

# ИЗВЕСТИЯ

ТИМИРЯЗЕВСКОЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
АКАДЕМИИ

Научно–теоретический журнал  
Российского государственного аграрного университета —  
МСХА имени К.А. Тимирязева

Сообщаются результаты экспериментальных, теоретических и методических исследований в различных областях сельскохозяйственной науки и практики, выполненных в разных природно–экономических зонах страны

Основан в 1878 году  
6 номеров в год

Выпуск

**4**

июль–август

Москва  
Издательство РГАУ-МСХА  
2022

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: д.с.-х.н., д.э.н., академик РАН, проф. **В.И. Трухачев**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.с.-х.н., профессор **С.Л. Белопухов**; профессор **Р. Валентини** (Италия);  
д.б.н., профессор **И.И. Васенев**; д.э.н., профессор **Р.С. Гайсин**;  
д.э.н., профессор **А.В. Голубев**; д.с.-х.н., профессор **С.А. Грикшас**;  
д.с.-х.н., профессор **Ж. Данаилов**; д.б.н., профессор **Ф.С. Джалилов**;  
профессор **Д.А. Джукич** (Сербия); д.с.-х.н., профессор, академик РАН **Н.Н. Дубенок**;  
д.в.н., профессор **Г.П. Дюльгер**; д.б.н., профессор **А.А. Иванов**;  
д.б.н., профессор, академик РАН **В.И. Кирюшин**; д.б.н., профессор **В.Н. Корзун** (Германия);  
д.в.н., профессор **Р.Т. Кузьмич** (Беларусь); д.б.н., профессор **Я.В. Кузяков** (Германия);  
д.с.-х.н., профессор **Н.Н. Лазарев**; д.с.-х.н., профессор **В.И. Леунов**;  
д.с.-х.н., профессор, академик РАН **В.М. Лукомец**;  
д.б.н., профессор, академик НАНУ и НААНУ **Д.А. Мельничук** (Украина);  
к.э.н., PhD MSU, **Р.А. Мигунов**; к.с.-х.н. **Г.Ф. Монахос**; д.с.-х.н., доцент **С.Г. Монахос**;  
д.б.н., профессор **В.Д. Наумов**; д.т.н., профессор, академик РАН **В.А. Панфилов**;  
д.б.н., профессор **С.Я. Попов**; д.х.н., профессор **Н.М. Пржевальский**;  
д.с.-х.н., профессор **А.К. Раджабов**; д.с.-х.н., профессор **Г.В. Родионов**;  
д.б.н., профессор **В.С. Рубец**; д.э.н., профессор, чл.-корр. РАН **Н.М. Светлов**;  
к.б.н., доцент **О.В. Селицкая**; д.б.н., профессор **А.А. Соловьев**;  
д.б.н., профессор **И.Г. Тараканов**; д.б.н., профессор **С.П. Торшин**;  
д.в.н., профессор **С.В. Федотов**; д.б.н., профессор **Л.И. Хрусталева**;  
д.с.-х.н., д.э.н., доцент **В.П. Чайка**; профессор **В.А. Черников**;  
д.т.н., профессор **И.Н. Шило** (Беларусь); д.с.-х.н., профессор **А.С. Шувариков**;  
д.с.-х.н., профессор, академик РАН **Ю.А. Юлдашбаев**

*Редакция*

Научный редактор – **Р.А. Мигунов**

Редактор – **В.И. Марковская**

Перевод на английский язык – **Н.А. Сергеева**

Компьютерная верстка – **А.С. Лаврова**

Журнал входит в перечень  
ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

Журнал включен в базу данных AGRIS  
и в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

Правила оформления научных статей для опубликования в журнале «Известия ТСХА»  
размещены в Интернете (<https://www.timacad.ru/about/struktura-universiteta/izdaniia/zhurnal-izvestiia-tskha>)

Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается

ISSN 0021-342X

# IZVESTIYA

of

Timiryazev Agricultural Academy

Scientific–theoretical Journal  
of Russian Timiryazev State Agrarian University

Results of experimental, theoretical and methodical investigations  
into different spheres of agricultural science and practice  
carried out in various natural–economic zones  
of the country are published in the journal

Founded in 1878  
6 issues per year

Issue

**4**

July–August

Moscow  
Publishing house of Russian Timiryazev State Agrarian University  
2022

EDITOR-IN-CHIEF: Prof. **Vladimir I. Trukhachev**, Dr. of Economics,  
Dr. of Agricultural sciences, Member of RAS

