A. Dyuk. — S-Pb: Piter, 1997. — 231 s.
2. Kim, Dzh.-O. Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz / Dzh.-O. Kim, P.U. M'yuller, U.R. Klekka i dr. — M.: Finansovaya statistika, 1989. — 215 s.
3. Kravchenko, R.V. Agrobiologicheskoe obosnovanie polucheniya stabil'nyh urozhaev zerna kukuruzy v usloviyah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ya: monografiya / R.V. Kravchenko. — Stavropol', 2010. — 208 s.
4. Kundik, T.M. Plastichnost' i stabil'nost' urozhajnosti sortov lyupina zheltogo / T.M. Kundik // Selekcija i semenovodstvo polevyh kul'tur: sb. nauch. tr. — Ch. 2. — Voronezh: FGOU VPO VGU, 2007. — S. 93–96.
5. Oves, E.V. Rezul'taty otbora bazovyh klonov kartofelya v usloviyah Evropejskogo severa i vysokogor'ya severnogo Kavkaza / E.V. Oves, N.A. Gaitova, O.A. Shishkina, N.A. Fenina // Zemledelie. — 2020. — № 4. — S. 29–34.
6. Pakudin, V.Z. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennyh kul'tur / V.Z. Pakudin, L.M. Lopatina // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 1984. — № 4. — S. 103–113.
7. Castaneda-Alvarez, N.P. Ex Situ Conservation Priorities for the Wild Relatives of Potato (*Solanum* L. Section *Petota*) / N.P. Castaneda-Alvarez, S. de Haan, H. Juarez et al. // PloS One. — 2015. — 10(4) e0122599.
8. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // Crop. sci. — 1966. — Vol. 6. — № 1. — P. 36–40.
9. Gong, N. Major In Vitro Techniques for Potato Virus Elimination and Post Eradication Detection Methods. A Review / N. Gong, C. Igaraneza, L. Dusengemungu // American Journal of Potato Research. — 2019. — R. 1–11.
10. Harding, K. The methylation status of dna-derived from potato plants recovered from slow growth / K. Harding // Plant cell tissue and organ culture. — 1994. — Vol. 37. — № 1. — R. 31–38.
11. Morais, T. Application of tissue culture techniques in potato / T. Morais, S. Asmar, H. Silva et al. // Bioscience Journal. — 2018. — 34 (4). — P. 952–969.
12. Naik, P. Recent Advances in Virus Elimination and Tissue Culture for Quality Potato Seed Production / P. Naik, T. Buckseth // Biotechnologies of crop improvement. Cham: Springer. — 2018. — V. 1. — R. 131–158.
13. Nassar, A.M. Intracloonal selection for improved processing of NB 'Russet Burbank' potato / A.M. Nassar, J. Abdulnour, Y. Leclerc et al. // American Journal of Potato Research. — 2011. — 88:387-397.
14. Simakov, E.A. Potato breeding and seed production system development in Russia / E.A. Simakov, B.V. Anisimov, I.M. Yashina et al. // Potato Research. — 2008. — V. 51. — № 3–4. — P. 313–326.

Т.С. Зинковская, кандидат сельскохозяйственных наук
 Г.Ю. Рабинович, доктор биологических наук, профессор
 Н.В. Фомичева, кандидат биологических наук
 О.Н. Анциферова, кандидат сельскохозяйственных наук
 ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»
 РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2
 E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

УДК 631.86: 31.87

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/40-43

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОСРЕДСТВ ПОД КАРТОФЕЛЬ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОТДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ОСУШАЕМОЙ ПОЧВЫ

Выявлено воздействие органического удобрения нового поколения (компост многоцелевого назначения (КМН), доза 15 т/га) и биопрепаратов Азотовит и ФлорГумат на продуктивность картофеля, а также показатели плодородия при различном водном режиме осушаемой глееватой легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы. Применение препарата Азотовит на фоне действия КМН способствовало получению максимального урожая среди изучаемых вариантов. В среднем за 2016–2018 годы прибавка урожайности при обработке клубней картофеля Азотовитом с использованием КМН составила около 9% по отношению к КМН. Применение ФлорГумата было менее эффективно. Под воздействием исследуемых препаратов развитие картофеля активировалось. Микробиологический анализ почвы выявил увеличение численности азототрансформирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов в варианте с применением КМН по сравнению с контролем (без удобрений), а также биопрепаратов по сравнению с КМН. Наибольшая численность агрономически полезной микрофлоры наблюдалась при обработке клубней картофеля перед посадкой препаратом Азотовит и в меньшей степени ФлорГуматом. На протяжении трех лет эксперимента урожайность картофеля и численность агрономически полезной микрофлоры находились в линейной зависимости. В среднем коэффициент корреляции между указанными переменными составил $r = 0,89$ (сильная взаимосвязь). Аппликационный метод разложения льняного полотна выявил, что внесение микробиологического препарата Азотовит на фоне компоста многоцелевого назначения повышает активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и составляет 83,0 % за 28-суточную экспозицию со времени посадки картофеля. В варианте с КМН этот показатель был на уровне 65,6 %, на контроле – 41,6 %.

Ключевые слова: Азотовит, ФлорГумат, компост многоцелевого назначения, биосредства, картофель, урожайность, микрофлора.

T.S. Zinkovskaya, PhD in Agricultural sciences
 G.Yu. Rabinovich, Grand PhD in Biological sciences, Professor
 N.V. Fomicheva, PhD in Biological sciences
 O.N. Antsiferova, PhD in Agricultural sciences
 FRC V.V. "Dokuchaev Soil Science Institute"
 RF, 119017, g. Moskva, Pyzhevskij per., 7, str. 2
 E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

USEFULNESS OF BIOPREPARATIONS APPLICATION FOR POTATOES AND THEIR EFFECT ON CERTAIN INDICATORS OF SOD-PODZOLIC DRAINED SOIL

In a model experiment the effect of a new generation organic fertilizers (multipurpose compost (KMN)) applied at a dose of 15 t/ha and biological products Azotovit and FlorHumate on potato productivity and fertility indicators under different water regimes of drained gleyey light loamy sod-podzolic soil was revealed. The biological product Azotovit application against the background of prolongation of the action of KMN contributed to obtaining the maximum yield among the studied options. On average over three years (2016–2018) the increase in yield on treatment of potato tubers with Azotovit and using KMN was about 9% in relation to KMN. Application FlorHumate under the experimental conditions were less efficiently. The Florhumat application was less efficient. Under the influence of the studied drugs, the potatoes development was activated. Microbiological analysis of the soil revealed an increase in the number of nitrogen-transforming and phosphate-mobilizing microorganisms in the variant with the use of KMN compared to the control variant without fertilizers, as well as in the variants with the biological products application as compared with the variant of KMN. The largest number of agronomically beneficial microflora was observed in cases of potato tubers treatment before planting with Azotovit, and to a lesser degree by FlorHumate. For three years of the experiment, the potato yield and the number of agronomically beneficial microflora were in a linear relationship. On average, over three years, the correlation coefficient between these variables was $r = 0.89$, which characterizes this relationship as strong. The application method of linseed decomposition revealed that the introduction of the microbiological preparation Azotovit against the background of multipurpose compost increases the activity of cellulose-decomposing microorganisms and is 83.0 % for a 28-day exposure from the time of potato planting. In KMN variant this indicator was at the level of 65.6 %, in the control – 41.6 %.

Key words: Azotovit, FlorHumate, multipurpose compost, biological means, potatoes, productivity, microflora.

В современных условиях значение новых органических удобрений и препаратов возрастает, а их использование в сельском хозяйстве призвано обеспечивать повышение урожайности сельскохозяйственных

культур и получение экологически чистой продукции. Нами на примере компоста многоцелевого назначения (КМН) и биопрепаратов показана стратегия применения высокотехнологичных удобрений нового

поколения, их роль в повышении плодородия почвы и урожайности возделываемых культур.

При усиливающейся деградации почвенного покрова пахотных земель такие удобрения в комплексе с другими средствами систем земледелия, активно воздействуя на агрохимические, микробиологические и водно-физические свойства почвы, восстанавливают и оптимизируют основу ее плодородия — органическое вещество. [2, 3, 8]

Биопрепараты, содержащие микрофлору, в полной мере показывают свою эффективность только при высоком уровне земледелия и создании оптимальных условий для их жизнедеятельности. [5, 7, 10] Они позволяют направленно регулировать состав и численность микробного комплекса на корнях в соответствии с потребностями и возможностями растений. [4, 12, 14]

Цель работы — изучить влияние совместного применения органического удобрения нового поколения (КМН) и биопрепаратов (Азотовит, ФлорГумат) на продуктивность картофеля и показатели плодородия осушаемой дерново-подзолистой почвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования по изучению совместного действия КМН и биопрепаратов на урожай картофеля проводили в 2016–2018 годах на опытном полигоне Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель — филиала ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ) в Тверской области. Почва опыта дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая с повышенным содержанием фосфора, средним содержанием калия, слабокислой реакцией среды. Изучаемая культура — картофель сорта *Ред Скарлет*. Опыты проводили на осушаемой почве, а при снижении влажности в слое 0...40 см до 70 % ППВ применяли двустороннее регулирование водного режима.

Органическое удобрение нового поколения (КМН), полученное методом аэробной твердофазной ферментации во ВНИИМЗ, вносили в почву в 2016 году в дозе 15 т/га. КМН — комплексное, сбалансированное по питательным веществам удобрение, повышающее плодородие почвы, обладает пролонгированным действием. [6] Влияние биопрепаратов на картофель изучали в течение трех лет: в год внесения КМН и далее в период пролонгации его действия. Клубни картофеля перед посадкой обрабатывали препаратами Азотовит (*Azotobacter chroococcum*) и ФлорГумат, внесенными в современный список пестицидов и агрохимикатов. [1] Находящиеся в Азотовите свободноживущие азотфиксирующие бактерии усваивают молекулярный азот из атмосферы и переводят его в доступную для растений форму, улучшая агрохимические свойства почвы и повышая эффективность использования удобрений. Препарат обладает стимулирующим действием — образует биологически активные вещества и проявляет антагонистическую активность по отношению к возбудителям бактериальных болезней сельскохозяйственных культур. ФлорГумат — жидкий комплексный гуминовый препарат повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, грибковым

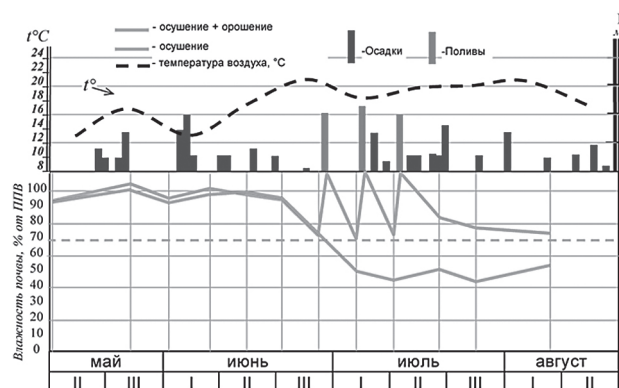


Рис. 1. Динамика влажности почвы в слое 0...40 см под картофелем.

заболеваниям, улучшает физико-химические свойства почвы.

Дозы биопрепаратов рассчитывали в соответствии с рекомендациями производителей по их применению. Почвенные образцы для определения микробиологической активности асептически отбирали тростевым буром в основные фазы развития картофеля.

Льняные полотна закладывали на глубину пахотного горизонта, экспозиция составила 28 сут. с момента посадки картофеля. Отдельные группы микроорганизмов определяли традиционными методами с применением элективных питательных сред. [11]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За три года испытаний компоста многоцелевого назначения с биопрепаратами орошение проводили только в 2016 году: три полива с нормой от 340 до 500 м³/га. Во влажном 2017 году из-за чрезмерного выпадения осадков за вегетацию не было вариантов с орошением, так как предельная полевая влагоемкость не опускалась ниже оптимума. Климатические условия 2018 года были благоприятными для роста и развития картофеля, поэтому орошение не требовалось.

На рисунке 1 показана динамика влажности в слое 0...40 см почвы, из которой видно, что влажность под картофелем в 2016 году с конца июня и до уборки опускалась ниже 70 % ППВ, поэтому требовалось орошение. На всех орошаемых вариантах продуктивность картофеля была гораздо выше, чем без орошения.

Дополнительная обработка клубней перед посадкой оказала положительное влияние на почвенную микрофлору и, как следствие, на урожайность.

Представленные данные продуктивности картофеля (см. таблицу) показывают, что максимальный математически доказанный урожай сформировался при обработке клубней препаратом Азотовит на фоне пролонгирующего действия КМН.

Прибавка урожая в этом варианте в среднем за три года составила около 9 % по отношению к варианту с КМН. От применения ФлорГумата прибавка урожая была минимальной и отмечена в среднем за три года как тенденция. В оптимальном по увлажнению 2018 году получена математически доказанная прибавка (около 5 %) и на этом варианте относительно

Влияние на урожай обработки клубней картофеля жидкофазными биосредствами на фоне КМН (г/куст)

Вариант	Урожай (2018 год)	Прибавка		Средний урожай (2016–2018)	Прибавка	
		г/куст	%		г/куст	%
КМН (15 т/га)	723,3	–	–	686,9	–	–
КМН + клубни с Азотовитом	823,7	100,4	13,9	747,7	60,8	8,9
КМН + клубни с ФлорГуматом	758,7	35,4	4,9	695,3	8,4	1,2
НСР ₀₅	35,1			29,5		

КМН. Вариант с Азотовитом характеризовался увеличением урожайности на 13,9 % фонового.

За время проведения полевого модельного эксперимента урожайность картофеля и численность агрономически полезной микрофлоры находились в линейной зависимости: коэффициент корреляции в 2016 году – $r = 0,79$, 2017 – $0,96$, 2018 – $0,93$. Статистическая обработка результатов позволила данную зависимость в среднем за три года описать линейным уравнением регрессии с коэффициентом корреляции $r = 0,89$.

Активизация почвенной микрофлоры – один из факторов увеличения продуктивности картофеля, обработка клубней перед посадкой биопрепаратами представляет собой перспективный прием повышения урожайности.

На рисунке 2 показаны урожайность картофеля и среднесуммарная численность фосфатмобилизующей и азоттрансформирующей микрофлоры почвы изучаемых вариантов опыта, из которого видно, что указанные показатели находятся в прямой зависимости.

Интенсивность разложения целлюлозы контролировали аппликационным методом. Известно, что метод льянных полотен определяет не только активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, но и степень мобилизации азота в почве, служит показателем интенсивности процессов превращения углерода и обеспеченности почвы азотом и другими необходимыми элементами питания.

В сухой год (2016) результаты анализа показали сильную степень разрушения клетчатки на всех вариантах опыта. Наиболее активная она была при орошении (три полива за вегетацию), когда влажность почвы опускалась ниже оптимума.

Внесение микробиологического препарата Азотовит на фоне КМН повышает активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и составляет 83 %. Что касается ФлорГумата, то степень разложения льнополотна с его применением на фоне КМН и вариант с КМН были практически на одном уровне (68,1 и 65,5 % соответственно) за 28-суточную экспозицию со времени посадки картофеля.

Самая низкая степень разложения льняного полотна в среднем за три года была на контрольном варианте (без удобрений) – 41,6 %.

Наибольший прирост численности аммонификаторов, связанный с трансформацией органического вещества, наблюдали на фоне компоста многоцелевого назначения. Обработка клубней препаратом Азотовит обеспечила самое большое содержание этих микроорганизмов. Количество ам-

монификаторов в среднем за вегетацию составило от 4,3 на контроле до 5,8 млн/г в варианте с КМН, КМН+ФлорГумат – до 5,9 млн/г и КМН+ Азотовит – до 6,3 млн/г.

О высокой активности почвенной биоты говорит наличие достаточного количества амилотических микроорганизмов, которые участвуют в разложении безазотистых соединений почвы. Самую большую их часть наблюдали в варианте КМН+клубни, обработанные Азотовитом – от 22,0 в первый отбор (май) до 29,4 млн/г во время уборки (август). В почве абсолютного контроля (без удобрений) их количество было соответственно 11,7 и 17,8 млн/г. В среднем за вегетацию прирост этой группы микрофлоры составлял: в контроле – 13,9 млн/г; с КМН – 17,6 и КМН + клубни, обработанные Азотовитом – 21,5 млн/г.

Обработка клубней Азотовитом на фоне КМН показала лучший результат как по урожайности, так и по численности разных групп микроорганизмов, в том числе азотобактеру. Аэробных азотфиксаторов в среднем за май-август выявили 88 %, а на контроле в два раза меньше – 41,2 %.

В период клубнеобразования (июнь-июль) обычно фиксируется активное потребление растениями элементов питания. Поэтому в почве всех вариантов опыта снижался минеральный азот, это связано с формированием урожая картофеля и факторами, влияющими на трансформацию органического вещества. В августе при уборке, в условиях теплой и влажной погоды наблюдалось увеличение минерального азота из-за нитратной формы. Что касается легкогидролизуемого азота, ближайшего резерва минеральных форм, необходимых для роста и развития растений, то его количество по всем вариантам опыта находилось в пределах среднего содержания. Только вариант с азотобактером (КМН+клубни, обработанные Азотовитом) имел повышенное количество – 6,2 и 6,4 мг/100 г от полных всходов до уборки урожая соответственно.

Использование биопрепаратов на фоне КМН в большинстве случаев оказывало дополнительное влияние на рост и развитие растений. Микроорганизмы, входящие в основу препарата Азотовит, помимо усвоения атмосферного азота, в процессе

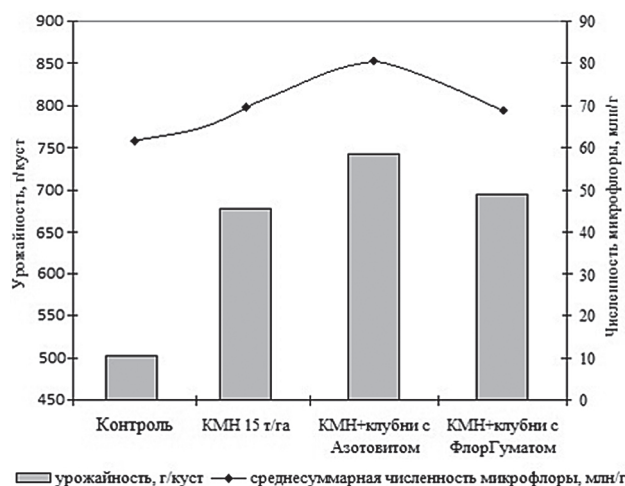


Рис. 2. Взаимосвязь урожайности картофеля с численностью почвенной микрофлоры.

жизнедеятельности выделяют ряд метаболитов, в состав которых входят физиологически активные вещества, стимулирующие рост растений. Это одна из причин их лучшего развития. Поглощаемые вещества, вступая в связь с веществами плазмы, включаются в обмен. [9, 13]

В ходе эксперимента обнаружена тесная взаимосвязь между урожайностью картофеля и численностью агрономически полезной микрофлоры почвы — коэффициент корреляции $r = 0,89$.

Выводы. Компост многоцелевого назначения и биопрепараты способствовали повышению плодородия дерново-подзолистой осушаемой почвы, что подтверждалось увеличением численности почвенной микрофлоры и оптимизацией минерального питания картофеля.

Обработка клубней препаратом Азотовит на фоне КМН имела лучший результат как по урожайности, так и по численности разных групп микроорганизмов, в том числе азотобактеру. В почве этого варианта аэробных азотфиксаторов в среднем за май-август выявили до 88 %, на контроле — 41,2 %. Также усиливался пролонгирующий эффект компоста многоцелевого назначения дополнительной азотфиксацией и благодаря присущим ростстимулирующим и фунгистатическим свойствам препарата. Меньшую эффективность демонстрировал Флор-Гумат. В среднем за три года на пролонгирующем фоне КМН повышение продуктивности изучаемой культуры отмечено как тенденция.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. — Часть 2 «Агрохимикаты». — М.: Минсельхоз РФ, 2019. — 871 с.
2. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. — М.: ВНИИА, 2005. — 302 с.
3. Зинковский, В.Н. Теория и технологии комплексного управления плодородием осушаемых почв с использованием эффективных приемов и средств биологической мелиорации / В.Н. Зинковский, Т.С. Зинковская. — Тверь: ТГУ, 2018. — 267 с.
4. Емцев, В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. — М.: Дрофа, 2005. — 445 с.
5. Еремин, Д.И. Бактериальные удобрения как неотъемлемый компонент биологического земледелия / Д.И. Еремин, О.Н. Попова // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — С. 144–146.
6. Ковалёв, Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья) / Н.Г. Ковалёв, И.Н. Барановский. — Тверь: ЧуДо, 2006. — 304 с.
7. Круглов, Ю.В. Микробное сообщество почвы: физиологическое разнообразие и методы исследования / Ю.В. Круглов // Сельскохозяйственная биология. — 2016. — № 1. — С. 46–59.
8. Минеев, В.Г. Агрохимия (ч. 6-органические удобрения) / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др. — М.: ВНИИА, 2017. — С. 419–495.
9. Попов, А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / Под ред. Е.И. Ермакова. — СПб.: Изд-во С-Петерб. ун-та, 2004. — 248 с.
10. Рабинович, Г.Ю. Научные основы, опыт продвижения и перспективы биотехнологических разработок / Г.Ю. Рабинович. — Тверь: ТГУ, 2016. — 195 с.
11. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Пер. с венг. И.Ф. Куренного. Под ред. Г.С. Муромцева. — М.: Колос, 1983. — 296 с.
12. Титова, В.И. Методы оценки функционирования микробного сообщества почвы, участвующего в трансформации органического вещества (научно-методическое пособие) / В.И. Титова, А.В. Козлов. — Нижний Новгород: НГСХА, 2012. — 64 с.
13. Титов, И.Н. Отечественные биопрепараты: регуляторы роста и развития растений и гуминовые препараты для современного земледелия. [Электронный ресурс]: науч. обзор — М., [2014] — Режим доступа: <http://do.gendocs.ru/docs/index-347606.html>.
14. Тихонович, И.А. Использование биопрепаратов — дополнительный источник элементов питания растений / И.А. Тихонович, А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская, А.П. Кожемяков // Плодородие. — 2011. — № 3. — С. 9–13.

LIST OF SOURCES

1. Gosudarstvennyy katalog pesticidov i agrohimi-katov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii. — Chast' 2 «Agrohimi-katy». — M.: Minsel'hoz RF, 2019. — 871 s.
2. Zavalin, A.A. Biopreparaty, udobreniya i uroz'haj / A.A. Zavalin. — M.: VNIIA, 2005. — 302 s.
3. Zinkovskij, V.N. Teoriya i tekhnologii kompleksnogo upravleniya plodorodiem osushaemykh pochv s ispol'zovaniem effektivnykh priemov i sredstv biologicheskoy melioracii / V.N. Zinkovskij, T.S. Zinkovskaya. — Tver': TGU, 2018. — 267 s.
4. Emcev, V.T. Mikrobiologiya / V.T. Emcev, E.N. Mishustin. — M.: Drofa, 2005. — 445 s.
5. Eremin, D.I. Bakterial'nye udobreniya kak neot'emlemyj komponent biologicheskogo zemledeliya / D.I. Eremin, O.N. Popova // Molodoj uchenyj. — 2016. — № 6 (110). — S. 144–146.
6. Kovalyov, N.G. Organicheskie udobreniya v XXI veke (Biokonversiya organicheskogo syr'ya) / N.G. Kovalyov, I.N. Baranovskij. — Tver': CHuDo, 2006. — 304 s.
7. Kruglov, Yu.V. Mikrobnoe soobshchestvo pochvy: fiziologicheskoe raznoobrazie i metody issledovaniya / Yu.V. Kruglov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 2016. — № 1. — S. 46–59.
8. Mineev, V.G. Agrohimiya (ch. 6-organicheskie udobreniya) / V.G. Mineev, V.G. Sychev, G.P. Gamzikov i dr. — M.: VNIIA, 2017. — S. 419–495.
9. Popov, A. I. Guminovye veshchestva: svoystva, stroenie, obrazovanie / Pod red. E.I. Ermakova. — SPb.: Izd-vo S-Peterb. un-ta, 2004. — 248 s.
10. Rabinovich, G.Yu. Nauchnye osnovy, opyt prodvizheniya i perspektivy biotekhnologicheskikh razrabotok / G.Yu. Rabinovich. — Tver': TGU, 2016. — 195 s.
11. Segi, J. Metody pochvennoj mikrobiologii / Per. s veng. I.F. Kurenno. Pod red. G.S. Muromceva. — M.: Kolos, 1983. — 296 s.
12. Titova, V.I. Metody ocenki funkcionirovaniya mikrobocenoza pochvy, uchastvuyushchego v transformacii organicheskogo veshchestva (nauchno-metodicheskoe posobie) / V.I. Titova, A.V. Kozlov. — Nizhnij Novgorod: NGSKHA, 2012. — 64 s.
13. Titov, I.N. Otechestvennye biopreparaty: regulatory rosta i razvitiya rastenij i guminovye preparaty dlya sovremenno-go zemledeliya. [Elektronnyj resurs]: nauch. obzor — M., [2014] — Rezhim dostupa: <http://do.gendocs.ru/docs/index-347606.html>.
14. Tihonovich, I.A. Ispol'zovanie biopreparatov — dopolnitel'nyj istochnik elementov pitaniya rastenij / I.A. Tihonovich, A.A. Zavalin, G.G. Blagoveshchenskaya, A.P. Kozhemyakov // Plodorodie. — 2011. — № 3. — S. 9–13.

Е.Г. Акуленко, кандидат сельскохозяйственных наук
 М.В. Каншина, доктор сельскохозяйственных наук
 Е.Я. Юхачева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Г.Л. Яговенко, доктор сельскохозяйственных наук

ВНИИ люпина — филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»
 РФ, 241524, г. Брянск, п/о Мичуринский, ул. Березовая, 2
 E-mail: lupin.plodopr@mail.ru

УДК 634.723.1.631.527

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/44-47

ИСТОЧНИКИ И ДОНОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ К БОЛЕЗНЯМ И ПОЧКОВОМУ КЛЕЩУ

В статье приведены результаты селекционной работы по смородине черной во ВНИИ люпина. Работа по сортоизучению и селекции смородины черной ведется с 1969 года. Грибные болезни и вредители смородины черной — сдерживающий фактор повышения урожайности и качества ягод. Поиск и создание новых высокоадаптированных исходных форм, отличающихся повышенной устойчивостью к экологическим стрессорам — наиболее радикальное решение проблемы защиты растений от опасных фитопатогенов. Для создания устойчивых сортов вовлекаются разные виды и экотипы путем рекуррентной селекции с циклическим использованием кроссбридинга и инбридинга. Используются сорта и формы с геноплазмой видов: *Ribes nigrum ssp. europaeum* Jancz.; *R. nigrum ssp. scandinavicum*, *R. nigrum ssp. sibiricum* (Wolf.) Pavl., *R. dikuscha* Fisch., *R. glutinosum* Benth., *R. petiolare* Dougl., *R. odoratum* Wendl., *R. janczewskii* Pojark. Донорами устойчивости к мучнистой росе и листовым пятнистостям в селекции были сорта и линии с генами смородины дикуши, № 360/1 и № 360/2 с генами смородины клейкой, гибрид 42-7, полученный от скрещивания инбредных линий сортов Альфа и Приморский чемпион. Источниками иммунитета к почковому клещу были донор 762-5-82 с геном Се и сорт Изюмная с геном Р, донорами и источниками крупноплодности и высокого качества ягод сорта: Добрыня, Изюмная, Ядреная, Сокровище, Белорусская сладкая и другие. Выделены гибриды 7-1-174, 7-1-157, 7-1-215, 7-1-161, 7-1-105, 7-1-136, 7-1-154 из семьи (762-5-82 х Добрыня) х Ядреная со средней массой ягоды 2,4–2,8 г, содержанием витамина С — 216–267 мг/100 г, устойчивые к грибным болезням и почковому клещу. В Государственный реестр селекционных достижений РФ включено 14 сортов смородины черной селекции ВНИИ люпина, отличающихся высокой урожайностью, надежной адаптацией и качеством ягод — Селеченская, Севчанка, Перун, Нара, Гулливер, Добрыня, Селеченская 2, Голубичка, Изюмная, Дар Смольяниновой, Литвиновская, Кудмиг, Соловьиная ночь, Подарок Астахова. Проходят государственные испытания: Партизанка брянская, Лидер, Услада, Чара, Лакомка, Мавлади, Саша, Цыганочка.

Ключевые слова: смородина черная, селекция, сорт, донор, источник, мучнистая роса, антракноз, септориоз, почковый клещ.