#### EDITORIAL BOARD

Prof. **Sergei L. Belopukhov**, DSc (Ag); **R. Valentini**, Professor Italy;  
Prof. **Ivan I. Vasenev**, DSc (Bio); Prof. **Rafkat S. Gaysin**, DSc (Econ);  
Prof. **Aleksei V. Golubev**, DSc (Econ); Prof. **S.A. Grikshas**, DSc (Ag);  
Prof. **Zh. Danailov**, DSc (Ag) Bulgaria; Prof. **F.S. Dzhaliyov**, DSc (Bio); Prof. **D.A. Djukic**, Serbia;  
Prof. **N.N. Dubenok**, DSc (Ag), Member of the Russian Academy of Sciences;  
Prof. **G.P. Dulger**, DSc (Vet); Prof. **A.A. Ivanov**, DSc (Bio);  
Prof. **V.I. Kiryushin**, DSc (Bio), Member of the Russian Academy of Sciences;  
Prof. **V.N. Korzun**, DSc (Bio), Germany; Prof. **R.T. Kuzmich**, DSc (Vet), Belarus;  
Prof. **Ya.V. Kuzyakov**, DSc (Bio), Germany; Prof. **N.N. Lazarev**, DSc (Ag); Prof. **V.I. Leunov**, DSc (Ag);  
Prof. **Vyacheslav M. Lukomets**, DSc (Ag), Member of the Russian Academy of Sciences;  
Prof. **D.A. Melnichuk**, DSc (Bio), Member of NASU and NAASU, Ukraine;  
**R.A. Migunov**, PhD (Econ), PhD MSU; **G.F. Monakhos**, PhD (Ag);  
Assoc. Prof. **S.G. Monakhos**, DSc (Ag); Prof. **V.D. Naumov**, DSc (Bio);  
Prof. **V.A. Panfilov**, DSc (Eng), Member of the Russian Academy of Sciences;  
Prof. **S.Ya. Popov**, DSc (Bio); Prof. **N.M. Przhivalskiy**, DSc (Chem);  
Prof. **A.K. Radzhabov**, DSc (Ag); Prof. **G.V. Rodionov**, DSc (Ag); Prof. **V.S. Rubets**, DSc (Bio);  
Prof. **N.M. Svetlov**, DSc (Econ), Corr. Member of the Russian Academy of Sciences;  
Assoc. Prof. **O.V. Selitskaya**, PhD (Bio); Prof. **Aleksandr A. Soloviev**, DSc (Bio);  
Prof. **I.G. Tarakanov**, DSc (Bio); Prof. **S.P. Torshin**, DSc (Bio); Prof. **S.V. Fedotov**, DSc (Vet);  
Prof. **Lyudmila I. Khrustaleva**, DSc (Bio); Assoc. Prof. **Valeriya P. Chayka**, DSc (Econ);  
Prof. **V.A. Chernikov**, DSc (Ag); Prof. **I.N. Shilo**, DSc (Eng), Belarus; Prof. **A.S. Shuvarikov**, DSc (Ag);  
Prof. **Yu.A. Yuldashbayev**, DSc (Econ), Member of RAS

#### EDITORIAL STAFF

Scientific editor – **R.A. Migunov**  
Editor – **V.I. Markovskaya**  
Translation into English – **N.A. Sergeeva**  
Computer design and making-up – **A.S. Lavrova**

The journal is included in the list of both leading scientific journals  
and publications under review of VAK (Higher Attestation Commission)

The journal is also included in both AGRIS database  
and in Russian index of scientific quoting (RINTS)

Rules of scientific articles typography for publishing in the journal “Izvestiya of TAA” are put on the internet  
at this address (<https://www.timacad.ru/about/struktura-universiteta/izdaniia/zhurnal-izvestiia-tskha>)

No fee is charged from postgraduates for publications

© Federal State Budget Establishment of Higher Education –  
Russian Timiryazev State Agrarian University, 2022

© Publishing House of Russian Timiryazev Agrarian University, 2022

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ  
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТЫХ  
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯА.Н. НАЛИУХИН<sup>1</sup>, С.П. БИЖАН<sup>2</sup>, Е.Н. СТАРОСТИНА<sup>2</sup><sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;  
<sup>2</sup> ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова)

*Ввиду важной роли микроэлементов в физиолого-биохимических процессах в растениях изучение новых видов микроудобрений представляет несомненный интерес как в теоретическом, так и в практическом плане. В статье приведены результаты применения микроудобрений в комплексе с минеральными удобрениями под озимую пшеницу сорта Московская 56 и яровой ячмень сорта НУР различной степени окультуренности, полученные в двух длительных полевых опытах на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве Московской области. Использование микроэлементного комплекса «Микроэл» на фоне органо-минеральной системы удобрения на хорошо окультуренной дерново-подзолистой почве повышало урожайность озимой пшеницы на 8%, ярового ячменя – на 9%, а использование микроудобрения «Аквамикс-т» повышало урожайность на 21 и 13% соответственно. Внесение цинковых микроудобрений на слабоокультуренной почве на фоне известкования при  $pH_{KCl}$  5,4 способствовало увеличению урожайности зерна озимой пшеницы на 10%, ярового ячменя – на 12% при урожайности на фоне NPK 59,0 и 44,2 ц/га соответственно. При комплексном применении макро- и микроудобрений достоверно повышаются показатели качества зерна: содержание белка, сырой клейковины, массы 1000 зерен.*

**Ключевые слова:** озимая пшеница, яровой ячмень, микроудобрения, урожайность, качество зерна, дерново-подзолистая почва.

**Введение**

Многочисленными исследованиями установлено, что недостаток микроэлементов отрицательно сказывается на росте и развитии растений, приводит к серьезным нарушениям физиологических функций: белкового и углеводного обмена, а также образования хлорофилла. Все это негативно отражается на продуктивности сельскохозяйственных культур и качестве растениеводческой продукции [4, 5, 14].

Интенсивная система земледелия, внесение высококонцентрированных безбалластных минеральных удобрений приводят к снижению доступных форм микроэлементов в почвах. Так, почвы Центрального региона России в настоящее время отличаются в основном слабой обеспеченностью микроэлементами, особенно подвижным цинком [10].

Повышение урожайности и качества продукции, как показали исследования в полевых опытах [1, 3, 6], достигается при сбалансированном питании растений макро- и микроэлементами. В последнее время достаточно популярным приемом стало

использование внекорневых обработок растений водными растворами комплексных удобрений [2, 13]. Препараты «Аквамикс-т» и «Микроэл» отличаются комплексом водорастворимых микроэлементов в хелатной форме. Преимуществом таких удобрений является возможность совмещения их с обработкой пестицидами [8, 9]. Однако эффективность применения удобрений в сочетании с микроэлементами в зависимости от агрохимических свойств дерново-подзолистой суглинистой почвы изучена недостаточно, тем более при возделывании сортов озимой пшеницы и ярового ячменя интенсивного типа в условиях длительных полевых опытов [11].

**Цель исследований:** определить эффективность микроэлементных комплексов «Микроэл» и «Аквамикс-т» при возделывании озимой пшеницы сорта Московская 56 и ярового ячменя сорта НУР в длительных стационарных опытах.

### Методика исследований

Исследования проводили в двух длительных полевых опытах, заложенных на ЦОС ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (Московская область, Домодедовский район) на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве.

Почвы отличаются по агрохимической окультуренности: хорошо окультуренная (опыт СШ-2) и слабоокультуренная (опыт СШ-27). Минеральные удобрения применяли ежегодно в форме аммиачной селитры, аммофоса и хлористого калия. Анализы почвы и растений проводили согласно ГОСТам: содержание общего азота в зерне и соломе по Кьельдалю, ГОСТ 13996.4–93; фосфора – по ГОСТ 26657–97, калия – согласно ГОСТ 30504–97. Содержание белка в зерне определяли по ГОСТ 10846–91; натурную массу зерна – по ГОСТ 10840–64; массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842–89; сумму поглощенных оснований (по Каппену) – по ГОСТ Р 50682–94; обменную кислотность – по ГОСТ Р 58594–2019;  $pH_{KCl}$  – согласно ГОСТ 26423–85; гидролитическую кислотность определяли по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91); подвижный цинк – по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50687–94); подвижный фосфор и калий (по Кирсанову) – по ГОСТ 54650–2011; подвижный алюминий – по ГОСТ 26485–86.

В качестве общего фона применяли средства защиты растений: гербициды, фунгициды, ретарданты.

Микроудобрение «Микроэл» содержит: Fe – 0,30%; В – 0,15%; Мо – 0,20%; MgO – 1,32%; Mn – 0,31%; Cu – 0,60%; Zn – 1,30%; Со – 0,08%, а также 0,006% никеля; 0,04% лития; 0,001% хрома; 0,009% селена; 0,4% азота и 0,03% калия. Микроэлементный комплекс «Аквамикс-т» содержит: Zn(ЭДТА) – 2,8%; Cu(ЭДТА) – 2,8%; В – 3,4%; Мо – 16,9%; Со – 2,1%. «Аквамикс-т» хорошо изучен на многолетних бобовых травах. На зерновых такие исследования не проводили [7].