E.G. Akulenko, PhD in Agricultural sciences
 M.V. Kanchina, Grand PhD in Agricultural sciences
 E.Ya. Yuxhatcheva, PhD in Agricultural sciences
 G.L. Yagovenko, Grand PhD in Agricultural sciences

All-Russian Research Institute of Lupin — branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
 RF, 241524, g. Bryansk, p/o Michurinskij, ul. Berezovaya, 2
 E-mail: lupin.plodopr@mail.ru

SOURCES AND DONORS OF A BLACK CURRANT RESISTANCE TO DISEASE AND CURRANT BIG BUD MITE

The article presents the results of black currant breeding in the All-Russian Research Institute of Lupin. The work on the variety study and selection of black currant has been carried out since 1969. Fungal diseases and pests of black currant are important limiting factors to increase berries yield and quality. Search and breeding of new high adapted initial forms with increased resistance to ecological stressors is the most radical solution of the problem of plant protection against dangerous phytopathogens. Different species and ecotypes are used to develop resistance varieties by recurrent (periodic) selection with the cycle use of crossbreeding and inbreeding. Varieties and lines with the gene plasma of species *Ribes nigrum ssp. europaeum* Jancz.; *R. nigrum ssp. scandinavicum*, *R. nigrum ssp. sibiricum* (Wolf.) Pavl., *R. dikuscha* Fisch., *R. glutinosum* Benth., *R. petiolare* Dougl., *R. odoratum* Wendl., *R. janczewskii* Pojark are used. The donors of resistance to mildew and shot hole in selection were a varieties and lines with genes of dikuscha currant, No. 360/1 and No. 360/2 with genes f sticky currant, hybrid 42-7 cross-bred from the inbred lines of Alfa and Primorskiy Champion. The donor 762-5-82 with the gene Ce and the variety Izyumnaya with the gene P are the source of immunity to bud mite. The vars. Dobrynya, Izyumnaya, Yadrenaya, Sokrovitshe, Belorusskaya sladkaya etc. are the donors and sources of large fruits and high quality of berries. The hybrids 7-1-174, 7-1-157, 7-1-215, 7-1-161, 7-1-105, 7-1-136, 7-1-154 have been selected in the family (762-5-82 x Dobrynya) x Yadrenaya. Their average berries' weight is from 2.4 to 2.8 g, the content of vitamin C is from 216 to 267 mg/100 g. They are resistant to fungi diseases and bud mite. Nowadays the State List of breeding achievements consists of 14 varieties of black currants bred in the All-Russian Research Institute of Lupin — Seletchenskaya, Sevchanka, Perun, Nara, Gulliver, Dobrynya, Seletchenskaya 2, Golubitchka, Izyumnaya, Dar Smol'yaninovoy, Litvinovskaya, Kudmig, Solov'inaya Notch and Podarok Astakhova. They have high yield, reliable adaptability and berries yield. The varieties Partizanka bryanskaya, Lider, Uslada, Tchara, Lakomka, Mavladi, Sasha and Tsyganotchka are under the State testing.

Key words: black currant, breeding, variety, donor, source, mildew, anthracnose, Septoria sp., bud mite.

Начиная с конца 60-х годов прошлого века в связи с повсеместным распространением американской мучнистой росы (*Sphaerotheca morsuvae* (Schw) Berk et Gurt.), зарубежные и отечественные селекционеры начали вести исследования по созданию иммунных и высокоустойчивых форм смородины черной. [1, 3, 5, 11, 12, 17] В настоящее время известно семь главных генов, пять генов-модификаторов устойчивости к мучнистой росе и полигены смородины дикуши. Обладатели главных генов: клейкая, черешчатая, Янчевского, канадская, ароматная и скандинавский подвид черной смородины. В качестве доноров устойчивости к мучнистой росе раньше других селекционеры использовали сорта скандинавского подвида: *Дредторн*, *Оджебин*, *Сундербюн 2*, *Стор класс* и другие. В последние годы значительно усилилась вредоносность листовых пятнистостей (антракноз и септориоз). Массовому развитию антракноза (возбудитель — *Gloeosporium ribis* (Lib) Mont es Desm., сумчатая стадия *Pseudopeziza ribis* Kleb) способствует теплое лето с высокой относительной влажностью воздуха, частым выпадением осадков, обилие ночных рос, загущенность посадки. Устойчивость к антракнозу в наибольшей степени свойственна смородине дикуше. Установлено, что дикуша гетерозиготна по двум доминантным, комплементарным генам Pr_1 и Pr_2 . Большинство исследователей считают, что наследование устойчивости к этой болезни имеет полигенный или аддитивный характер. Если в обычные годы сорта характеризуются средней или высокой устойчивостью к антракнозу, то в благоприятные для развития болезни отмечены значительные различия по степени поражения. Выявлена высокая устойчивость потомства у сортов: *Кипиана*, *Ожерелье*, *Садко*, *Гулливёр*, *Грация*, *Литвиновская*, *Севчанка* и других. [4] В Чехии селекционеры выделили сорта *Nigra*, *Otello* и *Demon*, устойчивые к антракнозу и мучнистой росе. [14] Септориоз или белая пятнистость листьев (возбудитель *Septoria ribis* Desm., сумчатая стадия *Mycosphaerella ribis* Lind.) относится к числу наиболее распространенных опасных заболеваний. В Брянской области агрессивность этой болезни в последние годы увеличилась. [6] Известно шесть рас септориоза. Идентифицировано три гена устойчивости к трем расам. К расе Sr_1 оказались устойчивы формы смородины американской и сорт *Бия*; донорами устойчивости к Sr_2 сорта — *Верная*, *Паулинка*, *Приморский чемпион* и другие; донорами устойчивости к Sr_3 — *Голубка*, *Нина*. Сочетают в себе оба типа устойчивости сорта *Барнальская* и *Бия*. [8] К высокоустойчивым сортам относят производные от сибирского подвида смородины черной, а также производные в комплексе с европейским и сибирским подвидами смородины черной со смородиной дикушей. Известны сообщения об устойчивости к септориозу у форм смородины уссурийской и ключевой. [2] Одно из основных направлений в селекции смородины черной — поиск устойчивых форм к смородинному почковому клещу (*Cecidophyes ribis* Westw.). Его вредоносность возрастает в связи с большим использованием средств механизации при возделывании культуры, особенно комбайновой уборки урожая. Подтверждают это и публикации европейских селекционеров и садо-

водов. [15, 16] Установлены гены устойчивости к клещу: P отмечен у рекомбинантов сибирского подвида смородины черной и Se у крыжовника. Выявлено, что ген Se имеет преимущество перед геном P , так как имеющие его растения не поражаются реверсией (*Reversion pathogen*). [13] Найдены устойчивые генотипы смородины черной к почковому клещу, полученные на основе европейского, сибирского, скандинавского подвида и смородины малоцветковой. [9] В группу иммунных и высокоустойчивых сортов вошли *Изюмная*, *Добрыня*, *Дар Смольяниновой*, *Грация*, *Кипиана*, *Глариоза*, *Черешнева* и другие сорта и формы. В программу исследований отдела плодоводства ВНИИ люпина включено создание системы родительских доноров зимостойкости, иммунитета к вредителям и болезням, крупноплодности и других хозяйственно ценных признаков. Задача заключается в том, чтобы, используя сорта и формы, полученные на основе сложных скрещиваний, создать новые формы, объединяющие в геноплазме гены устойчивости к грибным болезням, почковому клещу, абиотическим факторам среды, продуктивности и качества ягод. [7]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в отделе плодоводства ВНИИ люпина. Брянская область расположена в юго-западной части Нечерноземной зоны. Климат умеренно-континентальный. Сумма активных температур 2230°C , вегетационный период 135 дн. Почва опытных участков темно-серая лесная. Содержание фосфора и калия — 251 и 181 мг/кг почвы соответственно, pH — 5,9, содержание гумуса — 2,37 %. Агротехника в опытах предусматривала мероприятия, обеспечивающие нормальный рост и развитие плодовых растений. Предшественник — черный или занятый сидеральный пар (сидеральная культура — люпин). Схема посадки растений — 3 x 0,6 м. Оценивали сортообразцы по основным хозяйственно ценным признакам в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». [10]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распространение на крыжовнике и смородине черной американской мучнистой росы из-за низкой устойчивости культивируемых сортов привело к снижению зимостойкости и урожайности, а некоторые сорта из-за сильного поражения мучнистой росой потеряли производственную ценность. В связи с этим, в селекционные программы зарубежных исследователей, а затем и советских, включена задача по созданию иммунных к мучнистой росе сортов. В Брянской области селекционная программа, разработанная селекционером-генетиком доктором сельскохозяйственных наук Астаховым А.И., была направлена на совмещение в одном генотипе высокого уровня продуктивности и устойчивости к этой болезни. Программа на иммунитет к мучнистой росе строилась на основе рекуррентной (периодическая) селекции. Источники гетерозиготны по генам устойчивости, поэтому для концентрации и стабилизации желательных генов донорские сорта

Характеристика новых сортов смородины черной селекции ВНИИ люпина

Сорт	Происхождение	Урожайность, т/га	Масса ягод, г ср/мах	Содержание витамина С, мг/100 г	Поражение, балл			
					мучнистая роса	антракноз	септориоз	почковый клещ
<i>Партизанка брянская</i>	42-7 х 4-1-116	17,6	2,9/5,3	225	1	1,5	1	0
<i>Улада</i>	<i>Добрыня</i> х <i>Сокровище</i>	11,3	3,0/6,7	160	1	0	0	0
<i>Чара</i>	<i>Добрыня</i> х <i>Сокровище</i>	14,6	2,2/5,4	160	1	0	1	0
<i>Лидер</i>	<i>Добрыня</i> х <i>Сокровище</i>	8,2	2,8/5,3	189	0,5	0	0	0
<i>Лакомка</i>	<i>Добрыня</i> х <i>Сокровище</i>	11,0	2,1/3,2	300	0,5	2	1	1
<i>Мавлади</i>	<i>Титания</i> х <i>Добрыня</i>	13,7	2,1/2,7	194	0,5	0	0	0
<i>Саша</i>	6-28-105 х <i>Селеченская 2</i>	19,3	2,2/3,4	174	0	0,5	0	0
<i>Цыганочка</i>	<i>Селеченская 2</i> х <i>Сокровище</i>	17,3	2,1/2,6	270	1	1	0	0

подвергали инбридингу. Затем лучшие инбредные сеянцы включали в скрещивания с другими сортами и линиями и т. д. Собрана и изучена коллекция доноров устойчивости к мучнистой росе: сорта скандинавского экотипа черной смородины *Brödtorp*, *Lepaan Musta*, *Öjebyn* и другие межвидовые гибриды со смородиной дикушей, клейкой, ключевой, черешчатой, американской, Янчевского — носители макрогенов *M*, *M₂*, *Sph₂*, *Su₁*, *Su₂*, *Rja*, полигенов *m₁*, *m₂*, *m₃*, *m₄*, *n₁*, *n₂*. На основе этих доноров во ВНИИ люпина А.И. Астаховым были выведены устойчивые к мучнистой росе сорта *Голубичка*, *Гулливвер*, *Изюмная*, *Нара*, *Селеченская 2*, *Партизанка брянская*, *Литвиновская*.

Одновременно вели отбор на комплексную устойчивость к пятнистостям листьев (антракноз, септориоз). Источниками послужили сорта и линии с генами смородины дикуши, а также № 360/1 и № 360/2 (селекции Огольцовой Т.П.) с генами смородины клейкой. Изучены линии от сортов *Альфа* и *Приморский чемпион*, потомками которых стали устойчивые сорта *Изюмная*, *Нара*, *Селеченская 2*.

Наряду с устойчивостью к грибным болезням важнейшая проблема селекции черной смородины — создание сортов, не восприимчивых к почковому клещу. Выявлена значительная часть сортообразцов с высокой устойчивостью к данному вредителю: *Соловьиная ночь*, *Кудмиг*, 6-28-85, 6-28-105, 6-15-65, 7-1-174, 7-1-75, 7-1-73 и другие. Источники иммунитета — донор 762-5-82 (селекции С.Д. Князева, Т.П. Огольцовой) с геном устойчивости *Se* и сорт *Изюмная* с геном *P*.

При создании комплексных доноров исходные сорта и формы проверяют по потомству. Изучение донорских качеств на крупноплодность ягод у сортов *Селеченская 2*, *Сокровище* и *Добрыня*, со средней массой ягод 2,6; 2,7; 2,8 г соответственно, показывает, что в потомстве выщепляются генотипы с более крупными ягодами, чем у родителей. Свидетельство тому — крупноплодные сорта *Литвиновская* (2,8...4,0 г), *Лидер* (2,8...5,3), *Улада* (3,0...6,7 г).

Для создания комплексных доноров к болезням и почковому клещу исследовано семь гибридных семей со сложной родословной. По гибридологическому анализу массы и С-витаминности ягод, устойчивости к мучнистой росе, почковому клещу и количеству цветков в кистях определили наиболее оптимальное сочетание признаков для создания комплексных доноров (см. таблицу). В семье (762-5-82 х *Добрыня*) х *Ядреная*, в геномах гибридов содержатся

гены смородины европейской, сибирской, дикуши, скандинавской, клейкой и крыжовника отклоненного. По устойчивости к мучнистой росе и почковому клещу эта семья лучшая среди изучавшихся. Средний балл поражения мучнистой росой — 0,2, а повреждения клещом — 0,05. При этом доля иммунных к мучнистой росе сеянцев — 70 %, а к почковому клещу 90 %. По количеству цветков в кисти от 10 до 15 цветков на кисть. Лучшие гибриды: 7-1-174, 7-1-157, 7-1-215, 7-1-161, 7-1-105, 7-1-136, 7-1-154 имеют среднюю массу ягоды 2,4...2,8 г, содержание витамина С — 216...267 мг/100 г, устойчивы к грибным болезням и почковому клещу. Они активно вовлекаются в скрещивания как комплексные источники хозяйственно полезных признаков. В Государственный реестр селекционных достижений РФ включено 14 сортов смородины черной селекции ВНИИ люпина, отличающихся высокой урожайностью, надежной адаптацией и качеством ягод — *Селеченская*, *Севчанка*, *Перун*, *Нара*, *Гулливвер*, *Добрыня*, *Селеченская 2*, *Голубичка*, *Изюмная*, *Дар Смольяниновой*, *Литвиновская*, *Кудмиг*, *Соловьиная ночь*, *Подарок Астахова*.

Проходят государственные испытания сорта *Партизанка брянская*, *Лидер*, *Улада*, *Чара*, *Лакомка*, *Мавлади*, *Саша*, *Цыганочка*. Установлено, что имеется селекционный резерв для создания крупноплодных сортов смородины черной с экологической стабильностью и иммунной устойчивостью к стрессовым факторам среды.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Астахов, А.И. Селекция черной смородины на генетической основе. / А.И. Астахов // Ягодководство на современном этапе: сб. науч. тр. по мат. Межд. науч.-практ. конф. пос. Самохваловичи РУП Институт плодоводства, 2004. — Т. 15. — С. 34–41.
2. Ерёмин, Г.В. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / В.Г. Ерёмин. — М.: Мир, Колос. — 2004. — С. 375–386.
3. Жидехина, Т. В. Итоги селекции смородины черной во ВНИИС им. И.В. Мичурина / Т.В. Жидехина // Современное состояние культур смородины и крыжовника: сб. науч. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина, 2007. — С. 41–59.
4. Забелина, Л.Н. Адаптивность сортов смородины черной в условиях низкогорья Алтая / Л.Н. Забелина, Е.И. Наквасина // Плодоводство и ягодководство России: сб. науч. работ. — ВСТИСП, 2009. — Т. XXII. — Ч. 2. — С. 13–19.

5. Казаков, И.В. Селекционная оценка исходных форм и гибридов смородины черной на устойчивость к грибным болезням / И.В. Казаков, Ф.Ф. Сазонов // Современное состояние культур смородины и крыжовника: сб. науч. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. — Мичуринск, 2007. — С. 81–90.
6. Казаков, И.В. Селекционная оценка родительских форм смородины черной на устойчивость к антракнозу и септориозу / И.В. Казаков, Ф.Ф. Сазонов // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. — ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии — Т. XXIV. — Ч. 2. — 2010. — С. 35–43.
7. Каньшина, М.В. Смородина черная: селекция, генетика, сорта / М.В. Каньшина. // Челябинск: НПО «Сад и огород»: Челябинский дом печати, 2013. — 160 с.
8. Мелькумова, Е. А. Закономерности устойчивости злаковых и плодово-ягодных культур к септориозу: автореф. дис. ... д-р биол. наук / Е.А. Мелькумова. — М., 1996. — 47 с.
9. Сазонов, Ф.Ф. Селекция смородины черной в условиях юго-западной части Нечерноземной зоны России: монография / Ф.Ф. Сазонов. — М.: ВСТИСП; Саратов: Амирит, 2018. — 304 с.
10. Седов, Е.Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. / Е.Н. Седов, Т.П. Огольцова. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — 608 с.
11. Страутыня, С. Селекция и сортоизучение смородины и крыжовника в Латвии / С. Страутыня, В. Лаугале // Современное состояние культур смородины черной и крыжовника: сб. науч. трудов. ВНИИС им. И.В. Мичурина. — Мичуринск, 2007. — С. 182–190.
12. Шагина, Т.В. Селекция и сортоизучение черной смородины на Среднем Урале / Т.В. Шагина // Современное состояние культур смородины и крыжовника: Сб. науч. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. — Мичуринск, 2007. — С. 223–230.
13. Brennan, R.M. The use of metabolic profiling in the identification of gall mite (*Cecidophyopsis ribis* Westw.) — resistant blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) genotypes / R.M. Brennan, G.W. Robertson, J.W. McNicol et al // Ann appl. Biol, 1992. — № 121. — P. 503–504.
14. Paprštein, F. Germplasm of Ribes in the Czech Republic / F. Paprštein, J. Sedlak, J. Ludvikova // IX International Rubus & Ribes Symposium. Pucon. Chile. 1 January. Acta Hort, 2008. — P. 99–102.
15. Snelling, C. The Development of Low Chill Blackcurrants from the New Zealand Breeding Programme / C. Snelling, G. Langford // IX International Rubus&Ribes Symposium. Pucon, Chile. 1 January. — Acta Hort, 2008. — P. 167–169.
16. Stalažs, A. Diversity of Currant (*Ribes*) Species and Cultivars Infested by *Cecidophyopsis* Mites in Latvia / A. Stalažs // Proceedings of the X-th International Rubus and Ribes Symp. Zlatibor. Serbia. — Acta Hort, 2012. — P. 333–337.
17. Trajkovski, V. Gooseberry and black currant breeding in Sweden / V. Trajkovski, I. Hjalmarsson, B. Wallace // Современное состояние культур смородины черной и крыжовника: Сб. науч. трудов. ВНИИС им. И.В. Мичурина. — Мичуринск, 2007. — С. 201–205.
2. Eryomin, G.V. Obshchaya i chastnaya selekciya i sortovedenie plodovyh i yagodnyh kul'tur / V.G. Eryomin. — М.: Mir, Kolos. — 2004. — С. 375–386.
3. Zhidekhina, T. V. Itogi selekcii smorodiny chernoj vo VNIIS im. I.V. Michurina / T.V. Zhidekhina // Sovremennoe sostoyanie kul'tur smorodiny i kryzhovnika: sb. nauch. tr. VNIIS im. I.V. Michurina, 2007. — С. 41–59.
4. Zabelina, L.N. Adaptivnost' sortov smorodiny chernoj v usloviyah nizkogor'ya Altaya / L.N. Zabelina, E.I. Nakvasina // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: sb. nauch. rabot. — VSTISP, 2009. — Т. XXII. — Ч. 2. — С. 13–19.
5. Kazakov, I.V. Selekcionnaya ocenka iskhodnyh form i gibridov smorodiny chernoj na ustojchivost' k gribnym bolezniam / I.V. Kazakov, F.F. Sazonov // Sovremennoe sostoyanie kul'tur smorodiny i kryzhovnika: sb. nauch. tr. VNIIS im. I.V. Michurina. — Michurinsk, 2007. — С. 81–90.
6. Kazakov, I.V. Selekcionnaya ocenka roditel'skih form smorodiny chernoj na ustojchivost' k antraknozu i sепториозу / I.V. Kazakov, F.F. Sazonov // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: sb. nauch. rabot. — GNU VSTISP Rossel'hozakademii, 2010 — Т. XXIV. — Ч. 2. — С. 35–43.
7. Kan'shina, M.V. Smorodina chernaya: selekciya, genetika, sorta / M.V. Kan'shina. // Chelyabinsk: NPO «Sad i ogorod»: Chelyabinskij dom pečati, 2013. — 160 s.
8. Mel'kumova, E. A. Zakonomernosti ustojchivosti zlakovyh i plodovo-yagodnyh kul'tur k septoriozu: avtoref. dis. ... d-r biol. nauk / E.A. Mel'kumova. — М., 1996. — 47 s.
9. Sazonov, F.F. Selekcija smorodiny chernoj v usloviyah yugo-zapadnoj chasti Nechernozemnoj zony Rossii: monografiya / F.F. Sazonov. — М.: VSTISP; Saratov: Amirit, 2018. — 304 s.
10. Sedov, E.N. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / E.N. Sedov, T.P. Ogo'l'cova. — Орел: VNIISPK, 1999. — 608 s.
11. Strautynya, S. Selekcija i sortoizuchenie smorodiny i kryzhovnika v Latvii / S. Strautynya, V. Laugale // Sovremennoe sostoyanie kul'tur smorodiny chernoj i kryzhovnika: sb. nauch. trudov. VNIIS im. I.V. Michurina. — Michurinsk, 2007. — С. 182–190.
12. Shagina, T.V. Selekcija i sortoizuchenie chernoj smorodiny na Srednem Urale / T.V. Shagina // Sovremennoe sostoyanie kul'tur smorodiny i kryzhovnika: Sb. nauch. tr. VNIIS im. I.V. Michurina. — Michurinsk, 2007. — С. 223–230.
13. Vrennan, R.M. The use of metabolic profiling in the identification of gall mite (*Cecidophyopsis ribis* Westw.) — resistant blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) genotypes / R.M. Brennan, G.W. Robertson, J.W. McNicol et al. // Ann appl. Biol, 1992. — № 121. — P. 503–504.
14. Paprštein, F. Germplasm of Ribes in the Czech Republic / F. Paprštein, J. Sedlak, J. Ludvikova // IX International Rubus & Ribes Symposium. Pucon. Chile. 1 January. Acta Hort, 2008. — R. 99–102.
15. Snelling, C. The Development of Low Chill Blackcurrants from the New Zealand Breeding Programme / C. Snelling, G. Langford // IX International Rubus&Ribes Symposium. Pucon, Chile. — 1 January. — Acta Hort, 2008. — R. 167–169.
16. Stalažs, A. Diversity of Currant (*Ribes*) Species and Cultivars Infested by *Cecidophyopsis* Mites in Latvia / A. Stalažs // Proceedings of the X-th International Rubus and Ribes Symp. Zlatibor. Serbia. — Acta Hort, 2012. — R. 333–337.
17. Trajkovski, V. Gooseberry and black currant breeding in Sweden / V. Trajkovski, I. Hjalmarsson, B. Wallace // Sovremennoe sostoyanie kul'tur smorodiny chernoj i kryzhovnika: Sb. nauch. trudov. VNIIS im. I.V. Michurina. — Michurinsk, 2007. — С. 201–205.

LIST OF SOURCES

В.Т. Синеговская, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ
 А.А. Урюпина, младший научный сотрудник
 И.В. Ануфриева, младший научный сотрудник
 ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт сои
 РФ, 675027, Амурская обл., г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19
 E-mail: valsln09@gmail.com

УДК 633.34:631.33:631.521:631.244.2

DOI:10.30850/vrsn/2021/4/48-52

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ НОВОГО СКОРОСПЕЛОГО СОРТА СОИ СЕНТЯБРИНКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Установлено положительное влияние минеральных и органических удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов скороспелого сорта сои Сентябринка при длительном применении в стационарном опыте на луговой черноземовидной почве в условиях Амурской области. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}$ обеспечило формирование в посевах сои максимальной площади листьев — 55 тыс. м²/га, с превышением контрольного варианта на 52,4 %. Положительная динамика роста листьев в течение вегетации сои отмечена при оптимальном температурном режиме и достаточной обеспеченности растений влагой от начала образования бобов до их формирования. Фотосинтетический потенциал достигал максимальных показателей к периоду формирования бобов — налива семян у растений всех вариантов опыта и был наибольшим в посевах с применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}$ (превышение контроля на 39 %). Продуктивность фотосинтетического потенциала (ПФП) при формировании хозяйственно полезной части урожая варьировала от 2,0 до 2,2 кг/тыс. ед. ПФП, что обеспечило биологическую урожайность семян на уровне 4,0...4,6 т/га. Корреляционный анализ подтвердил зависимость урожайности скороспелого сорта сои Сентябринка на 85–90 % от показателей работы фотосинтетического аппарата. Коэффициент корреляции между площадью листьев и урожайностью составил 0,95 ($d_{yx} = 0,90$), что подтвердило сильную положительную связь (90%) между урожайностью и площадью листовой поверхности, а также с фотосинтетическим потенциалом ($r = 0,92$, $d_{yx} = 0,85$).

Ключевые слова: соя, минеральные удобрения, фотосинтетическая деятельность, урожайность.

V.T. Sinegovskaya, Academician of the RAS, Professor, Honored Scientist of Russia
 A.A. Uryupina, junior researcher
 I.V. Anuphrieva, junior researcher
 FSC All-Russian Scientific Research Institute of Soybean
 RF, 675027, Amurskaya obl., g. Blagoveshchensk, Ignat'evskoe shosse, 19
 E-mail: valsln09@gmail.com

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELD FORMATION OF A NEW EARLY MATURING SENTRYABRINKA SOYBEAN VARIETY DEPENDING ON FERTILIZATION LEVEL

The positive effect of fertilizers on the crop photosynthetic activity of the early ripening variety of soybean Sentyabrinka with prolonged use of mineral and organic fertilizers in a stationary experiment with meadow chernozem-like soil in the Amur region has been established. Application of mineral fertilizers in a dose of $N_{60}P_{90}$ ensured the formation of the maximum leaf area in soybean crop at the level of 55 thousand m²/ha, exceeding the control by 52.4 %. This study noted a positive dynamic in the formation of leaf area during the entire growing season of soybean under conditions of optimal temperature conditions and sufficient supply of plants with moisture in the period from the beginning of the generation of pods to their formation. The photosynthetic potential reached its maximum values by the stage of pods formation, seeds filling in plants of all tests of the experiment and was the highest in crops under application of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{90}$, exceeding the control by 39 %. The productivity of the photosynthetic potential (PPP) during the formation of crop economically valuable importance varied from 2.0 to 2.2 kg per 1000 PP units, which ensured the biological seed yield at 4.0–4.6 t/ha, depending on the dose of fertilizers. Correlation analysis confirmed the 85–90 % dependence of the yield of the early maturing soybean variety Sentyabrinka on the performance of the photosynthetic apparatus. The correlation coefficient between leaf area and yield was 0.95 ($d_{yx} = 0.90$), which confirmed the strong dependence (90 %) of yield on leaf area and duration of its work ($r = 0.92$, $d_{yx} = 0.85$).

Key words: soybean, crop rotation, photosynthetic activity, yield.

Величина урожая в посевах сельскохозяйственных культур определяется не только внешними условиями окружающей среды, но и интенсивностью процесса фотосинтеза, который зависит от ряда факторов, один из которых — обеспеченность посевов элементами минерального питания. [6, 11] Для процесса фотосинтеза она имеет такое же существенное значение, как и интенсивность света. Основной показатель фотосинте-

тической деятельности — скорость формирования, размер площади листовой поверхности растений и продолжительность ее функционирования. [8, 13] Управляя режимом питания растений можно регулировать эти процессы. [2-4, 17] А.А. Ничипорович установил, что при полном смыкании листьев оптимальная площадь листовой поверхности посевов — 40...50 тыс. м²/га. [9, 10] За весь период вегетации ассимиляционный аппарат посевов сои

способен улавливать до 90,6 % солнечной радиации, поступающей на поле, что увеличивает эффективность фотосинтеза и повышает продуктивность растений. [16] Площадь листовой поверхности на фоне минерального питания возрастает на 2,5...5,1 тыс. м²/га. [7] Применение под зяблевую вспашку фосфорных удобрений P₄₅ положительно влияет на формирование листовой поверхности растений (39...46 тыс. м²/га), что способствует повышению урожайности зерна до 25...29 ц/га. [1, 5] Доказано, что фотосинтетический аппарат и его продуктивность зависят не только от условий внешней среды, но и степени обеспечения растений минеральным питанием. [14, 15]

Цель исследований – определение зависимости работы фотосинтетического аппарата и величины урожайности сои от уровня обеспеченности растений минеральным питанием.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыт проводили в 2019–2020 годах в длительном стационарном пятипольном севообороте (овес, соя, пшеница, соя, пшеница), заложенном на поле ВНИИ сои в 1962–1964 годах. Почва – луговая черноземовидная среднесиловатая, рН – 5,2, гумус – 4,21 %. Схема опыта: 1 – без удобрений, 2 – P₆₀, 3 – N₃₀P₆₀, 4 – N₆₀P₉₀, 5 – N₃₀P₆₀ + 12 т/га полупревшего навоза КРС под предшествующую культуру овес. Минеральные удобрения применяли в форме аммиачной селитры и аммофоса. Повторность – трехкратная, общая площадь делянки – 180 м², учетная – 75 м². Семена скороспелого сорта сои *Сентябринка* высевали механизировано с нормой 700 тыс. всх. сем./га. Фотосинтетическую деятельность изучали в динамике по формированию площади листовой поверхности и продолжительности ее работы, которая выражается фотосинтетическим потенциалом (ФП) и чистой продуктивностью фотосинтеза (ЧФП). Продуктивность фотосинтетического потенциала (ПФП) определяли по методике В.Т. Синеговской. [10, 12]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наращение площади листовой поверхности проходило медленно до фазы полного цветения, так как большая часть ассимилянтов в этот период уходило в корневую систему. Затем площадь листьев начала быстро увеличиваться и в фазе начала образования бобов была наибольшей в варианте с применением N₆₀P₉₀, превысив контроль на 26%, N₃₀P₆₀ – 25,5, P₆₀ – 24, N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник – 19,3 % (табл. 1).