На хорошо окультуренной почве (опыт СШ-2) применяли комплекс микроэлементов «Аквамикс-т» (0,120 кг/га) и «Микроэл» (0,2 л/га) для внекорневой подкормки в фазу трубкования растений озимой пшеницы и ярового ячменя при норме расхода рабочего раствора 150 л/га тракторным опрыскивателем. Во втором опыте (СШ-27) применяли цинковые микроудобрения в форме сернокислого цинка (5 кг/га ZnO) как основное удобрение совместно с минеральными удобрениями под предпосевную культивацию.

Схема севооборота для обеих опытов применялась одинаковая: горох на зеленую массу, озимая пшеница, яровой ячмень. Агротехника – общепринятая для Московской области. Дисперсионный анализ данных проводили по методике Б.А. Доспехова. Условия проведения опытов подробно представлены в работах [1, 3, 6].

## Результаты и их обсуждение

Окультуренная дерново-подзолистая почва (опыт СШ-2) в период изучения эффективности микроудобрений характеризовалась следующими агрохимическими свойствами:  $pH_{KCl} - 5,2-5,6$ ; гумус – 1,95–2,0% (по Тюрину); подвижные формы фосфора и калия – 212–228 мг/кг (по Кирсанову).

Урожайность и качество зерна озимой пшеницы и ярового ячменя зависели от погодных условий вегетационного периода и применяемых удобрений. Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений наблюдались в 2018 г., когда максимальная урожайность достигала 90 ц/га. В 2018–2020 гг. наименьшая урожайность озимой пшеницы (32,6 ц/га) и ярового ячменя (27,5 ц/га) формировалась в варианте без удобрений, в котором применяли только химические средства защиты растений (ХСЗР) (табл. 1).

Таблица 1

### Влияние микроэлементного комплекса «Микроэл» на урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от системы удобрения на дерново-подзолистой почве (2018–2020 гг.)

Вариант	Озимая пшеница ( $N_{120}P_{60}K_{120}$ )			Яровой ячмень ( $N_{60}P_{60}K_{140}$ )		
	урожай, ц/га	прибавка от Микроэла, ц/га	окупаемость 1 кг НРК зерном, кг	урожай, ц/га	прибавка от Микроэла, ц/га	окупаемость 1 кг НРК зерном, кг
Контроль (ХСЗР)	32,6	-	-	27,5	-	-
Фон 1 – МС	59,2	-	8,9	50,8	-	9,3
Фон 1 + «Микроэл»	62,4	3,2	10,0	53,1	2,3	10,2
Фон 2 – ОМС	60,9	-	9,5	51,5	-	10,0
Фон 2 + «Микроэл»	65,6	4,7	11,1	56,4	4,7	11,6
НСР <sub>05</sub>	3,0	-	-	2,1	-	-

*Примечание.* МС – минеральная система; ОМС – органо-минеральная система удобрения.

Минеральная система (МС) и органо-минеральная (ОМС) по своей эффективности были равными и обеспечивали прибавку урожая по сравнению с контролем: озимой пшеницы – на 80%; ярового ячменя – на 91%. Применение комплекса микроэлементов «Микроэл» способствовало дальнейшему повышению урожайности зерновых культур. На фоне минеральной системы удобрения повышалась урожайность: озимой пшеницы – на 5,5%, ярового ячменя – на 5,0%; на фоне органо-минеральной системы удобрения – на 7,8 и 9,1% соответственно. Максимальная урожайность (65,6 и 56,4 ц/га) формировалась при комплексном применении удобрений в сочетании с микроэлементами, что выше контроля в два раза.

В 2021 г. изучали эффективность комплекса микроэлементов «Аквамикс-т». В условиях неблагоприятного вегетационного периода, когда весной выпало избыточное количество осадков, а в фазы цветения и налива зерна они

практически отсутствовали в сочетании с высокой температурой воздуха (30–34 °С), максимальная урожайность составила: озимой пшеницы – 47,1 ц/га, ярового ячменя – 37,0 ц/га (табл. 2). При этом отмечалась также высокая эффективность минеральной и органоминеральной систем удобрения: прибавка в посевах озимой пшеницы составила 52 и 55%, в посевах ярового ячменя – 67% и 68% соответственно.