Площадь листьев достигла максимальной величины к фазе формирования бобов во всех вариантах опыта. В посевах с применением N₆₀P₉₀ она достигала 55,0 тыс. м²/га (на 52,4 % больше, чем в контроле), у растений в вариантах P₆₀, N₃₀P₆₀ и N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник – была практически одинаковой (превышение относительно контроля – 25,5...26 %). Такая положительная динамика в формировании площади листьев посевами сои сложилась на фоне оптимального

Таблица 1.
Динамика формирования площади листьев
скороспелого сорта сои *Сентябринка* в зависимости от уровня
минерального питания (среднее за 2019–2020 годы)

Вариант	Площадь листьев по фазам роста и развития растений, тыс. м ² /га				
	начало цветения	полное цветение	начало образования бобов	формирование бобов	налив семян
Контроль (б/у)	9,3	20,4	32,2	36,1	28,5
P ₆₀	10,4	22,1	39,8	45,5	40,1
N ₃₀ P ₆₀	11,9	19,2	40,4	45,4	39,1
N ₆₀ P ₉₀	14,1	26,7	40,6	55,0	38,0
N ₃₀ P ₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник	11,5	19,7	38,4	45,3	32,0

температурного режима и достаточной обеспеченности растений влагой к началу образования – формирования бобов. В этот период влажность почвы составила в 2019 году – 66...69 %, 2020 – 59...66 % ППВ. Среднесуточная температура воздуха в 2019 году была на уровне нормы, а в 2020 превышала среднееголетний показатель на 3,4 °С, что обеспечило оптимальное развитие площади листовой поверхности и поступление минеральных веществ из почвы в растения (рис. 1).

Фотосинтетический потенциал (ФП) характеризует продолжительность работы листовой поверхности посева. В период от всходов до начала цветения ФП был больше относительно контроля у растений в вариантах: N₆₀P₉₀ – на 51 %, N₃₀P₆₀ – 28 %, N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник – 22 %, в посевах с внесением только фосфорных удобрений P₆₀ – 11 % (рис. 2).

Значение фотосинтетического потенциала было максимальным к периоду формирования бобов – налива семян у растений всех вариантов опыта. В посевах с внесением N₆₀P₉₀ оно превысило контроль на 39 %, N₃₀P₆₀ – 28, P₆₀ – 25, N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник – 17 %. За всю вегетацию растений сои, в посевах с применением минеральных удобрений в дозах N₆₀P₉₀, N₃₀P₆₀, P₆₀ и N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник ФП превышал контроль на 38 %, 27, 26 и 18 % соответственно. Таким образом, фотосинтетический потенциал как по периодам развития растений, так и в целом за вегетацию в годы исследований, зависел от уровня обеспеченности посевов минеральным питанием на фоне оптимальной температуры и влажности почвы.

Накопление органического вещества – итог фотосинтетической деятельности растений. Минеральные удобрения положительно повлияли на образование абсолютно сухого вещества (АСВ) растениями. В фазе начала цветения применение N₆₀P₉₀ увеличило накопление АСВ на 71 %, N₃₀P₆₀ – 37, P₆₀ – 28, N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшествующую культуру – 30 % в сравнении с контролем (табл. 2). До формирования бобов накопление АСВ проходило медленно, затем к

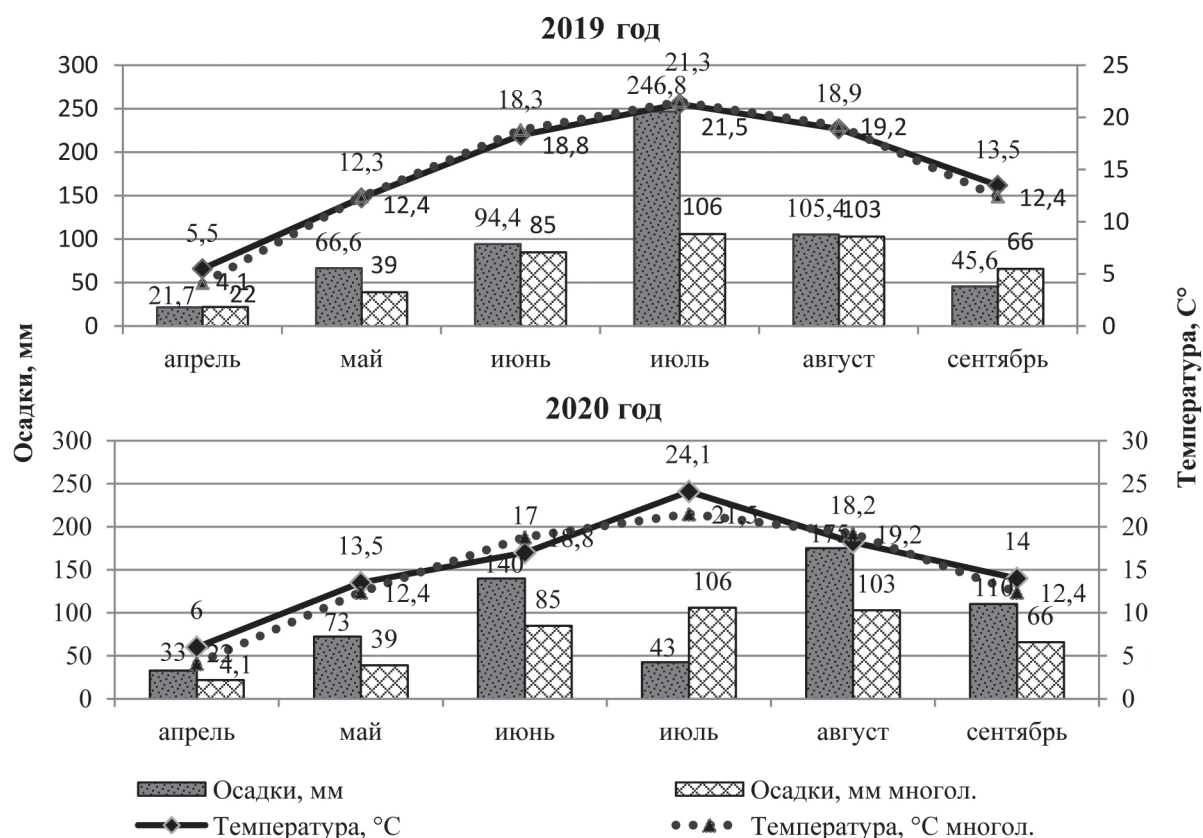


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха (°C) и количество осадков (мм) в годы исследований (температура – м. ст. г. Благовещенск, осадки – м. ст. с. Садовое).

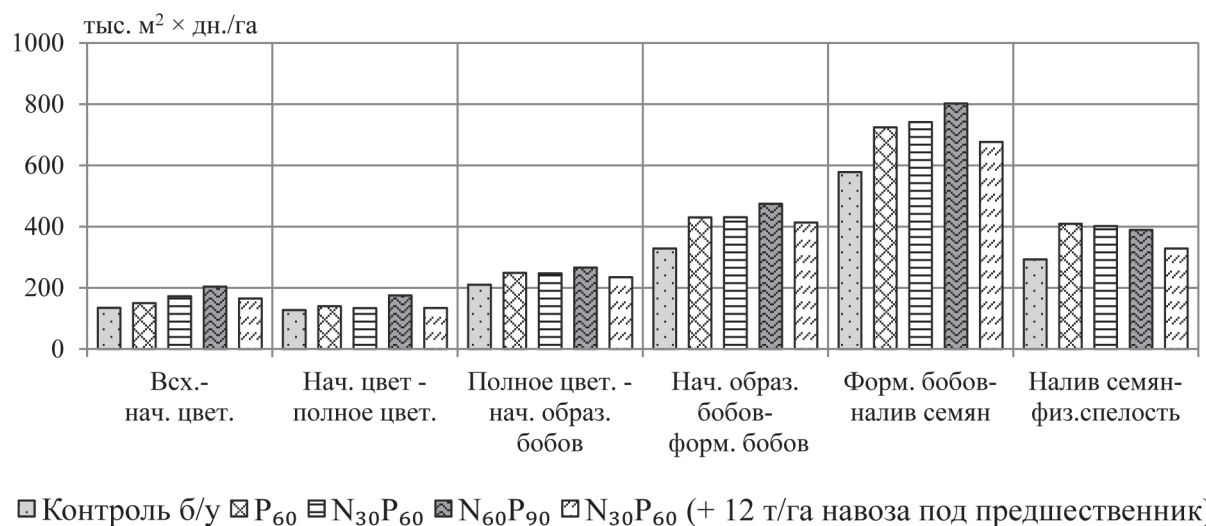


Рис. 2. Фотосинтетический потенциал по периодам вегетации сои, тыс. м²×дн./га (среднее за 2019–2020 годы).

наливу семян интенсивность увеличилась в связи с активным оттоком питательных веществ из листьев в семена.

В среднем за два года исследований наибольшей величины АСВ достигло к фазе налива семян в посевах с высоким уровнем минерального питания N₆₀P₉₀, превысив контроль на 35 %. Внесение удобрений в дозах P₆₀, N₃₀P₆₀ и N₃₀P₆₀+12 т/га навоза под предшественник увеличило этот показатель в сравнении с контролем на 22, 21 и 16,5 % соответственно.

Интенсивность накопления АСВ растениями сои выражается чистой продуктивностью фото-

синтеза (ЧПФ), которая показывает прирост массы сухого вещества на единице посева в сутки. В течение периода вегетации ЧПФ в годы исследований варьировала от 4,3 до 9,7 г/м² в сутки в зависимости от фазы развития растений и уровня минерального питания. Наибольшая ЧПФ отмечена в посевах с применением удобрений в дозах N₃₀P₆₀, N₆₀P₉₀, N₃₀P₆₀+12 т/га навоза под предшественник (табл. 3). Биологическая урожайность также была самой высокой в этих вариантах опыта из-за активного оттока и накопления питательных веществ в семенах. Продуктивность фотосинтетического

Таблица 2.
Накопление абсолютно сухого вещества по фазам роста и развития растений сорта сои *Сентябринка*, кг/га (среднее за 2019–2020 годы)

Вариант	АСВ, кг/га				
	начало цветения	полное цветение	начало образования бобов	формирование бобов	налив семян
Контроль (б/у)	772	1810	2795	5616	9830
P ₆₀	985	2196	4079	6299	11 998
N ₃₀ P ₆₀	1061	2077	3985	6554	11 855
N ₆₀ P ₉₀	1319	2657	4686	8562	13 257
N ₃₀ P ₆₀ + 12 т/га навоза навоз под предшественник	1010	1851	3868	6524	11 455

потенциала (ПФП) при формировании хозяйственно полезной части урожая была высокой во всех вариантах опыта с варьированием от 2,0 до 2,2 кг/тыс. ед. ФП. Коэффициент хозяйственной эффективности за вегетацию — наибольший в варианте с применением удобрений в дозе N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник, с превышением контроля на 5,6 %.

Установлено положительное влияние удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов скороспелого сорта сои *Сентябринка* и урожайность семян. Применение удобрений в дозе N₆₀P₉₀ обеспечило наиболее интенсивный рост и развитие фотосинтетического аппарата сои, что привело к увеличению максимальной площади листьев на 52,4 %, а ФП на 38 % по сравнению с контролем. При этом биологическая урожайность семян была самой большой и составляла 4,6 т/га, с превышением контроля на 1,1 т/га. На основе корреляционного анализа установлена сильная положительная связь между урожайностью и площадью листовой поверхности ($r = 0,95$; $d_{yx} = 0,90$), а также с фотосинтетическим потенциалом ($r = 0,92$; $d_{yx} = 0,85$) и АСВ ($r = 0,94$; $d_{yx} = 0,88$), подтверждена зависимость урожайности сорта *Сентябринка* на 85...90 % от работы фотосинтетического аппарата.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Атабаева, Х.Н. Влияние нитрагина и фосфорно-калийных удобрений на фотосинтетический потенциал сои /Х.Н. Атабаева, И. Исроилов //Аграрная наука. — 2005. — № 3. — С. 12.
- Влияние форм азотных удобрений на рост и развитие люпина белого сорта алый парус / А.А. Муравьев, С.В. Кадыров, И.С. Муравьева, В.А. Сергеева //100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития: Юбилейный сборник научных трудов: мат. межд. науч.-практ. конф. факультета агрономии, агрохимии и экологии, Воронеж, 24 сентября 2019 года / Под общей редакцией В.А. Федотова. — Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. — С. 168–173.
- Дозоров, А.В. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность сои при разных сроках и способах посева /А.В. Дозоров, Ю.В. Ермошкин //Зерновое хозяйство. — 2007. — № 6. — С. 30–32.
- Ерматова, Д.Е. Рост и развитие сои при совместном внесении азотных удобрений с инокуляцией /Д.Е. Ерматова, Х.М. Рахимова, С.У. Ибрагимова//Молодой ученый. — 2018. — № 17 (203). — С. 148–150. — URL: <https://moluch.ru/archive/203/49817/> (дата обращения: 05.04.2021).
- Засеев, С.А. Влияние минерального питания на рост, развитие и продуктивность сои /С.А. Засеев, А.Т. Фарниев // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета «Студенческая наука — агропромышленному комплексу», Владикавказ, 16–17 марта 2020 года. — Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. — С. 103–105.
- Кандаков, Н. В. Влияние различных уровней минерального питания и способов посева на урожайность и посевные качества семян сои//Стратегия развития российского аграрного образования и аграрной науки в XXI веке: мат. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Уральской сельскохозяйственной академии. — Екатеринбург, 2010. — С. 170–172.
- Карпова, Л.В. Продуктивность и кормовая ценность зернобобовых культур при выращивании на разных фонах питания / Л.В. Карпова // Нива Поволжья. — 2010. — № 3 (16). — С. 22–26.
- Котлярова, Е.Г. Фотосинтетическая деятельность сортов сои в зависимости от уровня удобренности / Е.Г. Котлярова, В.Г. Грицина//Аграрный научный журнал. — 2021. — № 2. — С. 25–32. (DOI 10.28983/asj.y2021i2pp25-32).

Показатели фотосинтетической деятельности посевов сои в зависимости от уровня обеспеченности минеральным питанием (среднее за 2019 – 2020 годы)

Показатель	Вариант					R
	контроль (б/у)	P ₆₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник	
Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	38,0	45,5	45,4	55,0	45,3	0,95*
ФП за вегетацию, тыс. м ² дн./га	1673,4	2103,6	2128,4	2313,7	1954,1	0,92*
ЧПФ за вегетацию, г/м ² в сут.	4,9	4,9	5,5	5,2	5,0	0,54
Максимальное накопление АСВ, кг/га	9830	11 998	11 855	13 257	11 455	0,94*
ПФП, кг/тыс.ед. ФП	2,1	2,1	2,0	2,0	2,2	—
Коэффициент хоз. эффективности за вегетацию	0,36	0,34	0,36	0,35	0,38	—
Биологическая урожайность, т/га	3,5	4,0	4,2	4,6	4,2	HCP ₀₅ = 0,61

Примечание. R — коэффициент парной корреляции между урожайностью и показателями фотосинтетической деятельности; * — достоверно на 5%-м уровне значимости.

9. Наумов, А.Ю. Фотосинтетическая и симбиотическая деятельность зернобобовых культур при различной влагообеспеченности / А.Ю. Наумов, М.Н. Гаранин, Р.С. Паймухина // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения.* — 2012. — Т. 1. — С. 26–36.
10. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожая) / А.А. Ничипорович — М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. — 135 с.
11. Радикорская, В.А. Оптимизация минерального питания зерновых культур и сои / В.А. Радикорская // *Дальневосточный аграрный вестник.* — 2009. — № 3. — С. 87–89.
12. Синеговская, В.Т. Методы исследований в полевых опытах с соей / В.Т. Синеговская, Е.Т. Наумченко, Т.П. Кобозева. — Благовещенск: Изд-во ООО ИПК ОДЕОН, 2016. — 115 с.
13. Синеговская, В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы. / В.Т. Синеговская — Благовещенск: ПКИ «Зоя», 2005. — 120 с.
14. Федотов, В.А. Соя в России: монография / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, О.В. Столяров, Н.С. Шевченко; под ред. В.А. Федотова и С.В. Гончарова. — М.: Агролига России. — 2013. — 432 с.
15. Хамоков, Х.А. Влияние минеральных удобрений на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности посевов сои, гороха и вики/Х.А. Хамоков//*Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* — 2018. — № 1 (159). — С. 30–34.
16. Шукюров, С.А. Эффективность использования фотосинтетически активной радиации растениями сои в зависимости от ширины междурядий / С.А. Шукюров, Т.Н. Федорова//*Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.* — 2018. — № 4. — С. 115–119.
17. Singh S.K. Phosphorus Nutrition Affects Temperature Response of Soybean Growth and Canopy Photosynthesis/ Shardendu K. Singh, Vangimalla R. Reddy, David H. Fisher and Dennis J. Timlin // *Front. Plant Sci* — 2018. — Vol. 9. (DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01116>).
2018. — № 17 (203). — С. 148–150. — URL: <https://moluch.ru/archive/203/49817/> (data obrashcheniya: 05.04.2021).
5. Zaseev, S.A. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na rost, razvitie i produktivnost' soi/S.A. Zaseev, A.T. Farniev // *Nauchnye trudy studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta «Studencheskaya nauka — agropromyshlennomu kompleksu»*, Vladikavkaz, 16–17 marta 2020 goda. — Vladikavkaz: Gorskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. — S. 103–105.
6. Kandakov, N.V. Vliyanie razlichnyh urovnej mineral'nogo pitaniya i sposobov poseva na urozhajnost' i posevnye kachestva semyan soi//*Strategiya razvitiya rossijskogo agrarnogo obrazovaniya i agrarnoj nauki v HKHI veke : mat. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 70-letiyu Ural'skoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* — Ekaterinburg, 2010. — S. 170–172.
7. Karpova, L.V. Produktivnost' i kormovaya cennost' zernobobovyh kul'tur pri vyrashchivanii na raznyh fonah pitaniya / L.V. Karpova // *Niva Povolzh'ya.* — 2010. — № 3 (16). — S. 22–26.
8. Kotlyarova, E.G. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' sortov soi v zavisimosti ot urovnya udobrennosti/E.G. Kotlyarova,V.G. Gricina // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal.* — 2021. — № 2. — S. 25–32. (DOI 10.28983/asj.y2021i2pp25-32).
9. Naumov, A.Yu. Fotosinteticheskaya i simbioticheskaya deyatel'nost' zernobobovyh kul'tur pri razlichnoj vlagobespechennosti/A.Yu. Naumov, M.N. Garanin, R.S. Pajmuhina // *Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremen-nom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya.* — 2012. — Т. 1. — С. 26–36.
10. Nichiporovich, A.A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevah (metody i zadachi ucheta v svyazi s formirovaniem urozhayev)/A.A. Nichiporovich — М.: Изд-во Akad. nauk SSSR, 1961. — 135 s.
11. Radikorskaya, V.A. Optimizaciya mineral'nogo pitaniya zernovyh kul'tur i soi/V.A. Radikorskaya//*Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik.* — 2009. — № 3. — С. 87–89.
12. Sinegovskaya, V.T. Metody issledovaniy v polevyh opytah s soej/V.T. Sinegovskaya, E.T. Naumchenko, T.P. Kobozeva. — Blagoveshchensk: Izd-vo ООО ИПК ОДЕОН, 2016. — 115 s.
13. Sinegovskaya, V.T. Posevy soi v Priamur'e kak fotosinteziruyushchie sistemy./V.T. Sinegovskaya — Blagoveshchensk: PKI «Zeya», 2005. — 120 s.
14. Fedotov, V.A. Soya v Rossii: monografiya/V.A. Fedotov, S.V. Goncharov, O.V. Stolyarov, N.S. Shevchenko; pod red. V.A. Fedotova i S.V. Goncharova. — М.: Agroliga Rossii. — 2013. — 432 s.
15. Hamokov, H.A. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na pokazateli fotosinteticheskoy i simbioticheskoy deyatel'nosti posevov soi, goroha i viki/H.A. Hamokov//*Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* — 2018. — № 1 (159). — С. 30–34.
16. Shukyurov, S.A. Effektivnost' ispol'zovaniya fotosinteticheskij aktivnoj radiacii rasteniyami soi v zavisimosti ot shiriny mezhduruyadij / S.A. Shukyurov, T.N. Fedorova//*Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* — 2018. — № 4. — С. 115–119.
17. Singh S.K. Phosphorus Nutrition Affects Temperature Response of Soybean Growth and Canopy Photosynthesis/ Shardendu K. Singh, Vangimalla R. Reddy, David H. Fisher and Dennis J. Timlin // *Front. Plant Sci* — 2018. — Vol. 9. (DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01116>).

LIST OF SOURCES

1. Atabaeva, H.N. Vliyanie nitragina i fosforno-kalijnyh udobrenij na fotosinteticheskij potencial soi / H.N. Atabaeva, I. Isroilov // *Agrarnaya nauka.* — 2005. — № 3. — С. 12.
2. Vliyanie form azotnyh udobrenij na rost i razvitie lyupina belogo sorta alyj parus / A.A. Murav'ev, S.V. Kadyrov, I.S. Murav'eva, V.A. Sergeeva // *100-letie kafedry rastenievodstva, kormoproizvodstva i agrotekhnologii: itogi i perspektivy innovacionnogo razvitiya: Yubilejnyj sbornik nauchnyh trudov: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. fakul'teta agronomii, agrohimii i ekologii, Voronezh, 24 sentyabrya 2019 goda / Pod obshchej redakciej V.A. Fedotova.* — Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2019. — С. 168–173.
3. Dozorov, A.V. Simbioticheskaya i fotosinteticheskaya deyatel'nost' soi pri raznyh srokah i sposobah poseva / A.V. Dozorov, Yu.V. Ermoshkin // *Zernovoe hozyajstvo.* — 2007. — № 6. — С. 30–32.
4. Yormatova, D.Yo. Rost i razvitie soi pri sovmestnom vnese-nii azotnyh udobrenij s inokulyaciej / D.Yo. Yormatova, H.M. Rahimova, S.U. Ibragimova//*Molodoj uchenyj.* —

В.П. Белобров, доктор сельскохозяйственных наук

С.А. Юдин, кандидат биологических наук

Н.Р. Ермолаев, аспирант

А.Л. Иванов, академик РАН

ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2

В.К. Дридигер, доктор сельскохозяйственных наук

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

РФ, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, Шпаковский р-н, ул. Никонова, 49

А.И. Айдиев, кандидат сельскохозяйственных наук

Б.С. Ильин, старший научный сотрудник

Курский Федеральный аграрный научный центр

РФ, 305526, Курская обл., Курский р-н, п. Черемушки, 10

E-mail: belobrovvp@mail.ru

УДК.631.421.1.

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/53-57

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Проведен многолетний полевой опыт в зерновом четырехпольном севообороте (озимая пшеница, кукуруза, ячмень, горох) по оценке воздействия вспашки, как традиционной системы земледелия, рассмотрена изменчивость морфометрических показателей типичных черноземов. На примере четырех опытных полей (каждое площадью 2,4 га) выявлено варьирование показателей, связанное с особенностями структуры почвенного покрова и применяемых систем земледелия. Наибольшая степень изменчивости характерна для глубины вспашки. Вспашка приводит к увеличению мощности выщелоченного от карбонатов профиля почв, а прямой посев — к ее снижению. Показано, что обработка гомогенизирует поверхностный слой почв и трансформирует структуру почвенного покрова, как своеобразную «страховую систему» от погодных рисков, снижая ее эффективность. Прямой посев, напротив, ведет к восстановлению деградированных свойств и естественной неоднородности почв, этот процесс направлен на экологическое оздоровление как отдельных ареалов почв, так и структур почвенного покрова в целом. Взаимовлияние структуры почвенного покрова и систем земледелия прослеживается во времени и пространстве. Структура почвенного покрова и урожайность культур связаны с устойчивостью агросистемы к воздействию неблагоприятных климатических условий и других рисков. Для этого необходимо возобновлять мониторинг почвенного покрова, как основу для качественной оценки почв и выбора наиболее оптимального направления развития земледелия, освоения новых технологий при производстве сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: прямой посев, традиционная технология, неоднородность, почвенный покров, вспашка.

V.P. Belobrov, Grand PhD in Agricultural sciences

S.A. Yudin, PhD in Biological sciences

N.R. Ermolaev, PhD student

A.L. Ivanov, Academician of the RAS

FRC "V.V. Dokuchaev Soil Science Institute"

RF, 119017, g. Moskva, Pyzhevskij per., 7, str. 2

V.K. Dridiger, Grand PhD in Agricultural sciences

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

RF, 356241, Stavropol'skij kraj, g. Mihajlovsk, Shpakovskij r-n, ul. Nikonova, 49

A.I. Aydiev, PhD in Agricultural sciences

B.S. Il'in, senior researcher

Federal Agricultural Kursk Research Center

RF, 305526, Kurskaya obl., Kurskij r-n, p. Cheremushki, 10

E-mail: belobrovvp@mail.ru

SOIL COVER STRUCTURE AND CROPS CULTIVATION TECHNOLOGIES

The variability of morphometric indicators of typical chernozems is considered based on long-term field experiment in a grain 4-field crop rotation (winter wheat, corn, barley, peas) to assess the impact of plowing as a traditional farming system that uses soil treatment and no-till, in which plowing is not used. On the example of four experimental fields (each with an area of 2.4 hectares), the variation of indicators associated with the features of the soil cover structure and the applied farming systems was revealed. The tillage leads to an increase in the thickness of the soil profile leached from carbonates, and direct sowing leads to its decrease. The highest variability degree is found in the boiling depth of soil. It is shown that the tillage leads to the homogenization of the soils surface layer and the transformation of the soil cover structure, as a kind of «insurance system» against weather risks reducing its effectiveness. The direct sowing usage leads to the restoration of degraded properties and natural of soils heterogeneity in the soil cover structures, which can be considered as a process aimed at ecological improvement of both specific soil sites and the soil cover structures. The mutual influence of the soil cover structure and agricultural systems can be traced in time and space. The soil structure and the cultivated crops yield related to the sustainability of agrosystems to adverse climatic conditions and other risk. For these it is necessary monitoring soil as the basis for the qualitative assessment of soil and selection of the most optimal directions of agriculture development, a new technologies development in the production of agricultural products.

Key words: no-till, traditional tillage, heterogeneity, soil cover, plowing.

Естественное состояние почвенного покрова отражает природную неоднородность почв в пространстве, которая в процессе окультуривания (использование разных систем и технологий земледелия) постепенно трансформируется. Оценка пестроты почвенного покрова на разных исторических этапах развития земледелия была преимущественно экспертной, и обычно опиралась на разную продуктивность и качество почв, изучение урожайности и условий возделывания сельскохозяйственных культур. С разработкой теории структуры почвенного покрова (СПП), ее оценка в земледелии приобрела целевое качественно-количественное назначение. [12] Было установлено, что усредненный показатель урожайности во многом зависит от вариабельности свойств почв во времени и пространстве, взаимосвязей между ними, а также погодных условий, влияющих на продуктивность фитоценозов.

В.М. Фридланд предположил, что микропестрота почвенного покрова может быть «страховой системой», определяющей наличие урожая в разные по погодным условиям годы. Следовательно, без изучения структуры почвенного покрова нельзя достаточно обоснованно решать проблемы организации и технологии сельскохозяйственного производства. [13]

Эти вопросы по-прежнему актуальны. Они связаны с постоянным прогрессом в области агротехнологий, направлены на повышение урожайности возделываемых культур, снижение процессов деградации и восстановление продуктивных свойств агропочв. [7] Важен также агроэкологический подход к использованию почв, разработанный В.И. Кирюшиным [8] по применению адаптивно-ландшафтного земледелия в стране, и необходимость учета изменения мезо-, микро- и нано-климатических параметров.

Следствие процесса окультуривания почв — изменения сложности и контрастности СПП, обусловленные обработками, внесением удобрений, процессами водной эрозии и дефляции. С одной стороны, они приводят к гомогенизации 20 (25) см слоя почв, нивелируя поверхностную природную неоднородность гумусового горизонта и снижая эффективность «страховой системы», а с другой — формируют антропогенные агропочвенные нано- и микроструктуры (борозды выпашивания, переуплотнение), изменяющие условия водно-теплого режима, эффективность вносимых удобрений и т. д.

«Страховая система» естественных структур почвенного покрова адаптирована к основным локально-региональным климатическим параметрам (температура, осадки) и нивелирует в годовом и многолетнем цикле урожайность культур. В свою очередь урожайность «привязана» к компонентам СПП и реагирует на изменения погодных условий разного уровня. В агроструктурах почвенного покрова, в силу трансформации свойств определяющих плодородие почв, эффективность «страховой системы» снижается. При этом увеличиваются риски из-за погодных изменений и аномалий, а урожайность падает. В агросистемах, где имеется дефицит влаги, требуется орошение не отдельных компонентов, а всей территории поля, тогда как

в природной экосистеме регулятор — естественный микрорельеф (процесс саморегулирования). Переход к прямому посеву, экологической и почвосберегающей технологии в земледелии сказывается на изменчивости свойств почв и ведет к усилению неоднородности характерной для естественного состояния СПП. [3, 4, 6, 14] Проявляется взаимовлияние процесса окультуривания почв и стремление структуры почвенного покрова к возврату в свое естественное состояние.

Цель работы — оценка воздействия традиционной технологии земледелия и прямого посева на структуры почвенного покрова через анализ изменчивости морфометрических параметров типичных черноземов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований — четыре опытных поля «Курского ФАНЦ» (GPS — 51° 37', 71 с.ш. 36° 15', 73 в.д.), расположенных на плакорной поверхности водораздела, уклон — север-запад-север ~ 1°. На выделенных участках (2,4 га) с 2013 года по методике В.И. Кирюшина изучали минимизацию обработок, анализируя морфометрические, агрохимические и агрофизические свойства типичных черноземов (*Halpic chernozem*). Применяли четыре варианта обработки почв, размер делянки 60 × 100 м: вспашка с оборотом пласта, комбинированная (чизель + дискование), минимальная (дискование) и прямой посев.

Закладывали опытные поля в четырехкратной повторности последовательно по одному полю с 2013 по 2016 год в июле-августе после уборки уравнильного посева горохово-овсяной смеси (озимая пшеница, кукуруза, ячмень, горох). Полевые исследования включали детальную топографическую (рис. 1, 2-я стр. обл.) и почвенную съемку каждого поля (45 скважин ручного бурения на одно поле) с фиксацией основных морфометрических параметров черноземов (мощность горизонтов A1 и A1+AB, глубина вскипания от 10 % HCL).

После первой ротации за 2017–2020 годы провели повторное картографирование почв по аналогичной методике на всех полях, с отбором проб по тем же фиксированным GPS точкам. Статистически обрабатывали данные с помощью Excel 2016 и непараметрического серийного критерия S_{05} . [10]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Мощность гумусированного профиля типичных черноземов на всех полях за четыре года практически не изменилась и характеризуется очень слабой (статистически не значимой) тенденцией роста мощности горизонта A1 и A1+AB, что можно отнести на счет вариабельности параметров, минимизации обработок по вариантам и влияния климатических показателей за прошедший период (табл. 1).

Глубина вскипания также не поменялась, имея при этом очень высокий показатель варьирования, превышающий в два и более раза изменчивость мощности гумусированного профиля.

При сравнении показателей гумусового профиля черноземов между вариантом вспашка и прямым посевом, различий не наблюдалось ни до, ни по-

сле первой ротации, тогда как по глубине вскипания выявлен разнонаправленный тренд, который характеризует статистически недостоверное увеличение и уменьшение выщелоченности профиля черноземов от карбонатов (табл. 2).

При вспашке глубина вскипания увеличилась на 10 см (77...87 см), а в прямом посеве уменьшилась на 5 см (71...66 см), что отражает общую для полей тенденцию при смене традиционной технологии земледелия на прямой посев. [3]

Для вспашки и прямого посева в таблице 3 представлены показатели мощности гумусового горизонта и глубины вскипания отдельно для каждого из четырех полей до и после первой ротации севооборота.

До начала опыта эти показатели отражали исходную структуру почвенного покрова, а неоднородность свойств почв была обусловлена длительным использованием вспашки, как традиционной технологии земледелия (рис. 2, 2-я стр. обл.). Мощность A1 черноземов варьировала по средним показателям для делянок от 47 до 82 см, достоверно различались только на поле 2. После первой ротации мощность A1 на полях 3 и 4 снизилась, на 1 и 2 увеличилась, но значимые различия между вспашкой и прямым посевом были выявлены только на поле 4. Снижение мощности A1 связано с уплотнением поверхностного слоя гумусового горизонта почв, которое сопряжено в первые годы применения технологии прямого посева с отсутствием обработок почв.

Вспашка за четыре года опыта мало повлияла на мощность гумусового горизонта: на полях 2 и 4 практически не изменилась, 3 — достоверно уменьшилась. При прямом посеве колебания мощности A1 за ротацию носили более существенный характер: на полях 3 и 4 достоверно снижалась, 1 и 2 — увеличивалась.

СПП типичных черноземов по карбонатности (глубина вскипания), отражает длительный период использования в земледелии вспашки (рис. 3, 2-я стр. обл.). В отличие от карты мощности, она имеет больше ареалов, то есть ее сложность выше, что отразилось на варьировании глубины вскипания черноземов в вариантах по обработкам и годам исследования до начала опыта: на полях 1 и 4 в прямом посеве изначально ниже, а на 2 и 3 выше, чем при вспашке. Несмотря на высокую вариабельность и различия глубины вскипания черноземов на отдельных полях, разница в средних глубинах была не достоверна.

После первой ротации на всех полях (исключение — поле 1), из-за вспашки увеличилась выщелоченность профиля. При прямом посеве на всех полях (в большей степени 2 и 4) снизилась выщелоченность профиля черноземов от карбонатов. Этот тренд характеризует общую тенденцию в изменении карбонатности типичных черноземов при смене традиционной технологии земледелия на прямой посев.

Таким образом, за одну ротацию севооборота на разных полях между вспашкой и прямым посевом имеются хорошо выраженные тренды по мощности гумусового горизонта и глубине вскипания. Полученные данные определяют роль двух важных факторов в неоднородности почвенного покрова на уровне вида — структура и технология земледелия.

Таблица 1.

**Морфометрические параметры
типичных черноземов опытных полей по годам**

Статистический параметр (n=180)	2013–2016			2017–2020		
	мощность		вскипание	мощность		вскипание
	A1	A1+AB		A1	A1+AB	
Средняя арифметическая	65	104	74	68	109	73
Стандартное отклонение	13	17	30	12	18	30
Коэффициент вариации	20	16	41	18	17	41

Таблица 2.

**Морфометрические параметры типичных черноземов
опытных полей по вариантам (вспашка и прямой посев)**

Статистический параметр (n=40)	2013–2016			2017–2020		
	мощность		вскипание	мощность		вскипание
	A1	A1+AB		A1	A1+AB	
Средняя арифметическая	67/64	104/101	77/71	65/65	105/103	87/66
Стандартное отклонение	13/14	17/19	37/27	12/8	13/17	33/26
Коэффициент вариации	19/22	16/19	48/38	18/12	12/17	38/39

Примечание. Числитель — вспашка, знаменатель — прямой посев.

Таблица 3.

**Влияние способа обработки на гумусированность
и карбонатность профиля типичных черноземов**

Обработка почвы	Мощность А1 по годам, см		+/-	S ₀₅	Глубина вскипания по годам, см		+/-	S ₀₅
Поле 1								
	2013	2017			2013	2017		
Вспашка	66	75	+9	Нет	96	86	-10	Нет
Прямой посев	59	74	+15	Нет	78	71	-7	Нет
+/-	-7	-1			-18	-15		
S ₀₅	Нет	Нет			Нет	Нет		
Поле 2								
	2014	2018			2014	2018		
Вспашка	67	68	+1	Нет	75	92	+17	Нет
Прямой посев	47	63	+16	Нет	80	62	-18	Нет
+/-	-20	-5			+15	-30		
S ₀₅	Да	Нет			Нет	Нет		
Поле 3								
	2015	2019			2015	2019		
Вспашка	70	62	-8	Да	63	86	+23	Да
Прямой посев	82	62	-20	Да	85	78	-7	Нет
+/-	+12	0			+22	-8		
S ₀₅	Нет	Нет			Нет	Нет		
Поле 4								
	2016	2020			2016	2020		
Вспашка	75	74	-1	Нет	69	80	+11	Нет
Прямой посев	64	55	-9	Lf	66	47	-19	Нет
+/-	-11	-19			-3	-33		
S ₀₅	Нет	Да			Нет	Нет		

Примечание. Нет — по критерию S₀₅ выборки (вспашка и прямой посев) достоверно не различаются, да — значительно различаются.

СПП влияет на любую из используемых в земледелии технологий. В свою очередь технология приводит к трансформации СПП через свойства почв. Обработка почв с оборотом пласта создает более благоприятные условия для фронтальной фильтрации выпадающих осадков, особенно в условиях применения пара, тогда как при прямом посеве осадки частично задерживаются растительными остатками на поверхности и проникают в глубь почвенного профиля по трещинам, унаследованным от прошедших этапов формирования лессовидных суглинков и рельефа. СПП при прямом посеве трансформируется, постепенно возвращаясь в свое природное равновесное состояние. Меняется видовой состав почв в структуре почвенного покрова и тем сильнее, чем интенсивней воздействуют на почвы деградационные процессы (эрозия), вызванные обработками и природными катаклизмами (засуха, песчаные бури, переувлажнение и др.).

В структуре почвенного покрова полей доминируют два вида типичных черноземов: среднечерноземные и среднекарбонатные, занимающие соответственно 75,7 % (60...85,7) и 57,4 % (43,3...65,8) площади (табл. 4).

Дифференциация по мощности гумусового горизонта и карбонатности хорошо видна на примере поля 2, где значительную площадь занимают маломощные и высококарбонатные черноземы, соответственно 40 и 25,3 %, поля 3—20 % мощные черноземы и только 3,8 % — высококарбонатные (см. рис. 2, 3).

СПП всех полей имеет топогенно-зоогенный генезис, обусловлена формированием мезо- и микрорельефа, который определяет состав почвенного покрова на уровне вида типичных черноземов. Вытянутые ложбинообразные контуры на картах характеризуют глубококарбонатные и мощные черноземы. Отдельные округлой формы и небольшие по площади ареалы почв типичны для запаханых микроповышений сурчинно-слепышового микрорельефа с типичной зоогенной перерытостью, маломощным и высококарбонатным профилем.

В целинных черноземах сурчинный и слепышовый микрорельеф хорошо сохранился на территориях степных заповедников страны. [2, 11] На опытных полях он запахан, а перерытость профиля фиксируется при бурении скважин на глубину 2 м и более. Она варьирует от 1,7 % на поле 1 до 23,0 % — поле 2. Зоогенное перераспределение карбонатов и органического вещества в вертикальном профиле черноземов сказывается на водном режиме почв, отражается на вариативности морфометрических

параметров, формирует СПП с более неоднородным почвенным покровом.

На всех полях небольшую площадь от 2,7 % на поле 1 до 8,9 % на поле 4 составляют глубококарбонатные, выщелоченные черноземы, в профиле которых выделяется самостоятельный выщелоченный от карбонатов горизонт. [9] Эти почвы маркируют глубокие внутрипочвенные ложбины стока и депрессионные воронки в суглинистой лессовидной толще почв, создавая дополнительную сложность и контрастность структуры.

Такая неоднородность типичных черноземов на уровне вида в СПП полей хорошо диагностируется при мониторинге почв. Длительное воздействие однотипной традиционной технологии земледелия оставляет морфометрические показатели черноземов относительно постоянными, если отсутствуют и/или слабо развиты процессы водной и ветровой эрозии, при которых мощность гумусового горизонта и глубина вскипания меняется сравнительно быстро. [5] Смена технологии на прямой посев возвращает к природной «страховой системе», изменяя показатели водопроницаемости, влагозарядки, процессы разложения и минерализации органического вещества, структуру и водоустойчивость агрегатов, равновесную плотность и другие свойства почв. [1, 6, 15] Длительное применение прямого посева приводит к достоверным изменениям свойств почв и восстановлению природной неоднородности почвенного покрова. [5, 14]

В Ставропольском крае традиционная технология на фоне сложного расчлененного рельефа и специфического ветрового режима приводит к усилению процессов деградации, снижает мощность гумусового горизонта в результате дефляции, усиливает карбонатность, меняет видовой состав и структуру почвенного покрова. [3] В СПК «Архангельский» Буденновского района шестилетнее применение прямого посева привело к прекращению эрозионных процессов на полях хозяйства и эрозионно-опасных участках склонов [6], а 12-летний опыт ООО СХП «Урожайное» Ипатовского района показал, что при возделывании зерновых культур сохраняются региональные среднестатистические показатели агрохимических и агрофизических свойств обыкновенных черноземов. Растительные остатки на поверхности защищают почвы от дефляции, накапливают влагу в зимний период, снижают риски потери урожая при дефиците увлажнения и периодических засухах. [4]

Смена технологии на прямой посев не только отвечает функции почвосберегающей технологии, но и в определенной степени способствует восстановлению «страховой системы» почвенного покрова, сохраняя ее уникальную природную адаптацию к меняющимся факторам почвообразования, в том числе климатическим.

Модификация технологии неизбежно приводит к изменениям в свойствах почв. Прямой посев, по сравнению с традиционной технологией, ведет к восстановлению деградированных свойств и усилению гетерогенности структуры почвенного покрова. Эти изменения направлены на экологическое оздоровление как отдельных ареалов почв, так и почвенного покрова в целом.

Таблица 4.

**Распределение типичных черноземов
по видовым показателям, %**

Поле	Мощность гумусового горизонта			Карбонатность (степень выщелоченности)			
	Ч _{г_{мм}}	Ч _{г_{см}}	Ч _{г_м}	Ч _{г_к}	Ч _{г_{вк}}	Ч _{г_{ок}}	Ч _{г_{гк}}
1	9,3	78,0	12,7	—	6,2	62,5	31,3
2	40,0	60,0	—	1,0	25,3	43,3	30,4
3	1,5	78,9	19,6	—	3,8	65,8	30,4
4	0,5	85,7	13,8	—	9,0	58,1	32,9
Среднее	12,8	75,7	11,5	0,2	11,1	57,4	31,2

Послереформенный период земледелия характеризуется спецификой развития. Взаимовлияние СПП и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, как показали многолетние опыты, прослеживается во времени и пространстве. Соотношение этих факторов в формировании неоднородности почвенного покрова и урожайности культур связано с устойчивостью агросистемы к воздействию неблагоприятных климатических условий и других рисков. Требуется возобновление мониторинга почвенного покрова, как основы для качественной оценки почв и выбора наиболее оптимального направления развития земледелия и освоения новых технологий при производстве сельскохозяйственной продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баева, Ю.И. Изменение агрегатного состава различных типов почв в ходе залежной сукцессии / Ю.И. Баева, И.Н. Курганова, В.О. Лопес Де Гереню и др. // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. — 2017. — № 88. — С. 47–74.
2. Белобров, В.П. Государственный заповедник «Приволжская лесостепь» / В.П. Белобров, А.Я. Воронин, П.Е. Баранцев и др. // Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации. — М.: НИА-Природа — Фонд «Инфосфера», 2012. — С. 226–229.
3. Белобров, В.П. Влияние технологий земледелия на морфометрические признаки черноземов / В.П. Белобров, В.К. Дридигер, С.А. Юдин // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. — 2020. — № 102. — С. 125–142.
4. Белобров, В.П. Восстановление структуры почв при прямом посеве в засушливой зоне Ставрополя / В.П. Белобров, С.А. Юдин, В.А. Холодов и др. // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. — 2020. — № 6. — С. 27–31.
5. Дридигер, В.К. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-Till / В.К. Дридигер, В.П. Белобров, С.А. Антонов и др. // Земледелие. — 2020. — № 6. — С. 11–17.
6. Дридигер, В.К. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева / В.К. Дридигер, А.Л. Иванов, В.П. Белобров, О.В. Кутуова // Почвоведение. — 2020. — № 9. — С. 1111–1120.
7. Иванов, А.Л. Анализ земельной реформы и агропромышленного производства за четверть века. Почвенно-экологические, технологические институциональные и инфраструктурные аспекты модернизации. Земельная служба (доклад) / А.Л. Иванов, В.И. Кирюшин, Э.Н. Молчанов и др. — М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. — 2016. — 93 с.
8. Кирюшин, В.И. Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии // Земледелие. — 2007. — №4. — С. 28–30.
9. Классификация и диагностика почв СССР. — М.: Колос, 1977. — 223 с.
10. Урбах, В.Ю. Биометрические методы / В.Ю. Урбах. — М.: Наука, 1964. — 415 с.
11. Фридланд, В.М. Опыт статистического анализа морфологических свойств черноземов целинной степи / В.М. Фридланд, В.П. Белобров Е.К. Дайнеко // Почвоведение. — 1969. — № 4. — С. 12–24.
12. Фридланд, В.М. Структура почвенного покрова / В.М. Фридланд. — М.: Мысль, 1971. — 423 с.
13. Фридланд, В.М. Структуры почвенного покрова мира. — М.: Мысль, 1984. — 235 с.
14. Холодов, В.А. Изменение соотношения фракций агрегатов в гумусовых горизонтах черноземов в различных условиях землепользования / В.А. Холодов, Н.В. Ярославцева, Ю.Р. Фарходов и др. // Почвоведение. — 2019. — № 2. — С. 184–193.
15. Kumar, N. Impact of zero-till residue management and crop diversification with legumes on soil aggregation and carbon sequestration / N. Kumar, C.P. Nath // Soil & Tillage Research. — 2019. — № 189. — P. 158–167.

LIST OF SOURCES

1. Baeva, Yu.I. Izmenenie agregatnogo sostava razlichnyh tipov pochv v hode zaleznoj sukcesii / Yu.I. Baeva, I.N. Kurganova, V.O. Lopes De Gerenyu i dr. // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. — 2017. — № 88. — S. 47–74.
2. Belobrov, V.P. Gosudarstvennyj zapovednik «Privolzhskaya lesostep» / V.P. Belobrov, A.Ya. Voronin, P.E. Barancev i dr. // Pochvy zapovednikov i nacional'nyh parkov Rossijskoj Federacii. — M.: NIA-Priroda — Fond «Infosfera», 2012. — S. 226–229.
3. Belobrov, V.P. Vliyanie tekhnologij zemledeliya na morfometricheskie priznaki chernozemov / V.P. Belobrov, V.K. Dridiger, S.A. Yudin // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. — 2020. — № 102. — S. 125–142.
4. Belobrov, V.P. Vosstanovlenie struktury pochv pri pryamom poseve v zasushlivoj zone Stavropol'ya / V.P. Belobrov, S.A. Yudin, V.A. Holodov i dr. // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. — 2020. — № 6. — S. 27–31.
5. Dridiger, V.K. Zashchita pochv ot vodnoj erozii i deflyacii v tekhnologii No-Till / V.K. Dridiger, V.P. Belobrov, S.A. Antonov i dr. // Zemledelie. — 2020. — № 6. — S. 11–17.
6. Dridiger, V.K. Vosstanovlenie svojstv pochv v tekhnologii pryamogo poseva / V.K. Dridiger, A.L. Ivanov, V.P. Belobrov, O.V. Kutovaya // Pochvovedenie. — 2020. — № 9. — S. 1111–1120.
7. Ivanov, A.L. Analiz zemel'noj reformy i agropromyshlennogo proizvodstva za chetvert' veka. Pochvenno-ekologicheskie, tekhnologicheskie institucional'nye i infrastruktturnye aspekty modernizacii. Zemel'naya sluzhba (doklad) / A.L. Ivanov, V.I. Kiryushin, E.N. Molchanov i dr. — M.: Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva. — 2016. — 93 s.
8. Kiryushin, V.I. Minimizaciya obrabotki pochvy: itogi diskussii // Zemledelie. — 2007. — № 4. — S. 28–30.
9. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR. — M.: Kolos, 1977. — 223 s.
10. Urbah, V.Yu. Biometricheskie metody / V.Yu. Urbah. — M.: Nauka, 1964. — 415 s.
11. Fridland, V.M. Opyt statisticheskogo analiza morfologicheskikh svojstv chernozemov celinnoj stepi / V.M. Fridland, V.P. Belobrov E.K. Dajneko // Pochvovedenie. — 1969. — № 4. — S. 12–24.
12. Fridland, V.M. Struktura pochvennogo pokrova / M. Fridland. — M.: Mysl', 1971. — 423 s.
13. Fridland, V.M. Struktury pochvennogo pokrova mira. — M.: Mysl', 1984. — 235 s.
14. Holodov, V.A. Izmenenie sootnosheniya frakcij agregatov v gumusovyh gorizontah chernozemov v razlichnyh usloviyah zemlepol'zovaniya / V.A. Holodov, N.V. Yaroslavceva, Yu.R. Farhodov i dr. // Pochvovedenie. — 2019. — № 2. — S. 184–193.
15. Kumar, N. Impact of zero-till residue management and crop diversification with legumes on soil aggregation and carbon sequestration / N. Kumar, C.P. Nath // Soil & Tillage Research. — 2019. — № 189. — P. 158–167.

А.В. Панов, доктор биологических наук, профессор РАН
Н.Н. Исамов, кандидат биологических наук
О.С. Губарева, кандидат биологических наук
П.Н. Цыгвинцев, кандидат биологических наук
А.Н. Ратников, доктор сельскохозяйственных наук
Е.Н. Алешкина

*Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии
 РФ, 249032, г. Обнинск, Калужская область, Киевское шоссе, 109 км*

E-mail: riar@mail.ru

УДК: 631.95:636.084/087:637.12:637.5

DOI:10.30850/vrsn/2021/4/58-63

ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА ПРИ МАСШТАБНОМ РАДИОАКТИВНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ (К 35-ЛЕТИЮ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС)

На примере аварии на Чернобыльской АЭС показаны проблемы ведения животноводства при радиоактивном загрязнении сенокосов и пастбищ. Представлены факторы, определяющие накопление радионуклидов в молоке и мясе. Отмечено, что превышение санитарно-гигиенических нормативов по содержанию ^{137}Cs в продукции животноводства юго-западных районов Брянской области носит длительный (десяtkи лет) характер и требует продолжения проведения реабилитационных работ. Дана классификация защитных мероприятий и технологий в животноводстве, проводимых после аварии на ЧАЭС. Показано, что наиболее эффективно применять Cs-связывающие сорбенты — ферроцинсодержащие препараты для лактирующих коров и скота на откорме. Выделены хозяйства юго-западных районов Брянской области, где до настоящего времени существует риск превышения нормативов по содержанию радионуклидов в продукции животноводства. Для этих хозяйств предложена схема применения ферроцинсодержащих препаратов в зависимости от уровней загрязнения ^{137}Cs лугопастбищных угодий.

Ключевые слова: авария на ЧАЭС, радиоактивное загрязнение, ^{137}Cs , животноводство, молоко, мясо, корма, радиационный мониторинг и контроль, защитные мероприятия, ферроцинсодержащие препараты.

A.V. Panov, Grand PhD in Biological sciences, Professor of the RAS
N.N. Isamov, PhD in Biological sciences
O.S. Gubareva, PhD in Biological sciences
P.N. Tsygvintsev, PhD in Biological sciences
A.N. Ratnikov, Grand PhD in Agricultural sciences
E.N. Aleshkina

*All-Russian Institute of Radiology and Agroecology
 RF, 249032, g. Obninsk, Kaluzhskaya obl., Kievskoe shosse, 109 km*
 E-mail: riar@mail.ru

LIVESTOCK FARMING TECHNOLOGIES IN CASE OF LARGE-SCALE RADIOACTIVE CONTAMINATION (TO 35TH-ANNIVERSARY OF THE CHERNOBYL NPP ACCIDENT)

On the example of the Chernobyl NPP accident, the problems of animal husbandry in case of radioactive contamination of hayfields and pastures are shown. The factors determining the accumulation of radionuclides in milk and meat are presented. It is noted that the excess of radiological standards for the content of ^{137}Cs in livestock products in the southwestern districts of the Bryansk region is long-term and requires continuation of rehabilitation work. A classification of countermeasures and technologies in animal husbandry carried out after the Chernobyl accident is given. It was shown that the most effective was the use of Cs-binding sorbents — hexacyanoferrates for lactating cows and fattening cattle. Farms in the southwestern districts of the Bryansk region have been identified, where until now there is a risk of exceeding the standards for the content of radionuclides in livestock products. For these farms, a scheme for the use of hexacyanoferrates was proposed depending on the levels of ^{137}Cs contamination of grassland.

Key words: Chernobyl NPP accident, radioactive contamination, ^{137}Cs , livestock, milk, meat, food animals, radiation monitoring and control, countermeasures, hexacyanoferrates.

Авария на Чернобыльской АЭС — крупнейшая катастрофа в истории мировой ядерной энергетики, которая привела к масштабному радиоактивному загрязнению территорий республик бывшего СССР (Российская, Белорусская и Украинская) и ряда государств Европы. Общая площадь загрязнения ^{137}Cs (основной радиологически значимый радионуклид) составила 191,56 тыс. км². [14] Максимальные уровни выпадений радиоизотопов были зафиксированы в юго-западных районах Брянской области. В несколько меньшей степени затронуты районы

Калужской, Тульской и Орловской областей. [3] Значительную долю на пострадавших от аварии территориях занимали аграрные экосистемы. Высокие уровни и длительный характер загрязнения радионуклидами сельскохозяйственных угодий ($T_{1/2}^{137}\text{Cs} = 30,17$ лет) предопределили необходимость ведения агропромышленного производства в условиях сложной радиационной обстановки в течение десятков лет. [7] После аварии на ЧАЭС основным дозобразующим сельскохозяйственным продуктом на территории, подвергшейся радиоак-

тивному загрязнению, стало молоко. Процесс восстановления отрасли животноводства на загрязненных радионуклидами территориях включает проведение системы защитных мероприятий с учетом радиоэкологических, природно-климатических и экономических условий, направленных не только на получение продукции, соответствующей радиологическим нормативам, но и обеспечивающих стабильное ее функционирование и поэтапный переход к стандартным технологиям ведения без ограничения по радиационному фактору. [2, 7, 12]

Проводимый после аварии на ЧАЭС радиационный контроль сельскохозяйственных земель и продукции показал, что особенностью загрязнения радионуклидами молока и мяса была пространственная и временная неоднородность содержания радиоизотопов в продукции животноводства. Это потребовало при анализе различных вариантов применения защитных мероприятий и реабилитационных технологий использовать показатели риска (вероятность) превышения радиологических нормативов в продукции: сначала ВДУ (временно допустимые уровни), а впоследствии СанПиН (санитарные правила и нормы). К числу основных факторов, определяющих уровни содержания радионуклидов в молоке и мясе, относятся особенности ведения сельскохозяйственного производства, включая плотности загрязнения ^{137}Cs кормовых угодий, характеристики почв, применяемые защитные и реабилитационные мероприятия. [13] Из-за комбинированного влияния всех этих факторов, хозяйства, где ведется животноводство, классифицировали по риску превышения нормативов и плотностям радиоактивного загрязнения. Уровни содержания ^{137}Cs в почвах лугопастбищных угодий наиболее пострадавших от аварии районов Брянской области, определяющие в значительной степени риски превышения радиологических нормативов в молоке и мясе, — 37...1400 кБк/м² [10] При этом, показано отсутствие четкой зависимости уровней удельной активности ^{137}Cs в молоке от плотности радиоактивного загрязнения сенокосов и пастбищ, что связано с характеристиками почв, используемых для производства кормов и выпаса животных, а также влиянием проводимых защитных мероприятий. [13] Свойства почвенного покрова определяют доступность радионуклидов в системе почва — растения. При получении кормов на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах коэффициенты перехода ^{137}Cs в системе почва — молоко от 5 до 10 раз выше, чем при ведении кормопроизводства на более плодородных почвах средне- и тяжело-суглинистого механического состава. Почвенный покров сельскохозяйственных угодий юго-запада Брянской области представлен песчаными и супесчаными дерново-подзолистыми, болотно-торфяными, торфяными и перегнойно-торфяными почвами с наиболее высокими параметрами миграции радионуклидов. Это определяет разную степень необходимости проведения контрмер и во многом объясняет ситуацию в хозяйствах, где отмечен высокий риск превышения нормативов ^{137}Cs в молоке при невысоких уровнях загрязнения кормовых угодий.

После аварии на ЧАЭС во всех отраслях сельского хозяйства был выполнен обширный комплекс защитных и реабилитационных мероприятий, ко-

торый позволил значительно улучшить радиационную обстановку, особенно производство нормативно «чистой» продукции животноводства. [8, 11] Однако и через 35 лет после аварии, в наиболее радиоактивно загрязненных юго-западных районах Брянской области не удастся полностью обеспечить получение молока и говядины, соответствующих радиологическим стандартам. Результаты радиационного контроля показывают, что необходимость в продолжении внедрения реабилитационных технологий для безопасной по содержанию радионуклидов продукции животноводства сохраняется в 15 хозяйствах этих районов, а в 9 из них превышение требований СанПиН 2.3.2.1078-01 и 2.3.2.2650-10 по концентрации ^{137}Cs в молоке и мясе будет еще в ближайшие десять лет. [9, 10]

При ведении животноводства на радиоактивно загрязненных территориях основная проблема — получение радиологически «чистых» кормов (сено, сенаж, трава, силос). Высокие уровни загрязнения ^{137}Cs кормов определяют превышение радиологических нормативов в продукции животноводства. [5] Опыт ведения отрасли на радиоактивно загрязненных территориях показал, что применение Cs-связывающих сорбентов (ферроцианиды) способствует получению молока и мяса, соответствующих нормативам по содержанию ^{137}Cs . [1, 4, 15] В настоящее время, несмотря на значительное снижение доли загрязненной ^{137}Cs продукции животноводства и стабилизации радиологической ситуации в сельском хозяйстве, проведение радиационного контроля и применение ферроцинсодержащих препаратов остается актуальным.