Таблица 2

**Влияние микроудобрения «Аквამикс-т» на урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от системы удобрения на дерново-подзолистой почве, 2021 г.**

Вариант	Озимая пшеница (N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> )			Яровой ячмень (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>140</sub> )		
	урожай, ц/га	прибавка от Аквამикс-т, ц/га	окупаемость 1 кг НРК зерном, кг	урожай, ц/га	прибавка от Аквამикс-т, ц/га	окупаемость 1 кг НРК зерном, кг
Контроль (ХСЗР)	25,3	-	-	19,3	-	-
Фон 1 – МС	38,4	-	4,4	32,5	-	5,3
Фон 1 + «Аквамикс»	45,3	6,9	6,6	36,8	4,2	7,0
Фон 2 – ОМС	39,0	-	4,6	33,6	-	6,0
Фон 2 + «Аквамикс»	47,1	8,1	7,3	37,0	4,4	7,1
НСР <sub>05</sub>	3,6	-	-	2,8	-	-

Относительно высокий эффект получен от применения комплекса микроэлементов «Аквамикс-т». Урожайность озимой пшеницы при этом повышалась на фоне минеральной системы удобрений на 18%, на фоне органо-минеральной – на 21%. Достоверные прибавки урожая отмечали также при возделывании ярового ячменя, которые составляли на обоих фонах около 13%.

Применение изучаемых микроудобрений способствовало увеличению окупаемости удобрений прибавкой зерна в большей мере от применения «Аквамикс-т», когда она повышалась в зависимости от фона удобрений в посевах озимой пшеницы на 50–58%, в посевах ярового ячменя – на 20–32%.

Удобрения, особенно в сочетании с микроэлементами, улучшали показатели качества зерна озимой пшеницы и ярового ячменя (табл. 3). Так при использовании Микроэла в комплексе с удобрениями содержание белка в зерне озимой пшеницы достигало 13,8% при уровне в контроле 11,5%, в зерне ярового ячменя – 12,2% при уровне в контроле 10,2%. Масса 1000 зерен повышалась соответственно на 8,8 и 19%. Такие же показатели качества зерна отмечались и при использовании комплекса микроэлементов «Аквамикс-т». При совместном применении макро- и микроудобрений значительно повышалось содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы.

Ключевыми факторами, влияющими на эффективность удобрений, являются реакция почвенной среды и обеспеченность почвы доступными формами азота, фосфора и калия [12, 15].

Для определения оптимального сочетания фосфорных и известковых удобрений в 1966 г. на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова был заложен длительный опыт СШ-27. Почва опыта – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая слабокультуренная, на период закладки опыта характеризовалась сильнокислой реакцией среды ( $pH_{KCl}$  3,9–4,5) и низким содержанием подвижного фосфора (35–56 мг/кг) по Кирсанову. В опыте изучали фосфоритную муку Егорьевского месторождения, суперфосфат двойной, а в последние годы – аммофос; на фонах извести: 1,5 гидrolитической кислотности (Нг) по 0,5 Нг в первых трех ротациях; 2,5 Нг (по 1,0 Нг в первой и третьей, 0,5 Нг в восьмой ротациях). Слабокультуренная дерново-подзолистая почва в период изучения эффективности цинкового микроудобрения в 2019–2021 гг. в результате известкования и систематического применения фосфорных удобрений характеризовалась следующими агрохимическими показателями (табл. 4).

Таблица 3

**Влияние комплекса микроэлементов на показатели качества зерна озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от системы удобрения**

Вариант	Озимая пшеница ( $N_{120}P_{60}K_{120}$ )			Яровой ячмень ( $N_{60}P_{60}K_{140}$ )		
	масса 1000 зерен, г	сырая клейковина, %	белок, %	белок, %	масса 1000 зерен, г	экстрактивность, %
2018–2020 гг.						
Контроль (ХСЗР)	39,0	17,5	11,5	10,2	40,2	61,4
Фон 1 – МС	41,3	24,2	13,6	11,5	44,6	60,6
Фон 1 + «Микроэл»	42,1	25,6	13,8	11,8	45,5	60,0
Фон 2 – ОМС	41,5	22,8	13,4	11,9	44,0	59,4
Фон 2 + «Микроэл»	42,4	25,0	13,6	12,2	45,3	59,1
НСР <sub>05</sub>	1,6	4,8	1,2	1,1	1,8	-
2021 г.						
Контроль (ХСЗР)	33,0	21,8	12,1	9,2	34,9	69,0
Фон 1 – МС	35,8	29,5	13,8	10,4	40,2	68,2
Фон 1 + «Аквамикс-Т»	36,0	30,0	14,0	10,7	42,8	67,5
Фон 2 – ОМС	34,2	30,8	14,1	10,6	40,8	67,8
Фон 2 + «Аквамикс-Т»	36,4	30,9	14,2	10,8	44,8	67,0
НСР <sub>05</sub>	1,3	5,2	1,3	1,0	1,7	-

Периодическое известкование по 2,5 Нг (в сумме за первые три ротации севооборота) значительно улучшало физико-химические свойства почвы. Так, степень насыщенности основаниями достигла почти 80%, почва из группы сильнокислых перешла в группу слабокислых. Существенное влияние известкование оказало на содержание подвижного алюминия в почве даже при низких дозах (1,5 Нг в сумме за первые три ротации севооборота), этот показатель снизился в 4 раза по сравнению с фоном НК. Содержание подвижного фосфора в почве существенно повысилось (с 30,1 до 93,0 мг/кг) в результате многолетнего применения фосфорных удобрений.

Таблица 4

**Влияние длительного применения удобрений и известкования на агрохимические показатели дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы**

Варианты	рН <sub>КCl</sub>	V, %	Содержание подвижных форм, мг/кг		
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Al
Без удобрений	4,0	53	30,1	105,4	45,6
НК	3,8	40	28,0	171,0	130,1
НК + P	4,0	43	85,2	142,0	102,5
НК + P + Zn	-	-	-	-	-
НК + известь 1,5 Нг	4,7	60	27,5	135,0	34,6
НК + известь 1,5 Нг + P	4,8	67	87,5	128,0	32,0
НК + известь 1,5 Нг + P + Zn	-	-	-	-	-
НК + известь 2,5 Нг	5,3	70	40,5	125,0	14,2
НК + известь 2,5 Нг + P	5,5	80	93,0	119,2	10,0
НК + известь 2,5 Нг + P + Zn	-	-	-	-	-
НСП <sub>05</sub>	0,3	6,2	13,1	14,6	19,0

Изменение агрохимических свойств почвы сказалось на эффективности цинковых микроудобрений при возделывании озимой пшеницы и ярового ячменя. На сильнокислой почве (рН<sub>КCl</sub> 4,0) прибавки урожая составили в посевах озимой пшеницы 2,5 ц/га, в посевах ярового ячменя – 2,0 ц/га (табл. 5).

На известкованной почве, особенно по 2,5 Нг, когда значение рН<sub>КCl</sub> составляло 5,4, эффективность цинкового микроудобрения была значительно выше: прибавки

урожая озимой пшеницы и ярового ячменя составляли 5,4 и 5,1 ц/га соответственно. Максимальная урожайность формировалась при внесении минеральных удобрений в сочетании с цинковыми на известкованной почве большой дозой (по 2,5 Нг) и составила: озимой пшеницы – 64,4 ц/га, ярового ячменя – 49,3 ц/га, что выше уровня контроля без удобрений в 3,1 и 2,5 раза соответственно.

При комплексном применении макро- и микроэлементов на известкованной почве существенно улучшались качественные показатели зерна (табл. 6). Так, содержание белка под действием цинка повышалось в зерне озимой пшеницы на 1,4%, ярового ячменя – на 1,5%, сырой клейковины в зерне озимой пшеницы – на 2,5%. При этом масса 1000 зерен озимой пшеницы увеличивалась на 19%, ярового ячменя – на 22%. Отмечалась тенденция повышения качественных показателей зерна при внесении цинкового удобрения.

Таблица 5

**Влияние цинковых микроудобрений на урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя и на окупаемость минеральных удобрений в зависимости от известкования дерново-подзолистой почвы (2019–2021 гг.)**

Вариант	Озимая пшеница (N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )			Яровой ячмень (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> )		
	урожай, ц/га	прибавка от цинка, ц/га	окупаемость 1 кг NPK зерном, кг	урожай, ц/га	прибавка от цинка, ц/га	окупаемость 1 кг NPK зерном, кг
pH <sub>KCl</sub> 4,0 (без извести)						
Контроль (без удобрений)	20,6	-	-	19,5	-	-
NK	21,3	-	-	20,1	-	-
NPK	35,9	-	5,0	30,4	-	4,6
NPK + Zn	38,4	2,5	5,0	32,4	2,0	5,4
pH <sub>KCl</sub> 4,7 (известь по 1,5 Нг)						
NK	33,5	-	-	29,7	-	-
NPK	46,3	-	8,6	39,1	-	7,9
NPK + Zn	51,4	5,1	10,0	43,3	4,2	9,9
pH <sub>KCl</sub> 5,4 (известь по 2,5 Нг)						
NK	47,1	-	-	37,9	-	-
NPK	59,0	-	12,8	44,2	-	10,3
NPK + Zn	64,4	5,4	14,6	49,3	5,1	12,4
HCP <sub>05</sub>	3,7	2,6	-	2,4	2,3	-