Цель работы — оценка современной радиационной ситуации в области ведения животноводства на пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС территориях и выработка рекомендаций по ее улучшению.

Защитные мероприятия в животноводстве при радиоактивном загрязнении

После аварии на ЧАЭС были научно обоснованы приемы по снижению накопления радионуклидов в продукции животноводства: ограничение поступления радионуклидов в организм сельскохозяйственных животных; снижение их усвоения; блокирование транспортировки по внутренним органам; увеличение скорости выведения. [8, 12]

Для реализации этих подходов были разработаны и активно применялись различные виды защитных мероприятий:

— ограничительные, исключающие использование кормовых угодий при невозможности или нецелесообразности проведения агротехнических и агрохимических действий (лесные, болотные пастбища и сенокосы, постоянно затопляемые пойменные луга, территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 1480 кБк/м²) и неокультурных пастбищ или сенокосов для молочного скота при плотности загрязнения ^{137}Cs на минеральных почвах — выше 555 кБк/м², торфяных — выше 185 кБк/м²;

— организационные зоотехнические, включающие рациональное использование сенокосов и пастбищ, подбор кормов для животных, предубойный откорм животных «чистыми» кормами и другие;

Таблица 1.
Животноводство в юго-западных районах Брянской области
(2010–2015 годы)

Район	Число хозяйств	Поголовье дойных коров	Поголовье КРС на откорме и нагуле	Число измерений содержания ^{137}Cs в молоке, мясе
Гордеевский	12	2939	3157	168
Злынковский	9	1035	702	440
Клинцовский	11	2370	5510	310
Красногорский	14	3374	1052	1140
Новозыбковский	12	2477	3073	332

— ветеринарные, направленные на снижение усвоения попавших в организм радионуклидов, с помощью Cs-связывающих препаратов (ферроцин, бифеж, содержащие ферроцин болюсы и брикеты соли-лизунца). [1, 4, 6, 11, 15]

Радиационная ситуация в животноводстве юго-западных районов Брянской области

Учитывая, что исследуемые территории в наибольшей степени подверглись загрязнению ^{137}Cs после аварии на ЧАЭС, за весь период ликвидации последствий аварии в сельском хозяйстве, региону уделяется пристальное внимание. Для оценки со-

временной радиационной обстановки в животноводстве пяти районов в 2010–2015 годах собирали, обобщали и анализировали данные по плотности загрязнения ^{137}Cs кормовых угодий, основным компонентам рациона продуктивных животных, а также о поголовье крупного рогатого скота в каждом хозяйстве и удельной активности ^{137}Cs в молоке и мясе. [9] В 58 хозяйствах общее поголовье КРС — 25689 гол., включая дойное стадо (12195 гол.) и на откорме и нагуле (13494 гол.) (табл. 1). Производство кормов в агропредприятиях ведется на дерново-подзолистой почве.

Загрязнение ^{137}Cs лугопастбищных угодий постепенно снижается, что обусловлено физическим распадом радионуклида и проведением реабилитационных мероприятий (агротехнические в составе коренного улучшения земель). В ряде агропредприятий показатели средневзвешенной плотности загрязнения остаются достаточно высокими (>200 кБк/м²). С помощью кластерного анализа загрязнения ^{137}Cs продукции животноводства все хозяйства классифицировали на три группы. [4] Наиболее радиоактивно загрязненные агропредприятия (3 группа): КФХ «Заулочная В.С.» (СПК «Кожановский»); СПК «Надежда»; СПК «Рабочий» Гордеевского района и СПК «Рассвет» Клинцовского района. Во 2-ю группу вошли: ГНУ НСОС ВНИИА люпина; СХПК «Колхоз им. Ленина»;

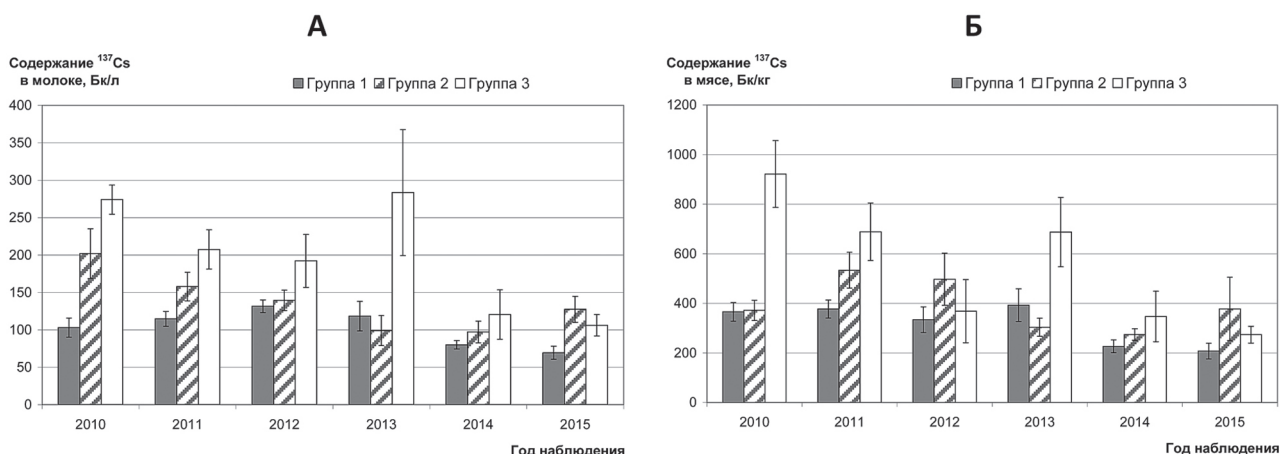


Рис. 1. Динамика содержания ^{137}Cs в молоке (А) и мясе (Б) коров в группах хозяйств юго-западных районов Брянской области.

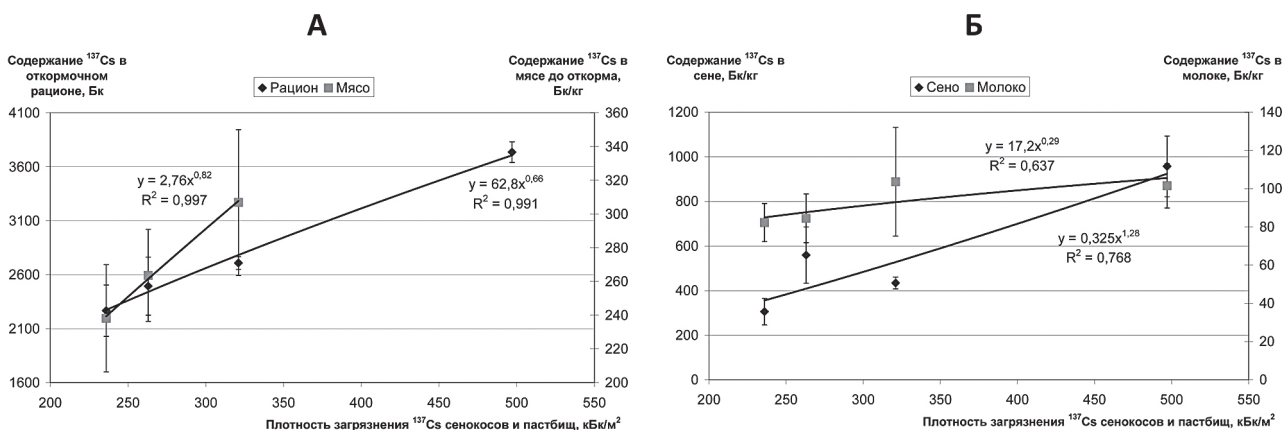


Рис. 2. Зависимость содержания ^{137}Cs в откормочном рационе и мясе (А), в сене и молоке коров (Б) от плотности радиоактивного загрязнения лугопастбищных угодий.

СХПК «Комсомолец» Новозыбковского района; СПК «Заря»; СПК «Труд» Клинцовского района. Остальные хозяйства отнесли к 1-й группе с минимальными уровнями удельной активности ^{137}Cs в молоке и мясе коров в конце пастбищного периода (рис. 1).

В хозяйствах 3-й группы удельная активность ^{137}Cs в молоке и мясе коров резко изменяется по годам, в менее радиоактивно загрязненных хозяйствах годовая вариация этого показателя выражена значительно меньше.

Содержание ^{137}Cs в молоке и мясе коров определяется не только уровнем радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий, но и наличием достаточного объема кормов, произведенных на окультуренных лугопастбищных угодьях, а также погодными условиями. При засушливом лете в период заготовки сена и в конце пастбищного периода, из-за нехватки кормов, сенокос и выпас коров может проводиться в поймах рек на заливных лугах или других неокulturенных угодьях с высоким уровнем содержания ^{137}Cs в растительности.

Плотность загрязнения ^{137}Cs сенокосов и пастбищ с высокой степенью достоверности ($R^2 > 0,99$) определяет как уровень содержания радионуклидов в рационе коров, так и удельную активность ^{137}Cs в мясе (рис. 2-А). Зависимость содержания ^{137}Cs в сене и молоке коров от плотности радиоактивного загрязнения лугопастбищных угодий имеет меньшую достоверность, что обусловлено рационом кормления дойных коров и особенностями заготовки сена в агропредприятиях (рис. 2-Б).

При плотности радиоактивного загрязнения сенокосов и пастбищ на уровне 150 кБк/м² удельная активность ^{137}Cs в молоке и говядине — 80 и 165 Бк/кг соответственно. При более высоких уровнях загрязнения (с учетом погрешности измерений и расчетов) необходимо периодически применять ферроцинсодержащие препараты для коров, поскольку риски превышения радиологических нормативов по содержанию ^{137}Cs в молоке будут возрастать (табл. 2). Если рассматривать необходимые условия для применения ферроцинсодержащих препаратов при откорме, то от плотности радиоактивного загрязнения сенокосов и пастбищ также будет зависеть продолжительность дополнительного откорма крупного рогатого скота (табл. 3).

Предложена система применения ферроцинсодержащих препаратов в хозяйствах юго-западных районов Брянской области в зависимости от плотности загрязнения ^{137}Cs лугопастбищных угодий (табл. 4).

Выводы. Несмотря на значительное время, прошедшее после аварии на ЧАЭС, в ряде хозяйств

Таблица 2.
Зависимость риска превышения требований СанПиН по содержанию ^{137}Cs в молоке от плотности радиоактивного загрязнения лугопастбищных угодий

Плотность загрязнения ^{137}Cs сенокосов и пастбищ, кБк/м ²	Среднее содержание ^{137}Cs в молоке коров, Бк/кг	Доля молока, превышающая требования СанПиН
50	55	0,01
100	70	0,15
150	80	0,25
200	90	0,40
250	95	0,45
270	100	0,5
350	110	0,6
550	130	0,7
800	150	0,8
1800	200	0,9

Таблица 3.
Зависимость длительности дополнительного откорма КРС с применением ферроцина от плотности радиоактивного загрязнения лугопастбищных угодий

Плотность загрязнения ^{137}Cs сенокосов и пастбищ, кБк/м ²	Среднее содержание ^{137}Cs в говядине, Бк/кг	Длительность дополнительного откорма, сут.
50	70	—
100	120	—
150	165	—
200	210	5
250	250	10
300	290	14
350	330	18
400	370	21
450	405	23
500	445	26
550	480	28
600	515	30
650	550	32
700	585	33

юго-западных районов Брянской области все еще отмечаются случаи превышения нормативов по содержанию ^{137}Cs в кормах и продукции животноводства. Для исключения производства молока и мяса с превышением нормативов СанПиН необходимо применение ферроцинсодержащих препаратов. Представленные результаты исследований будут

Таблица 4.
Схема применения ферроцинсодержащих препаратов (ФСР) в зависимости от плотности загрязнения ^{137}Cs сенокосов и пастбищ

Плотность загрязнения ^{137}Cs , кБк/м ²	Применение ФСР	Среднее количество кормов, сут.	
		на одну лактирующую корову	на одну голову КРС
<150	Не требуется	—	—
150...200	Для дойного стада и КРС на откорме (кормовые угодья на торфяных и торфо-глеевых почвах)	90	5
200...300		125	10
300...500	Для дойного стада и откорма КРС	160	20
>500		220	30

способствовать оптимизированию стратегии реабилитации сферы животноводства (молочное, мясное скотоводство) на радиоактивно загрязненных территориях и скорейшему возвращению их к условиям нормальной хозяйственной деятельности без ограничения по радиационному фактору.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алексахин, Р.М. Использование ферроцинсодержащих препаратов в животноводстве / Р.М. Алексахин, А.Н. Ратников, А.В. Васильев и др. // Вестник РАСХН. — 1999. — № 1. — С. 15–17.
2. Алексахин, Р.М. Концепция реабилитации загрязненных сельскохозяйственных угодий в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / Р.М. Алексахин, С.В. Фесенко, Н.И. Санжарова и др. // Вестник РАСХН. — 2003. — № 3. — С. 14–17.
3. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богdevича. — М. — Минск: Фонд «Инфосфера» — НИА—Природа, 2009. — 140 с.
4. Губарева, О.С. Оценка радиологической эффективности комплексного применения смеси комбикормов с ферроцинсодержащими препаратами в хозяйствах юго-западных районов Брянской области / О.С. Губарева, Н.Н. Исамов, П.Н. Цыгвинцев и др. // Радиация и риск. — 2017. — Т. 26. — № 1. — С. 89–99.
5. Захарова, Л.Л. Ветеринарно-санитарная оценка безопасности кормов и животноводческой продукции на территориях, загрязненных радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr / Л.Л. Захарова, Г.А. Жоров, П.Н. Рубченков // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». — 2013. — № 2 (10). — С. 69–72.
6. Исамов, Н.Н. Защитные технологические приемы в кормопроизводстве и животноводстве в условиях радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий / Н.Н. Исамов, Н.И. Санжарова, В.К. Кузнецов // Достижения науки и техники в АПК. — 2004. — № 7. — С. 30–32.
7. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Под ред. акад. РАМН Л.А. Ильина, В.А. Губанова. — М., ИздАТ, 2001. — 752 с.
8. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных радиоактивными веществами в результате крупных радиационных аварий. Руководство / Под ред. Н.И. Санжаровой. — Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2009. — 150 с.
9. Панов, А.В. Радиологический контроль продукции животноводства и кормопроизводства юго-западных районов Брянской области, подвергшихся воздействию аварии на ЧАЭС / А.В. Панов, Н.Н. Исамов, Н.И. Санжарова, Ю.А. Рыбалко // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2015. — № 4 (16). — С. 91–99.
10. Панов, А.В. Радиоэкологическая оценка сельскохозяйственных земель и продукции юго-западных районов Брянской области, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС / А.В. Панов, П.В. Прудников, И.Е. Титов и др. // Радиационная гигиена. — 2019. — Т. 12. — № 1. — С. 25–35.
11. Санжарова, Н.И. Защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве: к 30-летию аварии на ЧАЭС / Н.И. Санжарова, А.В. Панов, Н.Н. Исамов, П.В. Прудников // Агрохимический вестник. — 2016. — № 2. — С. 5–9.
12. Сельскохозяйственная радиоэкология / Под ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. — М., Экология, 1992. — 400 с.
13. Фесенко, С.В. Закономерности изменения содержания ^{137}Cs в молоке в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / С.В. Фесенко, А.Ю. Пахомов, А.Д. Пастернак и др. // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2004. — Т. 44. — № 3. — С. 336–345.
14. IAEA. International Atomic Energy Agency. Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Environment» (EGE). Vienna, IAEA, 2006. — 166 p.
15. Ratnikov, A.N. The use of hexacyanoferrates in different forms to reduce radiocaesium contamination of animal products in Russia / A.N. Ratnikov, A.V. Vasiliev, R.M. Alexakhin et al. // Science of the Total Environment. — 1998. — Vol. 223. — P. 167–176.

LIST OF SOURCES

1. Aleksakhin, R.M. Ispol'zovaniye ferrotsinsoderzhashchikh preparatov v zhivotnovodstve / R.M. Aleksakhin, A.N. Ratnikov, A.V. Vasil'yev et al. // Vestnik RASHN. — 1999. — № 1. — S. 15–17.
2. Aleksakhin, R.M. Kontseptsiya reabilitatsii zagryaznennykh sel'skokhozyaystvennykh ugodiy v otdalennyy period posle avarii na Chernobyl'skoy AES / R.M. Aleksakhin, S.V. Fesenko, N.I. Sanzharova et al. // Vestnik RASHN. — 2003. — № 3. — S. 14–17.
3. Atlas sovremennykh i prognoznnykh aspektov posledstviy avarii na Chernobyl'skoy AES na postradavshikh territoriyakh Rossii i Belarusi (ASPA Rossiya-Belarus') / Pod red. Yu.A. Izraelya i I.M. Bogdevicha. — M.-Minsk: Fond «Infosfera» — NIA-Priroda, 2009. — 140 s.
4. Gubareva, O.S. Otsenka radiologicheskoy effektivnosti kompleksnogo primeneniya smesi kombikormov s ferrotsinsoderzhashchimi preparatami v khozyaystvakh yugo-zapadnykh rayonov Bryanskoy oblasti / O.S. Gubareva, N.N. Isamov, P.N. Tsygvintsev et al. // Radiatsiya i risk. — 2017. — T. 26. — № 1. — S. 89–99.
5. Zakharova, L.L. Veterinarno-sanitarnaya otsenka bezopasnosti kormov i zhivotnovodcheskoy produktsii na territoriyakh, zagryaznennykh radionuklidami ^{137}Cs i ^{90}Sr / L.L. Zakharova, G.A. Zhorov, P.N. Rubchenkov // Rossiyskiy zhurnal «Problemy veterinarnoy sanitarii, gigiyeny i ekologii». — 2013. — № 2 (10). — S. 69–72.
6. Isamov, N.N. Zashchitnyye tekhnologicheskiye priyemy v kormoproizvodstve i zhivotnovodstve v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya sel'skokhozyaystvennykh ugodiy / N.N. Isamov, N.I. Sanzharova, V.K. Kuznetsov // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. — 2004. — № 7. — S. 30–32.
7. Krupnyye radiatsionnyye avarii: posledstviya i zashchitnyye mery / Pod red. akad. RAMN L.A. Il'ina, V.A. Gubanova. — M., IzdAT, 2001. — 752 s.
8. Nauchnyye osnovy reabilitatsii sel'skokhozyaystvennykh territoriy, zagryaznennykh radioaktivnymi veshchestvami v rezul'tate krupnykh radiatsionnykh avari. Rukovodstvo / Pod red. N.I. Sanzharovoy. — Obninsk: GNU VNI-ISKHRAE, 2009. — 150 s.
9. Panov, A.V. Radiologicheskii kontrol' produktsii zhivotnovodstva i kormoproizvodstva yugo-zapadnykh rayonov Bryanskoy oblasti, podverghikhsya vozdeystviyu avarii na ChAES / A.V. Panov, N.N. Isamov, N.I. Sanzharova, Yu.A. Rybalko // Problemy veterinarnoy sanitarii, gigiyeny i ekologii. — 2015. — № 4 (16). — S. 91–99.

10. Panov, A.V. Radioekologicheskaya otsenka sel'skokhozyaystvennykh zemel' i produktii yugo-zapadnykh rayonov Bryanskoy oblasti, zagryaznennykh radionuklidami v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoy AES / A.V. Panov, P.V. Prudnikov, I.E. Titov et al. // Radiatsionnaya gigiyena. — 2019. — Т. 12. — № 1. — С. 25–35.
11. Sanzharova, N.I. Zashchitnyye i reabilitatsionnyye meropriyatiya v sel'skom khozyaystve: k 30-letiyu avarii na ChAES / N.I. Sanzharova, A.V. Panov, N.N. Isamov, P.V. Prudnikov // Agrokhimicheskii vestnik. — 2016. — № 2. — С. 5–9.
12. Sel'skokhozyaystvennaya radioekologiya / Pod red. R.M. Aleksakhina, N.A. Korneyeva. — М., Ekologiya, 1992. — 400 s.
13. Fesenko, S.V. Zakonomernosti izmeneniya sodержaniya ¹³⁷Cs v moloche v otdalennyy period posle avarii na Chernobyl'skoy AES / S.V. Fesenko, A.Yu. Pakhomov, A.D. Pasternak et al. // Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. — 2004. — Т. 44. — № 3. — С. 336–345.
14. IAEA. International Atomic Energy Agency. Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Environment» (EGE). Vienna, IAEA. 2006. — 166 p.
15. Ratnikov, A.N. The use of hexacyanoferrates in different forms to reduce radiocaesium contamination of animal products in Russia / A.N. Ratnikov, A.V. Vasiliev, R.M. Alexakhin et al. // Science of the Total Environment. — 1998. — Vol. 223. — P. 167–176.

Н.Ф. Ключникова, доктор сельскохозяйственных наук
М.Т. Ключников, кандидат сельскохозяйственных наук
Е.М. Ключникова

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
 РФ, 680521, Хабаровский край, Хабаровский р-н, с. Восточное, ул. Клубная, 13
 E-mail: nauka1952@mail.ru

УДК 631.363

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/63-66

ИСКУССТВЕННО ПРИОБРЕТЕННОЕ БЕСПЛОДИЕ КОРОВ НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ ПРИМОРЬЯ И ПРИАМУРЬЯ

В статье представлены данные многолетних наблюдений о встречаемости бесплодия коров на молочных фермах Приморья и Приамурья, которые свидетельствуют о наличии ошибок отбора коров для осеменения, что приводит к неоправданным убыткам от временного бесплодия здоровых животных. Проблема отбора коров для осеменения существует на молочных фермах всего мира, и каждый фермер решает ее исходя из своего опыта, финансов и традиций. В настоящее время предложено большое количество методов, повышающих точность определения коров в «охоте», но как показала практика, ни один из них не дает 100 % надежности. За 50 лет работы по биологии размножения животных авторами апробированы многие из них на молочных фермах юга Дальнего Востока. Наши исследования на крупных фермах с беспривязно-бوكсовым содержанием скота в Уссурийском и Хорольском районах Приморского края и Хабаровском районе Хабаровского края подтвердили рекомендации о более высокой эффективности трехкратного выявления коров в «охоте». На ферме «Благодатное» Хабаровского края с беспривязно-боксовым содержанием коров по 50 голов в боксе провели опыт с круглосуточным наблюдением за поведением животных. Непрерывно в течение 13 суток регистрировали симптомы полового возбуждения, рефлекс неподвижности, выраженность течки. В помещении находились 384 коровы разного возраста и продуктивности, которые поступили из родильного отделения после отела.

Ключевые слова: коровы черно-пестрой и голштинской пород, искусственно приобретенное бесплодие, визуальный отбор коров для осеменения, ошибки отбора, убытки от временного бесплодия.

N.F. Klyuchnikova, Grand PhD in Agricultural sciences
M.T. Klyuchnikov, PhD in Agricultural sciences
E.M. Klyuchnikova

Far Eastern Agricultural Research Institute
 RF, 680521, Khabarovskiy kraj, Khabarovskiy r-n, s. Vostochnoe, ul. Klubnaya, 13
 E-mail: nauka1952@mail.ru

ARTIFICIALLY ACQUIRED INFERTILITY OF A COWS ON DAIRY FARMS IN PRIMORYE AND PRIAMURYE

The article presents data on long-term observations about the occurrence of infertility of cows on dairy farms of Primorye and Priamurye, which indicate the presence of errors in the selection of cows for insemination, which leads to unjustified losses from temporary infertility of healthy animals. The problem of selecting cows for insemination exists on dairy farms all over the world, and each farmer solves it based on his own experience, finances and traditions. Currently, a large number of methods are proposed to improve the accuracy of the definition of cows in «hunting», but as practice has shown, none of them gives 100 % reliability. For 50 years of work on the biology of animal reproduction, the authors have tested many of them on dairy farms in the south of the Far East. Our experiments on large farms with free-range cattle loose housing in the Ussuriysk and Khorolsk districts of the Primorsky Territory and the Khabarovsk district

of the Khabarovsk Territory confirmed the recommendations on a higher efficiency of three-time detection of cows in heat. At the «Blagodatnoye» farm in the Khabarovsk Territory, with a loose-box keeping of cows 50 cows per box, an experiment was conducted with round-the-clock observation of the animals behavior. Symptoms of sexual excitation, immobility reflex, severity of estrus were recorded continuously for 13 days. The room housed 384 cows of different ages and productivity, which came from the calving pen after calving.

Key words: cows of black and mottled breeds, artificially acquired infertility, visual selection of cows for insemination, selection errors, losses from temporary infertility.

Многолетние наблюдения на фермах Дальневосточного региона свидетельствуют о высокой встречаемости бесплодия коров. В среднем каждая третья корова в стаде вновь становится стельной только через 100 и более дней. В итоге хозяйства получают от 100 коров 60...80 телят.

Ущерб, причиняемый животноводству снижением воспроизводительной способности маток, огромный. Прямые потери при бесплодии: гибель телят; снижение молочной продуктивности коров; выбраковка молока в процессе лечения животных; затраты на лечение (стоимость препаратов, оплата специалистов); непроизводительные затраты на содержание животных. Косвенные потери: увеличение числа осеменений; возрастание числа заболеваний; преждевременная выбраковка коров; снижение воспроизводительной способности. [2, 6] Несмотря на это, проблемы бесплодия часто остаются вне повседневных забот фермеров. Возможно потому, что временно бесплодные особи продолжают давать молоко, не снижая удоя более двух лет, а существующая оценка ущерба основана на условных потерях молока и приплода, которые с трудом воспринимаются реально. [2] К тому же сложность проблемы бесплодия обусловлена особенностью физиологии репродуктивных органов, которая зависит от многочисленных факторов внешней среды. Условия кормления и содержания — доминирующие. [1, 4] Более 30 % коров остаются яловыми из-за несвоевременного осеменения или пропуска «охоты».

Цель исследований — изучить эффективность визуального отбора коров для осеменения на молочных фермах Приморья и Приамурья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили на молочных фермах Дальневосточного региона в течение 15 лет. Объект исследований — коровы *черно-пестрой* и *голландской* пород разного возраста и продуктивности. Предмет исследований — эффективность отбора коров для осеменения и их воспроизводительная способность, которую определяли по оплодотворяемости (%) и длительности сервис-периода (дни).

Оценку симптомов течки, полового возбуждения, стадии зрелости фолликулов в яйчниках коров при гинекологическом обследовании проводили по Н.И. Полянцеву, В.В. Подберезному [3], убытки от временного бесплодия (яловость) коров по [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По нашим наблюдениям с 1974 года на всех фермах региона в той или иной степени нарушается действующая инструкция по искусственному осеменению. Прежде всего, не достаточно подготовлены техники-осеменители. Как правило, их обучают на

краткосрочных курсах без соответствующей материальной базы. Подбор кадров осуществляется не редко по принципу случайности. Тогда как во многих странах на эту работу допускают ветеринарных специалистов с высшим образованием после года дополнительной подготовки. Вместе с тем прослеживается тенденция отказа от искусственного осеменения, как будто не было столетней истории открытий и практических успехов в биологии размножения животных.

В 2018 году при обследовании 25 ферм региона на 11 из них проводили вольную случку коров с быками, не проверенными по качеству потомства. Фермеры больше озабочены производством и сбытом продукции, чем далекими перспективами повышения генетического потенциала продуктивности стада путем приобретения семени быков-улучшателей и пересадки эмбрионов. Вследствие чего ослабевает внимание к отдельным элементам технологии воспроизводства стада. Это подтверждают результаты гинекологического обследования 957 коров, отобранных визуально для осеменения. У каждой четвертой из них фолликулы в яйчниках находились в стадии + и ++, оплодотворяемость — 27,5 %. У 57,3 % коров фолликулы в предовуляционной зрелости. Эффективность осеменения — 52,2 %, средняя по всему поголовью — 44,4 %. В экономическом аспекте несвоевременное осеменение 244 коров привело к недополучению продукции на общую сумму 1 млн руб.

Следует отметить, что проблема отбора коров для осеменения существует на молочных фермах всего мира, и каждый фермер решает ее исходя из своего опыта, финансов и традиций. В настоящее время предложено большое количество методов повышающих точность определения коров в «охоте», но как показала практика, ни один из них не дает 100 % надежности. За 50 лет работы по биологии размножения животных авторами апробированы многие из них на молочных фермах юга Дальнего Востока.

Визуальный метод отбора коров для осеменения используется с 1957 года и ныне остается основным. Наши исследования на крупных фермах с беспривязно-боковым содержанием скота в Уссурийском и Хорольском районах Приморского края и Хабаровском районе Хабаровского края подтвердили рекомендации о более высокой эффективности трехкратного выявления коров в «охоте». На ферме «Благодатное» Хабаровского края с беспривязно-боковым содержанием коров по 50 гол. в боксе провели опыт с круглосуточным наблюдением за поведением животных. Непрерывно в течение 13 сут. регистрировали симптомы полового возбуждения, рефлекс неподвижности, выраженность течки. В помещении находились 384 коровы разного возраста и продуктивности, которые поступили из родильного

отделения после отела. За 13 сут. осеменили 42 коровы, в том числе при двукратном наблюдении (утро-вечер по 30 мин.) — 33 коровы, трехкратном (утро-обед-вечер по 30 мин.) — 35. Если исследования проводили до утреннего и после вечернего доения, то эффективность осеменения повышалась с 35 до 39 особей или с 83 до 93 %. Разумеется, в условиях производства практически невозможно следовать нашему опыту по многим причинам. Важно оценить риски связанные с сокращением внимания к проблеме отбора коров в «охоте».