Таблица 6

**Влияние цинкового микроудобрения на показатели качества зерна озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от известкования дерново-подзолистой почвы (2019–2021 гг.)**

Вариант	Озимая пшеница (N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )			Яровой ячмень (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> )		
	белок, %	сырая клейковина, %	масса 1000 зерен, г	белок, %	крахмал*, %	масса 1000 зерен, г
pH <sub>KCl</sub> 4,0 (без извести)						
Контроль (без удобрений)	12,1	27,0	38,4	9,30	46,2	40,9
NK	12,3	27,6	38,1	9,96	45,1	41,1
NPK	12,6	27,6	41,0	9,95	44,9	44,6
NPK + Zn	12,7	27,7	41,4	10,00	44,7	44,9
pH <sub>KCl</sub> 4,7 (известь по 1,5 Нг)						
NK	12,7	28,0	41,1	9,66	45,3	44,2
NPK	13,0	28,5	43,0	10,19	45,1	46,5
NPK + Zn	13,2	28,7	43,4	10,35	45,0	47,5
pH <sub>KCl</sub> 5,4 (известь по 2,5 Нг)						
NK	13,1	28,8	42,4	10,02	45,0	46,7
NPK	13,3	29,3	45,0	10,40	44,5	48,8
NPK + Zn	13,5	29,5	45,8	10,51	44,3	50,1
HCP <sub>05</sub>	1,1	1,7	3,6	0,6	4,1	6,2

\*Содержание крахмала – среднее за 2019–2020 гг.

### Выводы

Проведенные исследования в длительных полевых опытах показали перспективность применения микроэлементных комплексов «Микроэл» и «Аквамикс-г» в комплексе с другими средствами химизации при возделывании зерновых культур интенсивного типа в условиях дерново-подзолистых суглинистых почв Центрального Нечерноземья.

Применение комплекса микроэлементов «Микроэл» на фоне органо-минеральной системы удобрения на окультуренной почве повышает урожайность озимой пшеницы сорта Московская 56 на 8%, ярового ячменя сорта НУР – на 9,1%. Окупаемость минеральных удобрений при этом увеличивается на 9 и 12% соответственно. Применение комплекса микроэлементов «Аквамикс-г» повышает урожайность данных культур на 21 и 13% при увеличении окупаемости на 58 и 32%.

Применение цинковых удобрений на слабоокультуренной почве достоверно повышает урожайность при известковании, особенно когда значение  $pH_{KCl}$  достигает 5,4. При комплексном применении макро- и микроэлементов достоверно повышаются качественные показатели зерна: белок, клейковина, масса 1000 зерен.

### Библиографический список

1. *Алиев А.М.* Урожайность озимой пшеницы и окупаемость удобрений при длительном применении средств химизации в полевом севообороте / А.М. Алиев, Н.И. Цимбалит, Е.Н. Старостина, Г.А. Ивашенков // Плодородие. – 2019. – № 1. – С. 17–20.
2. *Аристархов А.Н.* Оптимизация полиэлементного состава в агросистемах России. Эколого-агрохимическая оценка состояния дефицита, резервов, способов и средств его устранения. – М.: ВНИИА, 2019. – 832 с.
3. *Аристархов А.Н.* Эффективность применения цинковых удобрений под озимую пшеницу / А.Н. Аристархов, Н.А. Кирпичников, В.В. Виноградов // Плодородие. – 2019. – № 2. – С. 7–11.
4. *Битюцкий Н.П.* Микроэлементы высших растений. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2011. – 368 с.
5. *Верниченко И.В.* Влияние предпосевной обработки семян пшеницы и тритикале соединениями селена, кремния и цинка на поглощение растениями меченного  $^{15}N$  нитратного азота в стрессовых условиях выращивания / И.В. Верниченко, Л.В. Осипова, П.А. Яковлев, И.А. Быковская, В.А. Литвинский // Агрохимия. – 2017. – № 3. – С. 10–19.
6. *Кирпичников Н.А.* Влияние длительного применения удобрений при известковании с использованием цинка на продуктивность полевого севооборота и содержание фосфатов в дерново-подзолистой почве / Н.А. Кирпичников, С.П. Бижан // Агрохимический вестник. – 2021. – № 2. – С. 23–26.
7. *Налиухин А.Н.* Эффективность применения микроэлементного комплекса Аквамикс-т при возделывании козлятника восточного в Северной части Нечерноземной зоны / А.Н. Налиухин, Ю.В. Лактионов // Земледелие. – 2015. – № 2. – С. 25–27.
8. *Потатуева Ю.А.* Агрохимическая эффективность и перспективы применения минеральных удобрений с микроэлементами: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М., 1987. – 30 с.
9. *Сычѳв В.Г.* Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления / В.Г. Сычѳв, А.Н. Аристархов, А.Ф. Харитонова. – М.: ВНИИ агрохимии, 2009. – 520 с.
10. *Сычѳв В.Г.* Цинк в агроэкосистемах России: мониторинг и эффективность применения: Монография / В.Г. Сычѳв, А.Н. Аристархов, Т.А. Яковлева. – М.: Изд-во ВНИИ агрохимии, 2015. – 203 с.
11. *Шафран С.А.* Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны и ее резервы // Агрохимия. – 2016. – № 8. – С. 3–10.
12. *Шильников И.А.* Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия / И.А. Шильников, В.Г. Сычѳв, Н.А. Зеленов, Н.И. Аканова, Л.С. Федотова. – М.: ВНИИА, 2008. – С. 60–180.
13. *Ягодин Б.А.* Микроэлементы в сбалансированном питании растений / Б.А. Ягодин, А.А. Ермолаев // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 2. – С. 24–26.
14. *Alloway B.J.* Zinc in soil and crop nutrition. Second edition. – IZA and IFA. – Brussels, Belgium and Paris, France, 2008–139 p.
15. *Schachtman D.P.* Phosphorus uptake by plants: from soil to cell / D.P. Schachtman, R.J. Reid, S.M. Ayling // Plant Physiol. – 1998. – V. 116. – Pp. 447–453.