Для повышения надежности визуального метода предложены вспомогательные приемы, некоторые из них использовали авторы (электропроводность слизистой преддверия влагалища перед осеменением). На большом поголовье коров (более тысячи) на фермах Приморья и Приамурья получили положительные результаты, которые свидетельствовали о повышении электропроводности по мере приближения овуляции. Оказалось, что показания всех типов приборов зависят от содержания каротина в рационе. Поэтому необходима калибровка шкалы в каждом хозяйстве, которая одновременно регистрирует показания шкалы прибора и степень зрелости фолликулов в яичниках у коров.

Дополнительное уточнение времени осеменения приборами необходимо, особенно в дни, когда у большого количества животных половая активность. Известно, что у трети коров в таких случаях проявляется инстинкт подражания поведения.

На фермах «Благодатное», «Восточное» в период «охоты» у коров измеряли температуру молока электронным датчиком, помещенным в коллектор доильного аппарата. Во всех случаях ее величина была выше нормы на 0,8...1,0°C. У значительного количества коров без признаков течки отмечали повышение температуры молока, обусловленное болезнями вымени и других органов. На компьютеризованной ферме «Хорская буренка» коров для осеменения выбирают электронные приборы, регистрирующие особенности поведения во время течки. В течение года из 329 коров в первые три месяца осеменили 159 гол. (48,3 %), стали стельными 37,7 %, яловость — 51,7 %. В помещении с привязным содержанием 186 коров эти показатели составили соответственно 63,4, 35,6 и 36,6 %. Высокая яловость на компьютеризованной ферме обусловлена большей продуктивностью, недостаточным опытом работы обслуживающего персонала в новых условиях и уменьшением информации об индивидуальном состоянии животного. Вызванное ухудшение показателей воспроизводства привело к потере продукции на 500 тыс. руб. в год.

Среди множества технических средств и приспособлений заслуживают внимания регистрирующие устройства с краской (детекторы охоты), которые закрепляются на крестец коров клеем. Если корова в «охоте», на нее прыгают другие животные и под тяжестью их тела краска выливается из капсулы и становится видимой. Во время доения таких коров осматривают и при наличии других признаков (течка, половое возбуждение) ее осеменяют. Этот способ отбора коров освобождает фермера от круглосуточного наблюдения за их поведением на пастбище или в загоне.

Авторы изучали эффективность детектора охоты конструкции Максимова, состоящего из полиэтиленового пакета 2х2 см, упакованного в белую ткань. Опыт проводили на фермах «Восточное» и «Благодатное» в течение пяти пастбищных сезонов. Детекторы закрепляли клеем типа «Момент» с 18...21 дня после отела на 45 дней. Всего в опытной и контрольной группах было по 147 коров. Из 147 детекторов охоты потеряно 24 (16,3 %), ложный сигнал — 10 (6,8 %), окрашено — 113 (76,9 %). Всего осеменено 125 (85 %) животных, в том числе 12 (8 %) с потерянными детекторами. Стали стельными 62,4 % или 53,8 % всех особей группы. В контроле из 147 коров за время наблюдений осеменено 102 (69,4 %), стельность — 58,8 % (40,8 % общего количества коров).

У 94 (75,2 %) коров на детекторах краска появлялась с 22:00 до 8:00 часов утра. У 15 особей (13,3 %) с 8:00 до 16:00, у остальных (11,5 %) с 15:00 до 22:00. В группе без детекторов «охоту» визуально обнаруживали в эти временные промежутки соответственно у 69,6, 10,8 и 18,6 % коров. Различия суточной динамики обнаружения «охоты» свидетельствуют о проблеме отбора коров для осеменения в ночное время. Можно предположить, что у 5,6 % особей длительность «охоты» не превышает 8 часов.

На фермах хозяйств «Заря» и «Восточное» Хабаровского района для определения «охоты» летом использовали метод новозеландских скотоводов. На круп нестельных коров наносили полосу специальной краски. Дважды в день животных осматривали. Если полоса была взерошена и присутствовала течка, то коров осеменяли, а на круп наносили краску другого цвета. Всего под наблюдением 67 коров. За два месяца «охоту» выявили у всех животных. Этот способ не уступает по эффективности выявления «охоты» с помощью быка-пробника, но более удобный и менее трудоемкий.

Во Франции краску заменяют пастой, которую наносят на круп коровы каждые две недели, начиная с 30-го дня после отела. Она окрашивает и животных, которые прыгают на коров в «охоте». Эффективность пасты выше на 26 %, так как часть коров не допускают на себя прыжки других особей, но сами прыгают, находясь в «охоте».

Некоторые фермеры США применяют густую взвесь мела, которую наносят кистью ежедневно после доения. Использование этого метода на фермах региона оказалось неудачным из-за частых дождей и высокой влажности воздуха. В течение 12 летних сезонов в двух стадах для осеменения отбирали особей, вымазанных грязью на боках, спине, крупе. Из 308 коров с такой меткой только у 7 (2,27 %) при осмотре не было симптомов течки, а одна оказалась стельной. При гинекологическом обследовании остальных коров обнаружены в яичниках фолликулы предовуляционной зрелости (+++, ++++), оплодотворяемость — 64,12 %.

Таким образом, проведенные исследования на молочных фермах Дальневосточного региона свидетельствуют о наличии ошибок отбора коров для осеменения, что приводит к неоправданным убыткам от временного бесплодия здоровых животных. Воспроизведение крупного рогатого скота — один из самых сложных биологических процессов и главный фактор, определяющий рост поголовья,

уровень молочной продуктивности коров, эффективность селекционно-племенной работы, продолжительность и интенсивность использования генетически ценных высокопродуктивных животных, качество продукции и рентабельность молочного скотоводства. В будущем точное определение «охоты» станет еще более острой проблемой, особенно для высокопродуктивных коров в крупных стадах, поэтому любая система, которая поможет решить задачу осеменения коровы как можно раньше после родов, будет экономически эффективной.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кагермазов, Ц.В. Влияние внешних экологических условий на воспроизводительную функцию коров в условиях КБР / Ц.В. Кагермазов, И.Х. Таов // Аграрная Россия. — 2018. — № 10. — С. 37–39.
2. Медведев, Г.Ф. Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных / Г.Ф. Медведев, Н.И. Гавриченко, И.А. Долин // Методические указания в 2-х частях. — Ч. 2. — Горки: БСХА, 2014. — 76 с.
3. Полянцев, Н.И. Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных / Н.И. Полянцев, В.В. Подберезный. — Ростов-на-Дону: «Феникс», 2001. — 480 с.
4. Черный, Н.В. Факторы, влияющие на продуктивность и здоровье молочных коров и резистентность телят / Н.В. Черный, Ю.П. Балым, Н.Н. Хмель // Таврический научный обозреватель. — № 5 (10). — 2006. — С. 256–261.
5. Чистякова, И.А., Сравнительная оценка экономического ущерба от яловости коров при разном уровне молочной продуктивности / И.А. Чистякова, Л.Н. Муравья // Современные научные исследования и инновации. — 2016. — № 11. — С. 647–652. [ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/74352>.
6. Шаталина, О.С. Ассоциации между группами крови и репродуктивными показателями у крупного рогатого скота / О.С. Шаталина // Сельскохозяйственная биология. — Т. 53. — № 2. — 2018. — С. 309–317.

LIST OF SOURCES

1. Kagermazov, C.V. Vliyanie vneshnih ekologicheskikh uslovij na vosproizvoditel'nyu funkciyu korov v usloviyah KBR / C.V. Kagermazov, I.H. Taov // Agrarnaya Rossiya. — 2018. — № 10. — S. 37–39.
2. Medvedev, G.F. Akusherstvo i reprodukcija sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh / G.F. Medvedev, N.I. Gavrichenko, I.A. Dolin // Metodicheskie ukazaniya v 2-h chastyah. — Ch. 2. — Gorki: BSKHA, 2014. — 76 s.
3. Polyancev, N.I. Veterinarnoe akusherstvo i biotekhnika reprodukcii zhivotnykh / N.I. Polyancev, V.V. Podbereznij. — Rostov-na-Donu: «Feniks», 2001. — 480 s.
4. Chernyj, N.V. Faktory, vliyayushchie na produktivnost' i zdorov'e molochnykh korov i rezistentnost' telyat / N.V. Chernyj, Yu.P. Balym, N.N. Hmel' // Tavricheskij nauchnyj obozrevatel'. — № 5 (10). — 2006. — S. 256–261.
5. Chistyakova, I.A., Sravnitel'naya ocenka ekonomicheskogo ushcherba ot yalovosti korov pri raznom urovne molochnoj produktivnosti / I.A. Chistyakova, L.N. Murav'ya // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii. — 2016. — № 11. — S. 647–652. [resurs]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/74352>.
6. Shatalina, O.S. Associacii mezhdu gruppami krovi i reproductivnymi pokazatelyami u krupnogo rogatogo skota / O.S. Shatalina // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — T. 53. — № 2. — 2018. — S. 309–317.

А.А. Оздемиров, кандидат биологических наук

Р.А. Акаева, научный сотрудник

П.О. Алиева, научный сотрудник

Е.М. Алиева, научный сотрудник

С.К. Гамзатова, научный сотрудник

З.М. Гусейнова, научный сотрудник

М.А. Даветеева, научный сотрудник

Федеральный аграрный научный центр республики Дагестан

РФ, 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, пр. Акушинского, Научный городок

E-mail: alim72@mail.ru

УДК: 636.32/.38:636.3

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/67-69

РАЙОНИРОВАННАЯ ПОРОДА ОВЕЦ ДАГЕСТАНА

В Дагестанской республике овцеводству с давних пор отводится одно из ведущих ролей в животноводческой системе. Основная особенность ведения овцеводства в Дагестане — отгонное животноводство. Ранней весной на летние высокогорные пастбища, а осенью — на зимние, пустынные и полупустынные пастбища Прикаспийской низменности ежегодно перегоняется до 75 % овец. Поголовье находится в пути свыше двух месяцев, кочуя с летних пастбищ на зимние и обратно. Овцеводство, относящееся к мясо-шерстному направлению — интенсивное и очень выгодное. Живая масса молодняка при обеспечении хорошего нагула в возрасте 6 мес. достигает 40 кг, и может быть реализована. Такое мясо имеет нежную консистенцию, легко усваивается. У овец мясо-шерстного направления отмечают крупный рост, неплохие мясные формы, а также значительную скороспелость, высококачественное мясо и хорошую кроссбредную шерсть. В статье изложена краткая история выведения овец мясо-шерстного направления. Предварительными исследованиями для выведения новой породы были выбраны местные грубошерстные гунибские овцы. Вюртембергская порода овец была определена как улучшитель. **Ключевые слова:** Республика Дагестан, овцеводство, Дагестанская горная порода, природно-климатические зоны, вюртембергская порода.

A.A. Ozdemirov, PhD in Biological sciences

R.A. Akaeva, researcher

P.O. Alieva, researcher

E.M. Alieva, researcher

S.K. Gamzatova, researcher

Z.M. Guseynova, researcher

M.A. Daveteeva, researcher

Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan

RF, 367014, Respublika Dagestan, g. Mahachkala, pr. Akushinskogo, Nauchnyy gorodok

E-mail: alim72@mail.ru

AN AREA-SPECIFIC BREED OF SHEEPS OF DAGESTAN

In the Dagestan Republic, sheep breeding has been assigned one of the leading roles in the livestock system for a long time. The vast territory of high-mountainous, alpine pastures, influenced by the nature of agriculture in the republic. The main feature of sheep breeding in Dagestan is distant pasture cattle breeding. In early spring, to summer high-altitude pastures, and in autumn to winter, desert and semi-desert pastures of the Caspian lowland, up to 75 percent of sheep are herded annually. The livestock is on the way for more than two months, roaming from summer pastures to winter ones and back. Meat and wool sheep farming is intensive and very profitable. Live weight of young animals while ensuring good fattening-off at the age of 6 months reaches 40 kg, and can be realized. These meat has a fine texture and is easily digestible. Sheep of the meat and wool types are register for large growth, good meat forms, as well as significant early maturity, high-quality meat in large quantities and good quality crossbred wool. The article presents a brief history of breeding sheep of meat and wool types. The preliminary studies carried out made it possible to determine the Gunib breed as the initial breed, as the most optimal, showing the best results. The Württemberg breed of sheep was chosen as the improver breed.

Key words: Republic of Dagestan, sheep breeding, Dagestan rock, natural and climatic zones, Württemberg breed.

В разных странах в основном разводили мериносовых овец. Смена направления на мясо-шерстное овцеводство связано с интенсификацией сельского хозяйства. [9] Мясо-шерстные кроссбредные овцы характеризуются высокой скороспелостью, способностью давать большое количество высокоценного по вкусовым и питательным качествам мяса, а также полутонкую шерсть.

Овцеводство, относящееся к мясо-шерстному направлению — интенсивное и очень выгодное. [5] Живая масса молодняка при обеспечении хорошего

нагула в возрасте 6 мес. достигает 40 кг [3], и может быть реализована. Такое мясо имеет нежную консистенцию, легко усваивается. На протяжении многих лет в республике отсутствовали собственные мясо-шерстные овцы с кроссбредной шерстью. Значимость мясо-шерстного направления выращивания овец в Российской Федерации аргументировали многие ученые. [5]

У овец мясо-шерстного направления отмечают крупный рост, неплохие мясные формы, значитель-

ную скороспелость, в больших количествах высококачественное мясо и хорошую кроссбредную шерсть.

Некоторые авторы [2, 3, 11] в своих исследованиях показывают, что ягнята мясо-шерстных овец при интенсивном выращивании в 3...4 мес. имеют вес 35...40 кг, а их тушки 17...20 кг.

В Дагестанской республике овцеводству с давних пор отводится одно из ведущих ролей в животноводческой системе. Наличие огромных по площади территорий высокогорных пастбищ определило характер ведения сельского хозяйства. Основная особенность ведения овцеводства здесь — отгонное животноводство. Ранней весной на летние высокогорные пастбища, а осенью — на зимние, пустынные и полупустынные пастбища Прикаспийской низменности ежегодно перегоняется до 75 % овец. Поголовье находится в пути свыше двух месяцев.

До 90-х годов прошлого века на отдельных участках практиковали перевозку овец по железной дороге.

Горное овцеводство в Республике было представлено исключительно местными грубошерстными овцами. Исследованиями выявлено, что в Дагестане разводят до 9 местных пород. [9, 13] В 1926 году участники экспедиции по изучению овцеводства в Дагестане пришли к выводу о том, что нет необходимости определять гунибских, аварских и других местных овец в самостоятельные породы по той причине, что названы животные по принадлежности к районам, где их содержат, но они одинаковы по биологическим и продуктивным качествам.

Основные особенности местных грубошерстных овец: большая выносливость и приспособленность к местным условиям отгонно-пастбищного ведения овцеводства, а также крепкая конституция.

Несмотря на вышеописанные плюсы, эти породы не соответствовали требованиям народного хозяйства, из-за недостаточной продуктивности. Для породного улучшения этих овец неоценимый вклад внесли такие научные учреждения, как Дагестанская опытная станция по животноводству и Дагестанская племовчарня. С 1927 по 1936 год проделана огромная работа по изучению результатов скрещивания овец с баранами тонкорунных и полутонкорунных пород. Начиная с 1936 года, перешли на массовое улучшение овцеводства республики. Процесс создания улучшенной породы ускорил внедрение в практику искусственного осеменения.

Так, в равнинной части республики, на базе местных мериносовых овец, при улучшении мериносами австралийских пород, в условиях племазавода «Червленые буруны» расположенного на территории Ногайского района, отечественными учеными создана одна из лучших пород тонкорунных мериносов — *Грозненская*, которая лучше всех приспособлена к равнинным условиям республики.

Природно-климатические особенности предгорного и горного Дагестана и отгонно-пастбищная система ведения овцеводства диктует повышенные требования к животным: наличие крепкой конституции, подвижность, энергичность и способность совершать длительные переходы по пересеченной местности.

Предварительными исследованиями для выведения новой породы были выбраны местные грубошерстные гунибские овцы. *Вюртембергская* порода овец была определена как улучшитель.

Селекционные работы проводили в условиях зимних пастбищ прикаспийской низменности, в колхозе имени О. Чохского Гунибского района, летних — в горах (1932 год).

Высокогорные альпийские пастбища расположены на высоте 2600...4000 м над уровнем моря. Перегон в оба конца — 400...700 км. В селекционно-племенной работе применяли воспроизводительное скрещивание. Помеси желательного типа второго и частично третьего поколений разводили «в себе».

Подопытных животных тщательно отбирали — со слабой конституцией и различными экстерьерными недостатками отсеивали. Скрещиваемые особи были обеспечены полноценным рационом и хорошими условиями содержания.

Во время Великой Отечественной Войны работа была приостановлена, но впоследствии продолжена и закончена в 1950 году.

После кропотливой селекционной работы, путем воспроизводительного скрещивания местных грубошерстных пород с *вюртембергскими* баранами, была выведена новая порода овец — *Дагестанская горная*, адаптированная к сложным условиям отгонного животноводства.

Дагестанская горная порода унаследовала немало положительных признаков от местных овец: приспособленность к преодолению больших расстояний (200...350 км в один конец), не только по равнинной зоне со скудной растительностью, но и по горным хребтам и перевалам, а также к попаданию дважды в год из одного климатического пояса в сильно отличающийся другой.

Порода хорошо приспособлена к круглогодичному пастбищному содержанию. Исследователи, описывая *Дагестанскую горную* породу, отмечают хорошую длину и высоту туловища животных, развитую грудную клетку и значительное превосходство по этим признакам над местными овцами. [4, 7, 8, 10] Кроме того, они хорошо сочетают мясошерстные качества, имеют крепкую конституцию, довольно подвижны, крестец прямой или слегка спущенный, холка и спина широкие, причем зачастую холка несколько поднимается над линией спины, видимо, сказалось горно-отгонное содержание животных. Грудь глубокая и умеренно широкая. Ноги относительно высокие, крепкие, правильно поставленные. Бараны и матки, как правило, безрогие. Овцы в основном безскладчатые, у отдельных животных имеется запас кожи на шее в виде слабой бурды. Оброслость головы рунной шерстью обычно доходит до линии глаз, а ног — запястного и скакательного суставов.

У овец *дагестанской* породы, при хорошем кормлении, отмечается сравнительно высокая для горных овец шерстная продуктивность с настригом шерсти 3,2...3,5 кг при выходе мытого волокна 52...56 %, коэффициентом шерстности — 36...38 г. Толщина шерсти — 60...64 мкм, достаточно уравненная, длина — 8,0...8,5 см. Живая масса маток — 50...52 кг, ярок — 35...38 кг, плодовитость — 125...130 ягнят на 100 маток. Руно штапельного строения, у некоторых овец, особенно молодняка, с несколько заостренной формой наружного штапеля, извитость шерсти нормальная, иногда смытая.

Заключение. Овцеводство — одна из основных отраслей животноводства Республики Дагестан. Производится порядка 14,0 тыс. т шерсти всех сортиментов. Более 75 % общего объема производства занимает шерсть овец *дагестанской горной* породы.

Результат селекционной работы показал, что новая порода хорошо приспособлена к отгонно-пастбищному содержанию и горному климату, поэтому ее разводят преимущественно в предгорьях Дагестана, от немецких предков овцы унаследовали высокое качество руна.

Лучших производителей скрещивают с самками других местных породных линий для улучшения показателей мясной продуктивности и качества шерсти.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Барсуков, Ю.Г. Рост, развитие и мясные качества баранчиков разных генотипов / Ю.Г. Барсуков, И.Н. Шайдулин // Научные достижения АПК РФ. — 2010. — № 12. — С. 65–66.
2. Горбунов, А.Н. Эффективность скрещивания / А.Н. Горбунов // Овцеводство. — 1990. — № 5. — С. 26–28.
3. Гроссман, Л.Г. Перспективы повышения содержания белка в молоке / Л.Г. Гроссман // Сельское хозяйство за рубежом. — 1976. — № 9. — С. 52–53.
4. Гузун, В.А. Молочная продуктивность и состав молока местных овец Молдавии / В.А. Гузун: Автореф. дис. ... канд. с-х. наук. — Кишинев, 1970.
5. Гусейнов, С.И. Новая порода овец «Дагестанская горная» / С.И. Гусейнов, А.В. Потанина, В.А. Елизниченко. — Махачкала, 1952. — 66 с.
6. Иванов, М.Ф. Полное собрание сочинений / М.Ф. Иванов [Ред. коллегия: акад. Л.К. Гребень (пред.) и др.]. — М: Колос, 1964. — Т. 1. — 773 с.
7. Магомедов, Ш.М. Состояние и перспективы развития овцеводства в Республике Дагестан / Ш.М. Магомедов, А.А. Хожиков, Н.И. Римиханов // Овцы, козы, шерстное дело — 2018. — № 1. — С. 5–7.
8. Магомедов, Ш.М. Молодая баранина — резерв увеличения продукции овцеводства / Ш.М. Магомедов, М.М. Садыков // Проблемы развития АПК региона. — 2018. — № 2. — С. 132–134.
9. Магомедов, Ш.М. Резервы улучшения качества продукции овцеводства / Ш.М. Магомедов // Горное сельское хозяйство. — 2018. — № 3. — С. 151–154.
10. Мусалаев, Х.Х. Разработка селекционных приемов совершенствования мериносового типа овец для разведения в предгорной провинции Дагестана / Х.Х. Мусалаев, Р.А. Абдулабеков // Горное сельское хозяйство. — 2018. — № 3. — С. 145–148.
11. Оздемиров, А.А. Биохимический статус молодняка овец в разные периоды их физиологического состояния при стационарно-пастбищном ведении отрасли / А.А. Оздемиров, М.С. Анаев // Ветеринарный врач. — 2012. — № 1. — С. 51–54.

12. Поляков, И.К. Причины распространения английских мясо-шерстных пород овец / И.К. Поляков // Советская зоотехния. — 1940. — № 2–3. — С. 66–74.
13. Хожиков, А.А. Межпородное скрещивание и мясная продуктивность овец в горно-отгонном овцеводстве / А.А. Хожиков, А.А. Абакаров, Ш.М. Магомедов // мат. Межд. конф. Основные направления развития науки и образования в АПК. — Махачкала, 2018. — С. 278–281.

LIST OF SOURCES

1. Barsukov, Yu.G. Rost, razvitie i myasnye kachestva baranchikov raznyh genotipov / Yu.G. Barsukov, I.N. Shajdulin // Nauchnye dostizheniya APK RF. — 2010. — № 12. — S. 65–66.
2. Gorbunov, A.N. Effektivnost' skreshchivaniya / A.N. Gorbunov // Ovcevodstvo. — 1990. — № 5. — S. 26–28.
3. Grossman, L.G. Perspektivy povysheniya soderzhaniya belka v moloke / L.G. Grossman // Sel'skoe hozyajstvo za rubezhom. — 1976. — № 9. — S. 52–53.
4. Guzun, V.A. Molochnaya produktivnost' i sostav moloка mestnyh ovec Moldavii / V.A. Guzun: Avtoref. dis. ... kand. s-h. nauk. — Kishinev, 1970.
5. Gusejnov, S.I. Novaya poroda ovec «Dagestanskaya gornaya» / S.I. Gusejnov, A.V. Potanina, V.A. Eliznichenko. — Mahachkala, 1952. — 66 s.
6. Ivanov, M.F. Polnoe sobranie sochinenij / M.F. Ivanov [Red. kollegiya: akad. L.K. Greben' (pred.) i dr.]. — M: Kolos, 1964. — T. 1. — 773 s.
7. Magomedov, Sh.M. Sostoyanie i perspektivy razvitiya ovcevodstva v Respublike Dagestan / Sh.M. Magomedov, A.A. Hozhokov, N.I. Rimihanov // Ovcy, kozy, sherstnoe delo — 2018. — № 1. — S. 5–7.
8. Magomedov, Sh.M. Molodaya baranina — rezerv uvelicheniya produkci ovcevodstva / Sh.M. Magomedov, M.M. Sadykov // Problemy razvitiya APK regiona. — 2018. — № 2. — S. 132–134.
9. Magomedov, Sh.M. Rezervy uluchsheniya kachestva produkci ovcevodstva / Sh.M. Magomedov // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. — 2018. — № 3. — S. 151–154.
10. Musalaev, H.H. Razrabotka selekcionnyh priemov sovershenstvovaniya merinosovogo tipa ovec dlya razvedeniya v predgornoj provincii Dagestana / H.H. Musalaev, R.A. Abdulabekov // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. — 2018. — № 3. — S. 145–148.
11. Ozdemirov, A.A. Biohimicheskij status molodnyaka ovec v raznye periody ih fiziologicheskogo sostoyaniya pri stacionarno-pastbishchnom vedenii otrasli / A.A. Ozdemirov, M.S. Anaev // Veterinarnyj vrach. — 2012. — № 1. — S. 51–54.
12. Polyakov, I.K. Prichiny rasprostraneniya anglijskih myasosherstnyh porod ovec / I.K. Polyakov // Sovetskaya zootekhnika. — 1940. — № 2–3. — S. 66–74.
13. Hozhokov, A.A. Mezhpородное skreshchivanie i myasnaya produktivnost' ovec v gorno-otgonnom ovcevodstve / A.A. Hozhokov, A.A. Abakarov, Sh.M. Magomedov // mat. Mezhd. konf. Osnovnye napravleniya razvitiya nauki i obrazovaniya v APK. — Mahachkala, 2018. — S. 278–281.

Т.Ф. Домацкая, кандидат биологических наук
 А.Н. Домацкий, кандидат биологических наук
 З.Я. Зинатуллина, кандидат биологических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии –
 филиал ФГБУН ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН
 РФ, 625041, г. Тюмень, ул. Институтская, 2
 E-mail: varroa54@mail.ru

УДК 619:616.935.733.4:636

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/70-72

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ИНВАЗИЙ И ИНФЕКЦИЙ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ НА ПАСЕКАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ*

В течение 2017–2020 годов изучали 424 пробы пчел и расплода от пчелиных семей 54 пасек, расположенных в семи районах Тюменской области, на наличие возбудителей клещевых инвазий, микроспорициозов, микозов, бактериозов и вириозов. Были выявлены клещи *Varroa destructor*, микроспоридии *Nosema ceranae* и *Nosema apis*, патогенный грибок *Ascosphaera apis*, вирус мешотчатого расплода (sacbrood virus, SBV). Обследуемые пасеки были неблагоприятны по варроатозу (100,0 %), нозематозу (40,7 %), аскосферозу (9,2 %) и мешотчатому расплоду (5,5 %). Клещи *V. destructor* обнаружены во всех пробах, при этом у 51,4 % исследуемых семей отмечен высокий уровень инвазированности от 5,0 до 89,2 %, сопровождавшийся гибелью пчел в осенне-зимний период. Возбудители нозематоза зарегистрированы в пробах пчел от 22 пасек региона (23,8 % исследованных образцов). При этом микроспоридия *N. ceranae* выявлена в 95 семьях из пяти районов области (22,4 % общего количества проб). Микроспоридия *N. apis* найдена в трех пробах (Исетский район) и оба возбудителя выявлены в 0,7 % образцов (одна из Исетского, две из Тюменского района). Степень инфицирования проб составляет от 2,25 до 9,30 млн спор на пчелу. По результатам изучения можно сделать вывод, что *N. ceranae* в значительной степени преобладает в семьях пчел. Это основной возбудитель нозематоза на пасеках Тюменской области. Высокая инвазированность пчелиных семей клещами варроа свидетельствует об отсутствии контроля эффективности проводимых на пасеках лечебно-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: пчелиные семьи, возбудители, инвазии, инфекции, Тюменская область.

T.F. Domatskaya, PhD in Biological sciences
 A.N. Domatskiy, PhD in Biological sciences
 Z.Ya. Zinatullina, PhD in Biological sciences

All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – Branch of Federal State Institution FRC
 Tyumen Scientific Centre of SB of the RAS
 RF, 625041, g. Tyumen', ul. Institutskaya, 2
 E-mail: varroa54@mail.ru

DISTRIBUTION OF HONEY BEES INVASIONS AND INFECTIONS PATHOGENS IN THE TYUMEN REGION APIARIES

During 2017–2020, 424 samples of bees and brood from bee colonies of 54 apiaries located in 7 districts of the Tyumen region were studied for the presence pathogens of mites invasions, microsporidiosis, mycoses, bacterioses and viroses. The study of bee and brood samples revealed the *Varroa destructor* mites, microsporidia *Nosema ceranae* and *Nosema apis*, the pathogenic fungus *Ascosphaera apis*, and sacbrood virus (SBV). The surveyed apiaries were not favorably for varroaosis (100.0 %), nosematosis (40.7 %), ascospheriosis (9.2 %), and saccular brood (5.5 %). The Mites *V. destructor* were found in all studied samples at the same time 51.4 % of the studied colonies had a high level of invasion from 5.0 to 89.2 % accompanied by the death of bees in the autumn-winter period. The agents causing nosematosis were registered in the bees samples from 22 apiaries in the region (23.8 % of studied samples). At the same time, the microsporidium *N. ceranae* was detected in 95 colonies from 5 districts of the region, which is 22.4 % of the total number of studied samples. Microsporidia *N. apis* was found in 3 samples (Isetskiy district) and both pathogens were found in 0.7% of samples (1 sample from Isetskiy and 2 samples from Tyumen district). The infection rate of the samples ranges from 2.25 to 9.30 million spores per bee. As a result of the study, it can be concluded that Microsporidia *N. ceranae* is largely predominant in bee colonies. It is the main causative agents of bee diseases in apiaries of the Tyumen region. The high infestation of bee colonies by varroa mites reflects the lack of control over the effectiveness of treatment and prophylactic measures carried out in apiaries.

Key words: honeybee colonies, pathogens, invasions, infections, distribution, Tyumen region.

Расширение экономических связей между странами и регионами, изменение климата, неконтролируемый перевоз пчел, маток, пакетов создают благоприятные условия для новых патогенов медоносных пчел, вызывающих ослабление и гибель пчелиных семей. Анализ результатов научных исследований и данных ветеринарной отчетности

свидетельствует о широком распространении на территории Российской Федерации вирусов деформации крыла (deformed wing virus, DWV), острого паралича (acute bee paralysis virus, ABPV) хронического паралича (chronic bee paralysis virus, CBPV), мешотчатого расплода (sacbrood virus, SBV), черных маточников (black queen cell virus, BQCV), Кашмир-

* Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 296-2021-0018/ The studies were carried out within the frame work of the state assignment of the Ministry of Education and Science № 296-2021-0018.

Таблица 1.
Результаты исследования пасек Тюменской области

Год	Число обследованных пасек	Количество неблагополучных пасек			
		варроатоз	нозематоз	аскосфероз	мешотчатый расплод
2017	13	13	6	0	0
2018	15	15	8	0	0
2019	14	14	5	4	2
2020	12	12	3	1	1
Всего	54	54	22	5	3

вируса (Kashmir bee virus, KBV), израильского вируса острого паралича (Israeli acute paralysis virus, IAPV), бактерий (*Paenibacillus larvae* и *Melissococcus pluton*), гриба (*Ascosphaera apis*), клещей (*Varroa destructor*, *Acarapis externus*, *Acarapis woodi* Rennie), микроспоридий (*Nosema apis*, *Nosema ceranae*). [1-4] В результате исследований 2009-2016 годов выявлены пасеки неблагополучные по варроатозу, экзозакарпидозу нозематозу, аскосферозу, европейскому гнильцу, мешотчатому расплоду. Впервые в семьях пчел обнаружены, ранее нерегистрируемые в регионе, возбудители американского гнильца (бактерия *Paenibacillus larvae larvae*), экзозакарпидоза (клещ *Acarapis externus*), нозематоза (микроспоридия *Nosema ceranae*), вызывающие гибель пчел во многих странах мира, в связи с чем возникает острая необходимость изучения новых видов патогенов и их воздействия на медоносных пчел. [2]

Цель работы — продолжить изучение распространения возбудителей инвазий и инфекций медоносных пчел на пасеках Тюменской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В течение 2017–2020 годов изучали 424 пробы пчел и расплода от пчелиных семей 54 пасек региона, расположенных в Аромашевском (2), Викуловском (2), Заводоуковском (3), Исетском (4), Нижнетавдинском (3) Тюменском (22) районах и г. Тюмени (18), на наличие возбудителей клещевых инвазий, микроспоридиозов, микозов, бактериозов и вириозов. Материал для исследования собирали

на пасеках, часть проб была доставлена в лабораторию владельцами пчелиных семей. Работа проведена в соответствии с нормативными документами, утвержденными для ветеринарных диагностических методов на территории Российской Федерации. [5-8]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что возбудители инвазий и инфекций широко распространены на пасеках Тюменской области. Обследованные пасеки были неблагополучны по варроатозу (100,0 %), нозематозу (40,7 %), аскосферозу (9,2 %) и мешотчатому расплоду (5,5 %) (табл. 1). При изучении проб пчел и расплода обнаружены клещи *Varroa destructor*, микроспоридии *Nosema ceranae* и *Nosema apis*, патогенный грибок *Ascosphaera apis*, вирус мешотчатого расплода (sacbrood virus, SBV).

Клещи *V. destructor* выявлены во всех изученных пробах, у 51,4 % отмечен высокий уровень инвазированности — 5,0...89,2 %, сопровождавшийся гибелью пчел в осенне-зимний период. Следовательно, на пасеках отсутствует контроль эффективности лечебно-профилактических мероприятий. Возбудители нозематоза обнаружены в пробах пчел от 22 пасек региона (23,8 % исследованных образцов). При этом микроспоридия *N. ceranae* выявлена в 95 семьях из пяти районов области (22,4 % изученных проб). Микроспоридии *N. apis* зарегистрированы в трех пробах (Исетский район) и оба возбудителя найдены в 0,7 % образцов (одна проба из Исетского и два из Тюменского района). Степень инфицирования проб составляет 2,25...9,30 млн спор на пчелу. В семьях пчел в значительной степени преобладает *N. ceranae* — основной возбудитель нозематоза на пасеках Тюменской области (табл. 2).

Возбудитель аскосфероза (гриб *A. apis*) выделен из 20 проб расплода от пчелиных семей шести районов области (4,7 % общего числа изученных образцов). Клинические признаки мешотчатого расплода (SBV) выявлены в семи пробах (1,6 %). Анализ результатов показывает, что на фоне варроатоза развиваются другие возбудители бактериального, микозного и вирусного происхождения, что вызывает смешанные инвазии-инфекции у пчел. Полученные данные совпадают с материалами исследований российских [9, 10] и зарубежных ученых. [11-13]

Таблица 2.

Результаты исследования проб пчел на заболевания в Тюменской области

Район	Число исследованных проб	Выявлено* проб с клещами <i>V.destructor</i> (пробы/%)	Выявлено возбудителей инфекций, количество проб/%				
			нозематоз			аскосфероз <i>A. apis</i>	мешотчатый расплод РНК-вирус (SBV)
			<i>N. ceranae</i>	<i>N. apis</i>	<i>N. ceranae</i> + <i>N. apis</i>		
Аромашевский	10	10/100	0	0	0	Не исследовано	Не исследовано
Викуловский	8	8/100	0	0	0	1	То же
Заводоуковский	15	15/100	4/26,6	0	0	1/6,6	— // —
Исетский	29	27/93,1	3/10,3	3/10,3	1/3,4	3/10,3	1/3,4
Нижнетавдинский	15	14/93,3	3/20	0	0	2/13,3	1/6,7
Тюменский	182	48/26,3	62/34,0	0	2/1,	3/1,6	1/0,5
г. Тюмень	165	96/58,2	23/13,9	0	0	11/6,7	4/2,6
Итого	424	218/51,4	95/22,4	3/0,7	3/0,7	20/4,7	7/1,6

Примечание. * — пробы, зараженность которых *V.destructor* составляет более 1,0%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Домацкая, Т.Ф. Инвазии и инфекции медоносных пчел *Apis mellifera* на пасеках Тюменской области и других регионов России / Т.Ф. Домацкая, А.Н. Домацкий, З.Я. Зинатуллина // Биомика. — 2019. — № 2. — Т. 11. — С. 124–129.
2. Зинатуллина, З.Я. Болезни пчел на пасеках Тюменской области / З.Я. Зинатуллина, Т.Ф. Домацкая, А.Н. Домацкий // Пчеловодство. — 2017. — № 8. — С. 21–23.
3. Калашников, А.Е. Распространение РНК-содержащих вирусов на территории России / А.Е. Калашников, И.Г. Удина // Farm animals. — 2012. — № 1. — Т. 1. — С. 73–76.
4. Масленникова, В.И. Оценка влияния вирусной и клещевой нагрузки на гибель пчел / В.И. Масленникова, Е.А. Климов, А.В. Королев и др. // Пчеловодство. — 2017. — № 5. — С. 28–30.
5. Методические указания по лабораторным исследованиям на нозематоз медоносных пчел / ГУВ МСХ СССР — М. — 25.04.1985.
6. Методические указания по лабораторной диагностике аскосфероза пчел и выделению возбудителя из пыльцы / ГУВ МСХ СССР — М. — 14.09.1983.
7. Методические указания по лабораторной диагностике американского гнильца, европейского гнильца, парагнильца, септицемии и сальмонеллеза пчел / ГУВ МСХ СССР — М. — 18.08.1986.
8. Методические рекомендации по изучению средств и приемов борьбы с клещом варроа / Отделение ветеринарии Россельхозакадемии — М. — 08.06.2010.
9. Островерхова, Н.В. Нозематоз типа С в Томской области / Н.В. Островерхова, О.Л. Конусова, А.Н. Кучер и др. // Пчеловодство. — 2016. — № 8. — С. 32–35.
10. Спрыгин, А.В. Угрозы распространения вирусных инфекций у пчел (*Apis mellifera* L.) и роль клеща *Varroa destructor* в развитии патологий / А.В. Спрыгин, Ю.Ю. Бабин, Е.М. Ханбекова, Л.Е. Рубцова // Сельскохозяйственная биология. — 2016. — Т. 51. — № 2. — С. 156–171.
11. Budge, G.E. Pathogens as predictors of honey bee colony strength in England and Wales / S. Pietravalle, M. Brown, L. Laurenson et al. // PLoS ONE. — 2015. — V. 10. — № 7. — P. 1–10.
12. Fedoriak, M.M. Winter losses of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Ukraine (monitoring results of 2015–2016) / L.I. Tymochko, O.M. Kulmanov, R.A. Volkov, S.S. Rudenko // Ukrainian Journal of Ecology. — 2017. — V. 7. — № 4. — P. 604–613.
13. Goblirsch, M. Nosema ceranae disease of the honey bee (*Apis mellifera*) // Apidologie. — 2018. — V. 1. — № 49. — P. 133–150.

LIST OF SOURCES

1. Domackaya, T.F. Invazii i infekcii medonosnyh pchel APIS MELLIFERA na pasekah Tyumenskoj oblasti i drugih regionov Rossii / T.F. Domackaya, A.N. Domackij, Z.Ya. Zinatullina // Biomika. — 2019. — № 2. — Т. 11. — С. 124–129.
2. Zinatullina, Z.Ya. Bolezni pchel na pasekah Tyumenskoj oblasti / Z.Ya. Zinatullina, T.F. Domackaya, A.N. Domackij // Pchelovodstvo. — 2017. — № 8. — С. 21–23.
3. Kalashnikov, A.E. Rasprostranenie RNK-soderzhashchih virusov na territorii Rossii / A.E. Kalashnikov, I.G. Uchina // Farm animals. — 2012. — № 1. — Т. 1. — С. 73–76.
4. Maslennikova, V.I. Ocenka vliyaniya virusnoj i kleshchevoj nagruzki na gibel' pchel / V.I. Maslennikova, E.A. Klimov, A.V. Korolev i dr. // Pchelovodstvo. — 2017. — № 5. — С. 28–30.
5. Metodicheskie ukazaniya po laboratornym issledovaniyam na nozematoz medonosnyh pchel / GUV MSKH SSSR — M. — 25.04.1985.
6. Metodicheskie ukazaniya po laboratornoj diagnostike askosferoza pchel i vydeleniyu vzbuditelya iz pyl'cy / GUV MSKH SSSR — M. — 14.09.1983.
7. Metodicheskie ukazaniya po laboratornoj diagnostike amerikanskogo gnilya, evropejskogo gnilya, paragnilya, septicemii i sal'monelleza pchel / GUV MSKH SSSR — M. — 18.08.1986.
8. Metodicheskie rekomendacii po izucheniyu sredstv i priemov bor'by s kleshchom varroa / Otdelenie veterinarii Rossel'hozakademii — M. — 08.06.2010.
9. Ostroverhova, N.V. Nozematoz tipa S v Tomskoj oblasti / N.V. Ostroverhova, O.L. Konusova, A.N. Kucher i dr. // Pchelovodstvo. — 2016. — № 8. — С. 32–35.
10. Sprygina, A.V. Ugrozy rasprostraneniya virusnyh infekcij u pchel (*Apis mellifera* L.) i rol' kleshcha *Varroa destructor* v razvitii patologij / A.V. Sprygina, Yu.Yu. Babin, E.M. Hanbekova, L.E. Rubcova // Sel'skhozajstvennaya biologiya. — 2016. — T. 51. — № 2. — S. 156–171.
11. Budge, G.E. Pathogens as predictors of honey bee colony strength in England and Wales / S. Pietravalle, M. Brown, L. Laurenson et al. // PLoS ONE. — 2015. — V. 10. — № 7. — P. 1–10.
12. Fedoriak, M.M. Winter losses of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Ukraine (monitoring results of 2015–2016) / L.I. Tymochko, O.M. Kulmanov, R.A. Volkov, S.S. Rudenko // Ukrainian Journal of Ecology. — 2017. — V. 7. — № 4. — P. 604–613.
13. Goblirsch, M. Nosema ceranae disease of the honey bee (*Apis mellifera*) // Apidologie. — 2018. — V. 1. — № 49. — P. 133–150.

Г.Ю. Косовский, доктор биологических наук, профессор РАН, SPIN-код: 3736-3480; AuthorID: 353097;

ORCID: 0000-0003-3808-3086

Т.К. Карелина, кандидат сельскохозяйственных наук, SPIN-код: 2235-9300; AuthorID: 744900;

ORCID: 0000-0001-8360-0877

Е.А. Стрельцова, младший научный сотрудник, SPIN-код: 1091-6054; AuthorID: 1082765;

ORCID: 0000-0002-8007-7010

Т.В. Прохоренко, младший научный сотрудник, SPIN-код: 5422-2250; AuthorID: 994997;

ORCID: 0000-0002-4996-6549

Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева
РФ, 140143, Московская обл., Раменский р-н, пос. Родники, ул. Трудовая, 6

E-mail: niipzk@mail.ru

УДК 636.92.082.2

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/73-76

ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ГЕНОМА САМЦОВ КРОЛИКОВ ПОРОДЫ БЕЛЫЙ ВЕЛИКАН В СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ

В статье представлен впервые используемый в селекционной работе с кроликами, метод оценки стабильности генома самцов на основе микроядерного теста, позволяющий ускоренно создавать популяции кроликов породы белый великан с учетом их воспроизводительной способности и геномной стабильности. Микроядерный тест проводили микроскопическим анализом мазков крови (кровь: физраствор — 1:1 соответственно). Перед окраской мазки крови фиксировали в метиловом спирте. Краситель — готовый раствор Романовского-Гимзе. Препараты исследовали по частоте встречаемости эритроцитов с микроядрами (ЭМЯ) под микроскопом Micros Austria pD 2385 (увеличение 1000 раз). Подсчитывали микроядра в 3000 эритроцитах и выражали в промилле (‰). Данные цитогенетического теста крови самцов сопоставляли с их воспроизводительными качествами, оцененными по показателям (гол.): случено крольчих; пропустовало самок, оплодотворено самок, плодовитость, выращено крольчат к отсадке. Анализ цитогенетической характеристики самцов показал, что частота встречаемости эритроцитов с микроядрами колебалась в пределах 0,2...1,8 ‰ (в среднем $0,88 \pm 0,09$ ‰). Данные показатели находились в пределах нормы для использования самцов в воспроизводстве (не более 2 ‰ для сельскохозяйственных животных).

Ключевые слова: кролик, селекция, белый великан, самцы, стабильность генома, микроядерный тест, воспроизводительная способность, оплодотворяемость крольчих, плодовитость, выращено крольчат к отсадке.

G.Yu. Kosovskiy, *Grand PhD in Biological sciences, Professor of the RAS*

T.K. Karelina, *PhD in Agricultural sciences*

E.A. Streltsova, *junior researcher*

T.V. Prokhorenko, *junior researcher*

Scientific Research Institute of Fur — Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding named after V.A. Afanas'ev
RF, 140143, Moskovskaya obl., Ramenskij r-n, pos. Rodniki, ul. Trudovaya, 6

E-mail: niipzk@mail.ru

STUDYING OF THE STABILITY GENOME OF THE WHITE GIANT BREED OF A BUCK RABBITS IN BREEDING WORK

This article presents the method of buck genome stability evaluation based on micronucleus assay. This method was used in rabbits breeding for the first time. It allows to find opportunities for accelerated creation of White Giant rabbits population according to their reproductive ability and genomic stability. The micronucleus test was performed by microscopic examination of blood films (blood: normal saline — 1:1, respectively). Before staining blood films were fixed in methyl alcohol. The dye is a ready-made solution of Romanovsky-Giemsa. The preparations were examined according to the frequency of erythrocytes occurrence with microkernel (EMN) under a Micros Austria pD 2385 microscope (magnification 1000 times). Microkernel were counted in 3000 erythrocytes and expressed in ppm (‰). Analysis of the White Giant bucks' cytogenetic characteristics showed that the frequency of red blood cells with micronuclei occurrence ranged from 0.2-1.8 ‰, with an average of 0.88 ± 0.09 ‰. These indicators fell within the normal range for the bucks used in reproduction (not exceeding 2 ‰ for farm animals).

Key words: rabbit, breeding, White Giant, bucks, genome stability, micronucleus assay, reproductive ability, fertilization, fertility, kits reared for separating.

Для поддержания и улучшения желательных признаков породы необходимо постоянно вести работу по ее совершенствованию, разрабатывая новые методы оценки самцов по продуктивным качествам. [6]

В связи с широким использованием в селекционных работах и воспроизводстве высокопродуктивных особей и генетического материала, полученного от них, особенно важно контролировать стабильность генетического аппарата животных, нарушение ко-

торой может иметь как генетическую, так и паратипическую обусловленность. [2, 7] Повышенный уровень частоты встречаемости клеток с цитогенетическими аномалиями в периферической крови статистически достоверно коррелирует с репродуктивными нарушениями. [1] Показатель такой нестабильности — частота встречаемости эритроцитов с микроядрами. [3, 5]

Микроядра — патологическая структура, их образование связано с хромосомной нестабильностью,

представляют собой фрагменты ядра в эукариотических клетках, которые не содержат полного генома, необходимого для ее выживания. [5] Подсчет клеток с микроядрами — обобщенный показатель разных компонентов мутационных спектров как геномных мутаций (изменение числа хромосом, не связанных с повреждением ДНК молекул), так и других типов, в основе которых — двухцепочечные разрывы ДНК. [4] Поэтому в целях контроля стабильности генетического аппарата у разных видов животных микроядерный тест должен широко распространяться.

В кролиководстве недостаточно литературных источников по использованию микроядерного теста для цитогенетической характеристики и ее связи с воспроизводством самок и самцов.

Цель работы — изучение стабильности генома самцов кроликов породы *белый великан* и сопоставление полученных данных с их воспроизводительными качествами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в ФГБНУ НИИПЗК на поголовье кроликов породы *белый великан* в условиях шедовой системы. Кормление, содержание и ветеринарное обеспечение соответствовало общепринятым в отделе экспериментального кролиководства.

Для цитогенетической характеристики ежегодно в течение двух лет исследовали мазки периферической крови микроядерным тестом 14 самцов.

Микроядерный тест проводили микроскопическим анализом мазков крови (кровь: физраствор — 1:1 соответственно). Перед окраской мазки крови фиксировали в метиловом спирте. Краситель — готовый раствор Романовского-Гимзе. Препараты исследовали по частоте встречаемости эритроцитов с микроядрами (ЭМЯ) под микроскопом Micros Austria pD 2385 (увеличение 1000 раз). Подсчитывали микроядра в 3000 эритроцитах и выражали в промилле (‰).

Данные цитогенетического теста крови самцов сопоставляли с их воспроизводительными качествами, оцененными по показателям (гол.): случено крольчих; пропустовало самок, оплодотворено самок, плодовитость, выращено крольчат к отсадке.

Статистическую обработку результатов выполняли на компьютерной программе Microsoft Excel и с помощью критерия Стьюдента. [8]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ цитогенетической характеристики самцов кроликов породы *белый великан* и их воспроизводительных качеств представлен в таблице 1.

Частота встречаемости эритроцитов с микроядрами оказалась характеристикой оцениваемых самцов кроликов породы *белый великан* (0,2...1,8 ‰). По результатам цитогенетических данных по годам достоверных различий не обнаружено, но во второй год эксперимента у самцов уменьшается частота встречаемости эритроцитов с микроядрами ($1,01 \pm 0,1...0,75 \pm 0,1$ ‰). Средняя величина этого показателя за два года — $0,88 \pm 0,09$ ‰, что в пределах нормы (не более 2 ‰) у сельскохозяйственных животных для использования самцов в воспроизводстве (рис. 1-3, 3-я стр. обл.).

Оплодотворяющей способностью (100 %) характеризовались самцы: 2047/1553/271, 1819/2968, 2147/1189/10402, 609/381/2246, 618/1254/6221, 32/169/2590, 272/1705/96, 1319/2362.

Средние продуктивные показатели самок (гол.): плодовитость — $10,0 \pm 0,5$; $9,6 \pm 0,6$; $9,8 \pm 1,0$; $9,0 \pm 1,0$; $9,0 \pm 0,96$; $7,6 \pm 0,80$; $7,2 \pm 0,9$; $7,0 \pm 0,74$; выращено крольчат к отсадке — $7,3 \pm 0,6$; $7,7 \pm 0,5$; $6,7 \pm 0,8$; $6,4 \pm 0,8$; $5,5 \pm 0,7$; $5,8 \pm 0,7$; $5,8 \pm 0,5$; $5,8 \pm 0,5$ соответственно.

У самцов 610/220/6221 и 594/943/2362 продуктивность самок: плодовитость — $9,1 \pm 1,15$; $8,9 \pm 0,59$; выращено крольчат к отсадке — $6,5 \pm 1,0$; $6,4 \pm 0,8$ соответственно; оплодотворяющая способность крольчих одинаковая — 90,9 %.

Таблица 1.

Воспроизводительная способность самцов основного стада

№ самца	Случено крольчих	Пропустовало	Оплодотворяемость, %	Плодовитость, гол.	Выращено крольчат к отсадке, гол.	Количество эритроцитов с микроядрами по годам, ‰	
	гол.					первый год	второй год
2047/1553	10	—	100,0	$10,0 \pm 0,5$	$7,3 \pm 0,6$	1,09	0,9
1819/2968	10	—	100,0	$9,6 \pm 0,6$	$7,7 \pm 0,5$	1,8	
2147/1189	10	—	100,0	$9,8 \pm 1,0$	$6,7 \pm 0,8$	0,66	1,0
609/381	8	—	100,0	$9,0 \pm 1,00$	$6,4 \pm 0,8$	0,2	1,1
32/169	11	—	100,0	$9,0 \pm 1,0$	$5,5 \pm 0,7$	0,47	0,7
618/1254	10	—	100,0	$7,6 \pm 0,8$	$5,8 \pm 0,7$	0,60	0,5
1319/10	11	—	100,0	$7,2 \pm 0,9$	$5,8 \pm 0,5$	0,53	0,8
272/1705	10	—	100,0	$7,0 \pm 0,7$	$5,8 \pm 0,5$	0,56	0,8
610/220	11	1	90,9	$9,1 \pm 1,1$	$6,5 \pm 1,0$	0,26	0,6
594/943	11	1	90,9	$8,9 \pm 0,6$	$6,4 \pm 0,8$	0,6	1,0
847/169	8	1	87,5	$7,6 \pm 1,2$	$3,7 \pm 0,8$	0,78	1,2
427/359	11	2	81,8	$9,6 \pm 0,7$	$5,5 \pm 0,6$	0,4	1,0
1184/125	12	3	75,0	$7,9 \pm 1,1$	$4,7 \pm 0,6$	1,8	
14/609	12	7	41,7	$7,4 \pm 1,7$	$5,0 \pm 1,2$	0,72	1,0

Самцы 427/359/271 и 847/169/2590 обладают более низкой оплодотворяющей способностью крольчих — 81,8, 87,5 %; плодовитостью — $9,6 \pm 0,67$; $7,6 \pm 1,21$; $7,9 \pm 1,15$; выращено крольчат к отсадке — $5,5 \pm 0,6$; $3,7 \pm 0,8$; $4,7 \pm 0,6$ соответственно.

Самые низкие показатели воспроизводительной способности у самцов: 1184/125/2968 — 75,0 %, $7,9 \pm 1,15$, $4,7 \pm 0,6$; и 14/609/2246 — 41,7 %; $7,4 \pm 1,72$; $5,0 \pm 1,2$ соответственно.

Чтобы оценить возможное влияние генетической компоненты на изменчивость результатов микроядерного теста в эритроцитах, мы сравнили частоту встречаемости эритроцитов с микроядрами и показатели воспроизводительной способности. Для этого полученные данные распределили по группам: высокая, средняя, низкая (оплодотворяемость, количество выращенных крольчат к отсадке, частота встречаемости эритроцитов с микроядрами); высокая, средняя (плодовитость).

Таблица 2.
Оценка показателей воспроизводительной способности и частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами самцов

Группа	Оплодотворяе- мость, %	Плодовитость, гол.	Выращено крольчат к отсадке, гол.	Количество эритроцитов с микроядрами, ‰
		M±m		
Оплодотворяемость				
Высокая	100,0	8,6±0,4	6,4±0,3	0,74±0,17
Средняя	87,8	8,8±0,4	5,5±0,6	0,51±0,11
Низкая	58,3	7,6±0,2	4,8±0,1	1,26±0,5
Плодовитость				
Высокая	95,4	9,4±0,1	6,5±0,3	0,60±0,12
Средняя	84,0	7,4±0,1	5,1±0,3	0,83±0,2
Выращено крольчат к отсадке				
Высокая	97,0	9,4±0,2	6,8±0,2	0,77±0,24
Средняя	100,0	7,7±0,4	5,7±0,1	0,54±0,03
Низкая	71,5	8,1±0,5	4,7±0,4	0,92±0,3
Частота встречаемости микроядер				
Низкая	98,5	8,3±0,5	6,1±0,3	0,72±0,06
Средняя	83,6	8,7±0,4	5,6±0,5	1,05±0,03**
Высокая	87,5	8,7±0,8	6,2±1,5	1,8±0,0***

Примечание. ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Таблица 3.
Отбор самцов по воспроизводительной способности и частоте встречаемости эритроцитов с микроядрами

Количество самцов, гол.	Оплодотворяемость, %	Плодовитость, гол.	Выращено крольчат к отсадке, гол.	Количество эритроцитов с микроядрами, %	
				первый год	второй год
		M±m			
Селекционная группа					
5	100	9,5±0,2	6,7±0,4	0,84±0,28	1,1±0,19
Пользовательное стадо					
7	93,0	8,1±0,4	5,6±0,3	0,53±0,06	0,84±0,09
Выбраковка					
2	58,3	7,6±0,2	4,8±0,1	1,26±0,5	1,4±0,4

Результаты микроядерного теста по всем показателям продуктивности в пределах нормы (не более 2 ‰), что характеризует стабильность хромосомного аппарата животных, но существуют внутригрупповые отличия между средними значениями.

Так, в группе с низкой оплодотворяемостью прослеживается тенденция повышенной частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами — $1,26 \pm 0,5$ в сравнении с высокой ($0,74 \pm 0,17$) и средней ($0,51 \pm 0,11$), но достоверных отличий нет (табл. 2).

В группах наблюдается достоверная разница характеристик частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами высокой со средней и низкой ($p < 0,001$), а также средней с низкой ($p < 0,01$). Показатели продуктивности в этих группах соответствуют заданным параметрам селекционной работы с кроликами породы *белый великан*: средняя плодовитость — не менее 8,0; выход крольчат к отсадке — не менее 6,0 гол.

В селекционную группу отобрали пять высокопродуктивных самцов со 100,0 % оплодотворяющей способностью крольчих, высокой плодовитостью ($9,5 \pm 0,2$) и количеством выращенных крольчат к отсадке ($6,7 \pm 0,4$), частота встречаемости эритроцитов с микроядрами — $1,1 \pm 0,19$ ‰ (табл. 3). В группу основного стада отнесли семь самцов со средними продуктивными показателями: 93,00 %, $8,1 \pm 0,4$, $5,6 \pm 0,3$, $0,84 \pm 0,09$ ‰ соответственно. Выбраковали двух низкопродуктивных самцов с оплодотворяющей способностью крольчих — 58,3 %, плодовитостью — $7,6 \pm 0,2$, количеством выращенных крольчат к отсадке — $4,8 \pm 0,1$. При этом у низкопродуктивных самцов была повышенная частота встречаемости эритроцитов с микроядрами ($1,4 \pm 0,4$ ‰) при средней величине $0,75 \pm 0,1$ ‰ ($0,2...1,8$ ‰) за 2020 год (второй год эксперимента).

Отбор самцов с контролем по микроядерному тесту относительной стабильности генома в комплексе с оценкой воспроизводительных качеств будет способствовать успешной селекции при создании популяции кроликов породы *белый великан*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Глазко, Т.Т. Частоты встречаемости цитогенетических аномалий в клетках крови крупного рогатого скота / Т.Т. Глазко, С.Е. Дубицкий, Г.Ю. Косовский // Сельскохозяйственная биология. — 2007. — № 6. — С. 58–63.
2. Глазко, Т.Т. Генотипические и паратипические факторы, влияющие на результаты микроядерного теста / Т.Т. Глазко, Ю.А. Столповский, В.И. Глазко // Сельскохозяйственная биология. — 2010. — № 6. — С. 30–34.
3. Зыбайлов, Б.Л. Геномная нестабильность и неканонические структуры ДНК / Б.Л. Зыбайлов, В.И. Глазко // Известия ТСХА. — 2012. — Вып. 5. — С. 108–122.
4. Ильин, Д.А. Аспекты формирования микроядер в лимфоцитах / Д.А. Ильин // Естествознание и гуманизм: сб. науч. работ. — Томск. — 2008. — № 4. — Т. 3. — С. 20–22.
5. Ильинских, Н.Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность / Н.Н. Ильинских, И.Н. Ильинских, В.В. Новицкий, Н.Н. Ванчугова // Томск: Изд-во Томского университета, 1992. — С. 272.
6. Карелина, Т.К. Оценка самцов создаваемого внутрипородного типа кроликов породы *белый великан*.

- кан / Т.К. Карелина, Д.В. Попов, Е.А. Стрельцова, Т.В. Прохоренко // Кролиководство и звероводство. — 2020. — № 6. — С. 30–38.
7. Косовский, Г.Ю. Клеточные и геномные технологии в повышении эффективности животноводства / Г.Ю. Косовский // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — Щелково, 2014. — С. 52.
 8. Соболев, А.Д. Основы вариационной статистики / А.Д. Соболев // Учебное пособие. — М.: ФГОУ ВПО МГПВМиБ, 2006. — С. 110.
 3. Zybajlov, B.L. Genomnaya nestabil'nost' i nekanonicheskie struktury DNK / B.L. Zybajlov, V.I. Glazko // Izvestiya TSKHA. — 2012. — Vyp. 5. — S. 108–122.
 4. Il'in, D.A. Aspekty formirovaniya mikroyader v limfocitah / D.A. Il'in // Estestvoznaniye i gumanizm: sb. nauch. rabot. — Tomsk. — 2008. — № 4. — T. 3. — S. 20–22.
 5. Il'inskih, N.N. Mikroyadernyy analiz i citogeneticheskaya nestabil'nost' / N.N. Il'inskih, I.N. Il'inskih, V.V. Novickij, N.N. Vanchugova // Tomsk: Izd-vo Tomskogo universiteta, 1992. — S. 272.
 6. Karelina, T.K. Ocenka samcov sozdavaemogo vnutripodnogo tipa krolikov породы belyj velikan / T.K. Karelina, D.V. Popov, E.A. Strel'cova, T.V. Prohorenko // Krolikovodstvo i zverovodstvo. — 2020. — № 6. — S. 30–38.
 7. Kosovskij, G.Yu. Kletochnye i genomnye tekhnologii v povyshenii effektivnosti zhivotnovodstva / G.Yu. Kosovskij // Avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. — Shchelkovo, 2014. — S. 52.
 8. Sobolev, A.D. Osnovy variacionnoy statistiki / A.D. Sobolev // Uchebnoye posobie. — M.: FGOU VPO MGPVМиБ, 2006. — S. 110.

LIST OF SOURCES

1. Glazko, T.T. Chastoty vstrechaemosti citogeneticheskikh anomalij v kletkah krovi krupnogo rogatogo skota / T.T. Glazko, S.E. Dubickij, G.Yu. Kosovskij // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 2007. — № 6. — S. 58–63.
2. Glazko, T.T. Genotipicheskie i paratipicheskie faktory, vliyayushchie na rezul'taty mikroyadernogo testa / T.T. Glazko, Yu.A. Stolpovskij, V.I. Glazko // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 2010. — № 6. — S. 30–34.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

П.И. Гринев, доктор технических наук

Т.Т. Гринева, кандидат технических наук

ИМЖ — филиал Федерального агроинженерного центра ВИМ

РФ, 108823, г. Москва, поселение Рязановское, пос. Знамя Октября, 31

E-mail: opkb00@mail.ru

УДК 631.86

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/76-80

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА
БИОТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НАВОЗА

Увеличение поголовья свиней и изменение их системы содержания привели к росту количества жидкого навоза как в России, так и во всем мире. Наибольшие сложности возникают при утилизации навоза влажностью 92–97 %. Все известные технологии подготовки к использованию жидкого навоза имеют низкие технико-экономические показатели из-за высоких затрат на строительство сооружений, приобретение и эксплуатацию оборудования, низкое качество получаемых органических удобрений. Повысить эффективность утилизации такого навоза возможно, совершенствуя технологию биотермической стабилизации, основанную на регулируемом насыщении его кислородом воздуха. Результаты предварительных испытаний показали, что интенсивность процесса, в значительной мере, определяется гранулометрическим составом исходного материала. Математическая модель процесса биотермической стабилизации навоза представлена в виде системы дифференциальных уравнений и описывает изменение во времени четырех основных параметров (температура обрабатываемого навоза, концентрация субстрата, термофильные микроорганизмы и кислород в обработанном навозе). Установлено, что с увеличением влажности исходного навоза от 90 до 96 % интенсивность распада беззольного вещества уменьшается, максимальная температура снижается с 70 до 51 °С, время экспозиции увеличивается от 8 до 14 дн. Наиболее стабильно процесс распада беззольного вещества протекает при влажности исходного навоза 92 %, максимальная температура в навозе, обработанном на механическом измельчителе и аппарате вихревого слоя, превышает 70 °С и достигается на третьи сутки. Применение для предварительной обработки навоза только механического измельчителя нецелесообразно ввиду незначительного влияния на интенсивность процесса биотермической стабилизации.

Ключевые слова: аппарат вихревого слоя, механическое измельчение, температура и влажность навоза.

P.I. Gridnev, *Grand PhD in Engineering sciences*T.T. Gridneva, *PhD in Engineering sciences*

IMJ-filial of the Federal Agroengineering Center VIM

RF, 108823, g. Moskva, poselenie Ryazanovskoe, pos. Znamya Oktyabrya, 31

E-mail: opkb00@mail.ru

INTENSIFICATION OF BIOMETRIC MANURE STABILIZATION PROCESS

An increase in pig livestock and their housing system's changing led to the liquid manure amount increasing, both in Russia and around the world. The greatest difficulties arise at disposal manure with moisture content of 92–97 %. All of well-known technologies of liquid

manure preparation for using have low technical and economic indicators due to high costs for structures construction, purchasing and equipments operating and low quality obtained organic fertilizers. It is possible to increase efficiency of such manure disposal improving by the biothermal stabilization technology improving, based on the liquid manure saturation with oxygen from the air. The results of the pre-tests had showed that process intensity is largely determined by the initial manure's granulometric composition. The mathematical model of a manure biothermal stabilization process is presented in the form of differential equations system and it describes in time four main changing parameters: treated manure's temperature, substrate's concentrations, thermophilic microorganisms and oxygen in treated manure. It was found that with increase in the manure moisture content from 90 to 96% increasing ash-free substance decomposition intensity decreases, the maximum temperature reduces from 70 to 51°C and the exposure time is increased from 8 to 14 days. The most stable a decomposition process of ash-free substance occurs at initial manure humidity of 92 %, when the maximum temperature in the manure processed on a mechanical shredder and apparatus of vortex layer of more than 70°C and it is reached on the third day. Applying only mechanical shredder for manure pretreatment is impractical due to the insignificant of this type of treatments influence on the biothermal stabilization process intensity.

Key words: apparatus of vortex layer, mechanical grinding, manure's temperature and humidity.

Известно, что хранение навоза в больших объемах на территориях, прилегающих к свиноводческим объектам, вредит окружающей среде зловонными запахами, загрязнением грунтовых вод, требует больших площадей и затрат на его утилизацию.

Значительно повысить эффективность обеззараживания полужидкого навоза возможно путем совершенствования технологии биотермической стабилизации, основанной на регулируемом его насыщении кислородом воздуха. [2, 4, 7] Сущность процесса биотермической стабилизации навоза заключается в следующем. Под действием микроорганизмов, в присутствии кислорода, происходит биохимическое разложение органических веществ, содержащихся в навозе. Органическое вещество навоза служит субстратом для микроорганизмов. Часть субстрата используется на строительство новых клеток микроорганизмов, другая, путем последовательных реакций, превращается в углекислый газ и воду, причем этот процесс носит экзотермический характер. Навоз при достаточном количестве органического вещества и кислорода может разогреваться до 55...70°C. При этом происходит обеззараживание его от гельминтов, болезнетворных микроорганизмов и патогенной микрофлоры, удобрительные свойства не ухудшаются. [5, 6]

Анализ литературных источников [2, 8, 11] и результаты предварительных испытаний [4, 7] показали, что интенсивность процесса биотермической стабилизации навоза в значительной мере определяется гранулометрическим составом исходного материала. Как правило, в навозе, особенно крупного рогатого скота, имеются включения размером более 7 мм, а содержание частиц размером от 1 до 2 мм не превышает 9,0 %. Все это значительно усложняет выполнение технологических требований по равномерному насыщению навоза кислородом воздуха, резко снижает поверхность окисления, а следовательно, и интенсивность распада беззольного вещества.

Математическая модель процесса биотермической стабилизации навоза может быть представлена в виде системы дифференциальных уравнений, описывающих изменение во времени четырех основных параметров: T — температуры обрабатываемого навоза; S — концентрации субстрата в обработанном навозе; X — концентрации термофильных микроорганизмов в обработанном навозе; O_2 — концентрации кислорода. [4, 11]

$$\left. \begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \frac{Q}{V}(S_0 - S) - \frac{dS'}{dt} \\ \frac{dX}{dt} &= \frac{Q}{V}(X_0 - X) + \frac{dX'}{dt} - K_d X \\ \frac{dT}{dt} + \alpha T + \frac{\Delta H_u H(T_{in}) \rho_a Q_a}{\rho_w C_w V} &= \frac{\Delta H_r dS'}{\rho_w C_w dt} + \alpha T_{in} + \\ &+ \frac{\Delta H_u H(T_{in}) \rho_a Q_a}{\rho_w C_w V} + \frac{Q \Delta T}{V} \\ \frac{dO_2}{dt} &= \frac{(\rho O_2) T_{eff} Q_a}{V} - \left(\frac{adS'}{dt} + bx \right) \end{aligned} \right\} (1)$$

где S и S_0 — концентрация субстрата соответственно в обработанном и исходном навозе, кг/м³;

$\frac{dS'}{dt}$ — количество субстрата, разлагаемого в системе за единицу времени, кг/(м³ ч);

Q — поток навоза, м³/ч;

V — полезный объем танка для биотермической стабилизации навоза, м³;

X и X_0 — концентрация термофильных микроорганизмов в обработанном и исходном навозе соответственно, кг/м³;

$\frac{dX'}{dt}$ — скорость роста термофильных микроорганизмов в системе переработки навоза, кг/(м³ ч);

K_d — константа эндогенного дыхания, ед./ч;

T и T_{in} — температура перерабатываемого навоза в танке и окружающей среды соответственно, °C;

ΔH_u — удельная теплота парообразования, КДж/кг;

$H(T_{in})$ — абсолютная влажность выходящего из танка воздуха, кг/кг;

ρ_a и ρ_w — плотность воздуха и навоза соответственно, кг/м³;

Q_a — расход воздуха, м³/ч;

C_w — теплоемкость навоза, КДж/кг °C;

O_2 — концентрация кислорода, кг/м³;

a — количество кислорода, необходимое для окисления единицы субстрата, кг;

b — количество кислорода, требуемое для эндогенного дыхания микроорганизмов, кг;

ρO_2 — плотность кислорода, кг/м³;

T_{eff} — коэффициент переноса (использования) кислорода.

Для решения системы (1) необходимо знать зависимость скорости от времени разложения субстрата и роста температуры перерабатываемого

Изменение фракционного состава навоза крупного рогатого скота при обработке на измельчителе органических включений

Влажность исходного навоза	Производительность, т/ч	Фракционный состав, %						
		более 10 мм	7...10 мм	5...7 мм	3...5 мм	2...3 мм	1...2 мм	0,5...1 мм
91,5	0	0,1	0,4	1,1	2,7	4,2	7,4	84,1
91,5	5	—	—	0,7	2,1	2,0	6,4	88,8
91,5	10	—	—	0,8	2,4	3,1	8,4	85,3
91,5	15	—	—	0,8	3,0	4,0	8,1	84,1
94,0	0	0,1	0,1	0,3	2,8	3,4	5,8	87,5
94,0	10	—	—	—	1,7	1,7	5,1	91,5
94,0	15	—	—	—	1,5	1,1	5,3	92,1
94,0	20	—	—	—	1,9	1,8	5,3	90,9
96,0	0	0,1	0,3	0,4	2,9	4,1	6,7	85,5
96,0	15	—	—	—	2,8	3,6	6,0	87,6
96,0	30	—	—	—	1,4	3,0	6,7	88,9
96,0	40	—	—	—	2,0	2,0	4,2	91,7
96,0	50	—	0,1	0,1	1,8	4,1	6,3	87,6
98,0	0	0,1	0,2	0,8	2,4	5,1	6,3	85,1
98,0	20	—	—	0,9	2,8	3,8	6,1	86,4
98,0	30	—	—	0,7	2,1	3,4	6,9	89,6
98,0	40	—	—	0,5	1,5	4,1	6,2	87,7
98,0	50	—	0,1	0,3	0,8	4,0	6,3	88,5
98,0	60	—	0,1	0,3	2,4	5,0	6,7	85,5

навоза при различных режимах работы. В результате предварительных исследований установлено, что интенсифицировать процесс биотермической стабилизации навоза возможно путем предварительной обработки исходного материала на механическом измельчителе органических включений и в аппаратах вихревого слоя. При этом в несколько раз возрастает содержание в навозе частиц размером менее 1 мм и увеличивается поверхность окисления. Воздействие магнитного поля при обработке исходного навоза в аппаратах вихревого слоя способствует интенсификации процесса биохимического окисления. [1-3, 8-10]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования — навоз крупного рогатого скота влажностью 91,5 ... 98 %. Перед биотермической стабилизацией навоз обрабатывали на механическом измельчителе органических включений и аппарате вихревого слоя АВС-150 с диаметром рабочей камеры 136 мм, внутренним радиусом расточки индуктора 150 мм. Производительность обработки рассчитывали по времени выгрузки требуемого объема из мерного резервуара. Определяли влажность навоза по ГОСТ 26713-85, потребляемую мощность электроприводами — ГОСТ 9999-94 (МЭК 258-68), гранулометрический состав навоза — ситовым методом ГОСТ 12536-79, температуру навоза в камере стабилизации измеряли жидкостным стеклянным термометром расширения. Обрабатывали экспериментальные данные методом дисперсионного и регрессионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее эффективно процесс диспергирования органических включений при обработке на механическом измельчителе происходит при влажности исходного навоза более 94 % (см. таблицу). Для каждого значения влажности может быть определе-

на предельная производительность, при которой в обработанном навозе не будут содержаться частицы размером более 5 мм. Во всех исследованных режимах содержание частиц размером менее 1 мм повышается. Максимального значения данный показатель достигает при обработке навоза влажностью 94 %, производительностью 15 т/ч. С повышением влажности производительность установки для механического измельчения органических включений возрастает, однако содержание частиц размером менее 1 мм в обработанном навозе несколько снижается: с 92,1 % при влажности 94 % до 87,7 % при 98 %. Объясняется это увеличением скорости дви-

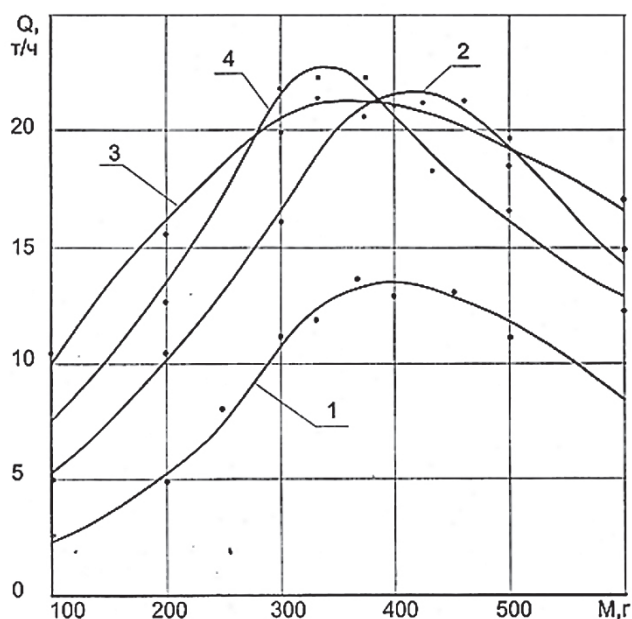


Рис. 1. Влияние массы ферромагнитных элементов на производительность обработки навоза в аппаратах вихревого слоя (диаметр ферромагнитных элементов 1,6 мм, влажность навоза $W = 96\%$)
1 — $l/d = 12$; 2 — $l/d = 14$; 3 — $l/d = 16$; 4 — $l/d = 18$.

жения обрабатываемого навоза через рабочую зону измельчителя.

Анализ литературных источников показал, что эффективность процесса диспергирования навоза при обработке в аппаратах вихревого слоя в значительной мере зависит от массы ферромагнитных элементов, загруженных в рабочую камеру аппарата, их геометрических размеров, соотношения диаметров и длины. [8-10] Если соблюдены требования по степени диспергирования, наибольшая производительность при обработке навоза КРС влажностью 96 % достигается при соотношении l/d равном 18, диаметре ферромагнитных элементов 1,6 мм, массе ферромагнитных элементов, загруженных в рабочую камеру 340...350 г (рис. 1.).

Эффективность диспергирования навоза в аппаратах вихревого слоя достигается при соотношении l/d равном 18 и зависит от выбранного диаметра элементов и влажности навоза (рис. 2). Максимальное диспергирование навоза (содержание частиц размером менее 1 мм) отмечается при влажности 94 % и диаметре элементов 1,5 мм. С изменением влажности исходного навоза от 92 до 96 % требуемый диаметр ферромагнитных элементов изменяется с 1,5 до 1,7 мм. Для определения эффективности диспергирования навоза в зависимости от диаметра использованных ферромагнитных элементов предложены эмпирические зависимости при влажности исходного навоза:

$$W_1 = 92 \% \\ E_1 = -149,065d^5 + 1293,18d^4 - 4389,21d^3 + 7195,68d^2 - 5620,35d + 1722,75; \quad (2)$$

$$W_2 = 94 \% \\ E_2 = -279,115d^5 + 2203,55d^4 - 6756,72d^3 + 9944d^2 + 6920,41d + 1870,67; \quad (3)$$

$$W_3 = 96 \% \\ E_3 = -495,005d^6 + 4739,66d^5 - 18599,5d^4 + 38247,4d^3 - 43464,8d^2 + 25924,2d - 6276,9. \quad (4)$$

С целью обоснования параметров процесса биотермической стабилизации навоза провели исследования по определению влияния влажности исходного навоза и характера предварительной его обработки на температуру в камере стабилизации (рис. 3, 4).

Наиболее интенсивно процесс проходил у навоза влажностью 92 %, максимальная температура разогрева на восьмые сутки – 70°C. При уменьшении влажности навоза на 2 % максимальная температура разогрева снижалась на 5°C, но была достигнута уже на четвертый день. Увеличение влажности навоза до 94 и 96 % приводит к дальнейшему снижению максимальной температуры разогрева соответственно до 61 и 51°C на десятый и четырнадцатый день.

Установлено, что с помощью измельчителя органических включений и аппарата вихревого слоя можно добиться температуры 70°C на третий день. При использовании только измельчителя температура 70°C достигается на шестой день, а при отсутствии предварительной обработки – на восьмой.

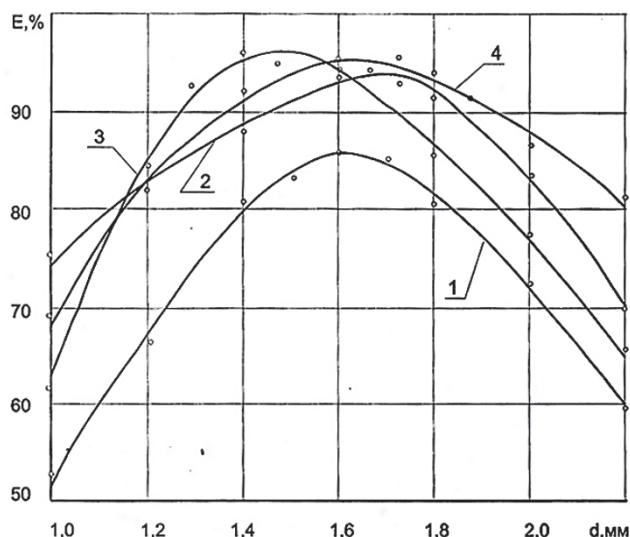


Рис. 2. Влияние диаметра ферромагнитных элементов на эффективность диспергирования навоза (соотношение $l/d = 18$, масса ферромагнитных элементов 350 г) 1 – W = 90 %; 2 – W = 92 %; 3 – W = 94 %; 4 – W = 96 %; E – содержание частиц размером менее 1,0 мм.

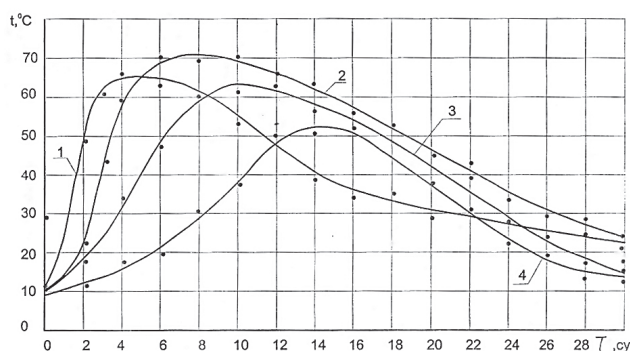


Рис. 3. Влияние продолжительности биотермической стабилизации на температуру обрабатываемого навоза 1 – W = 90 %; 2 – W = 92 %; 3 – W = 94 %; 4 – W = 96 %.

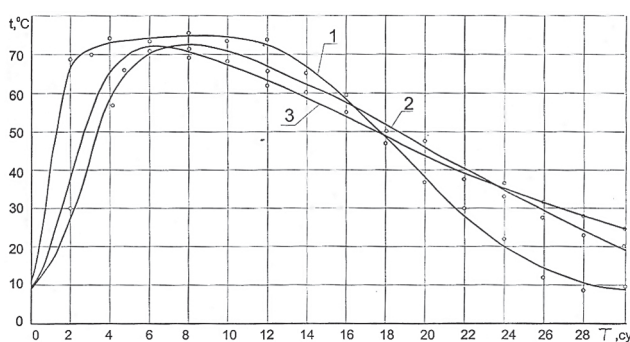


Рис. 4. Влияние продолжительности биотермической стабилизации на температуру обрабатываемого навоза (при различных способах предварительной обработки исходного навоза влажностью 92 %) 1 – измельчитель органических включений и аппарат вихревого слоя; 2 – без предварительной обработки; 3 – измельчитель органических включений.

Выводы. С увеличением влажности исходного навоза от 90 до 96 % интенсивность распада беззольного вещества (скорость изменения температуры в камере стабилизации) при равной относи-

тельной подаче воздуха (0,5 л/(мин/кг с.в.)) уменьшается.

Наиболее стабильно распад беззольного вещества протекает при влажности исходного навоза — 92 %, при этом создаются оптимальные условия для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, максимальная температура в обрабатываемом навозе превышает 70°C.

Предварительное диспергирование исходного навоза влажностью 92 % на механическом измельчителе и аппарате вихревого слоя позволяет интенсифицировать процесс распада беззольного вещества.

Применение для предварительной обработки навоза только механического измельчителя нецелесообразно ввиду незначительного влияния на интенсивность биотермической стабилизации.

Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований используются при проектировании линии биотермической стабилизации навоза и обосновании конструктивных параметров технологического оборудования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Адошев, А.И. Ферровихревой аппарат для обеззараживания жидкого свиного навоза: автореф. дис. ... канд. тех. наук / А.И. Адошев. — Ставрополь, 2011. — 19 с.
- Вершинин, Н.П. Проблемы нейтрализации негативного воздействия человека на природу Земли / Н.П. Вершинин, И.Н. Вершинин // Технологии и промышленные аппараты с нетрадиционным энергетическим обеспечением. Вопросы теории и практики. — Сальск-Москва, 2012. — 445 с.
- Войтович, В.А. Эффективность применения аппаратов вихревого слоя в процессах измельчения порошковых материалов / В.А. Войтович, Р.Р. Шварев, Е.А. Захарычев и др. // Новые огнеупоры. — 2017. — № 10. — С. 48–53.
- Гриднев, П.И. Теоретические основы процесса биотермической стабилизации навоза / П.И. Гриднев, Ю.В. Черняев // Совершенствование механизированных технологий уборки и переработки навоза. Сборник научных трудов ВНИИМЖ. — Подольск, 1993. — Т. 2. — С. 31–51.
- Гриднев, П.И. Ресурсосберегающие экологически безопасные системы утилизации навоза / П.И. Гриднев, Т.Т. Гриднева, Ю.Ю. Спотару // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 97 с.
- Ковалёв, Н.Г. Научное обеспечение развития экологически безопасных систем утилизации навоза / Н.Г. Ковалёв, П.И. Гриднев, Т.Т. Гриднева // Аграрная наука Евро-северо-востока. — 2016. — № 1. — С. 62–69.
- Лер, Р. Переработка и использование сельскохозяйственных отходов / Р. Лер. — М.: Колос, 1979. — 414 с.
- Логвиненко, Д.Д. Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем / Д.Д. Логвиненко, О.П. Шеяков. — Киев: Техника, 1976. — 142 с.
- Логвиненко, Д.Д. Интенсификация процессов получения мелкодисперсных суспензий в аппаратах с вихревым слоем / Д.Д. Логвиненко, О.П. Шеяков. — М.: ЦИНТИ Химнефтемаш, 1974. — 144 с.
- Мищенко, М.В. Активация технологических процессов обработки материалов в аппаратах с вращающимся электромагнитным полем / М.В. Мищенко, М.М. Боков, М.Е. Гришаев // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2–16. — С. 3508–3512; URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37809> (дата обращения: 17.03.2021).
- Романюк, В. Обработка навоза методом анаэробной и аэробной ферментации / В. Романюк // Научно-технический прогресс в инженерно-технической сфере АПК России. Мат. науч.-практ. конф. — М.: ГОСНИТИ, 1996. — 203 с.

LIST OF SOURCES

- Adoshev, A.I. Ferrovihrevoj apparat dlya obezzarazhivaniya zhidkogo svinogo navoza: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk / A.I. Adoshev. — Stavropol', 2011. — 19 s.
- Vershinin, N.P. Problemy nejtralizacii negativnogo vozdejstviya cheloveka na prirodu Zemli / N.P. Vershinin, I.N. Vershinin // Tekhnologii i promyshlennye apparaty s netradicionnym energeticheskim obespecheniem. Voprosy teorii i praktiki. — Sal'sk-Moskva, 2012. — 445 s.
- Vojtovich, V.A. Effektivnost' primeneniya apparatov vihrevogo sloya v processah izmel'cheniya poroshkovykh materialov / V.A. Vojtovich, R.R. Shvarev, E.A. Zaharychev i dr. // Novye ognepory. — 2017. — № 10. — С. 48–53.
- Gridnev, P.I. Teoreticheskie osnovy processa biotermicheskoj stabilizacii navoza / P.I. Gridnev, Yu.V. Chernyaev // Sovershenstvovanie mekhanizirovannykh tekhnologij uborki i pererabotki navoza. Sbornik nauchnykh trudov VNIIMZH. — Podol'sk, 1993. — T. 2. — S. 31–51.
- Gridnev, P.I. Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye sistemy utilizacii navoza / P.I. Gridnev, T.T. Gridneva, Yu.Yu. Spotaru // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 97 s.
- Kovalyov, N.G. Nauchnoe obespechenie razvitiya ekologicheski bezopasnykh sistem utilizacii navoza / N.G. Kovalyov, P.I. Gridnev, T.T. Gridneva // Agrarnaya nauka Evro-severo-vostoka. — 2016. — № 1. — S. 62–69.
- Ler, R. Pererabotka i ispol'zovanie sel'skhozajstvennykh othodov / R. Ler. — M.: Kolos, 1979. — 414 s.
- Logvinenko, D.D. Intensifikaciya tekhnologicheskikh processov v apparatah s vihrevym sloem / D.D. Logvinenko, O.P. Shelyakov. — Kiev: Tekhnika, 1976. — 142 s.
- Logvinenko, D.D. Intensifikaciya processov polucheniya melkodispersnykh suspensij v apparatah s vihrevym sloem / D.D. Logvinenko, O.P. Shelyakov. — M.: CINTI Himneftemash, 1974. — 144 s.
- Mishchenko, M.V. Aktivaciya tekhnologicheskikh processov obrabotki materialov v apparatah s vrashchayushchimsya elektromagnitnym polem / M.V. Mishchenko, M.M. Bokov, M.E. Grishaev // Fundamental'nye issledovaniya. — 2015. — № 2–16. — S. 3508–3512; URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37809> (data obrashcheniya: 17.03.2021).
- Romanyuk, V. Obrabotka navoza metodom anaerobnoj i aerobnoj fermentacii / V. Romanyuk // Nauchno-tekhnicheskij progress v inzhenerno-tekhnicheskoy sfere APK Rossii. Mat. nauch.-prakt. konf. — M.: GOSNITI, 1996. — 203 s.