# EFFICIENCY OF APPLICATION OF MICROFERTILIZERS WHEN GROWING CEREAL CROPS ON HEAVY LOAM SODDY-PODZOLIC SOILS IN THE CENTRAL REGEON OF THE NON-CHERNOZEM ZONE

A.N. NALIUKHIN<sup>1</sup>, S.P. BIZHAN<sup>2</sup>, E.N. STAROSTINA<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

<sup>2</sup> D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry)

*In view of the important role of microelements in the physiological and biochemical processes in plants, the study of new types of microfertilizers is of undoubted interest, both in theoretical and practical terms. The possibility of using microelement complexes together with chemical and biological plant protection products makes it possible to combine the terms of their use and increase the biological effectiveness of preparations. At the same time, the effectiveness of microfertilizers largely depends on the degree of soil cultivation, which served as the basis for this research. The paper presents the results of the use of microfertilizers in combination with mineral fertilizers for winter wheat of the Moskovskaya 56 variety and spring barley of the NUR variety, obtained in two long-term field experiments on soddy-podzolic heavy loamy soil of the Moscow Region. The use of the microelement complex "Microel" against the background of an organo-mineral fertilizer system on well-cultivated soddy-podzolic soil increased the yield of winter wheat by 8%, spring barley – by 9%, and the use of microfertilizer "Aquamix-t" – by 21% and 13% respectively. The introduction of zinc microfertilizers on poorly cultivated soil against the background of liming at pH<sub>KCl</sub> 5.4 contributed to an increase in the yield of winter wheat by 10%, spring barley – by 12% with a yield against the background of NPK of 5.90 t/ha and 4.42 t/ha, respectively. With the complex use of macro- and microfertilizers, grain quality indicators significantly increase: the content of protein, crude gluten, and the weight of 1000 grains.*

**Key words:** winter wheat, spring barley, microfertilizers, yield, grain quality, sod-podzolic soil.

## References

1. Aliyev A.M., Tsimbalist N.I., Starostina Ye.N., Ivashenkov G.A. Urozhaynost' ozimoy pshenitsy i okupayemost' udobreniy pri dlitel'nom primeneniі sredstv khimizatsii v polevom sevooborote [Yield of winter wheat and the payback of fertilizers with long-term use of chemicals in the field crop rotation] // Plodorodiye. 2019; 1: 17–20. (In Rus.).
2. Aristarkhov A.N. Optimizatsiya polielemen tn ogo sostava v agrosistemakh Rossii. Ekologo-agrokhimicheskaya otsenka sostoyaniya defitsita, ryezervov, sposobov i sryedstv yego ustranyeniya [Optimization of polyelement composition in agricultural systems of Russia. Ecological and agrochemical assessment of the state of deficiency, r reserves, methods and means of its elimination]. – M.: VN IIA, 2019: 832. (In Rus.).
3. Aristarkhov A.N., Kirpichnikov N.A., Vinogradov V.V. Effektivnost' primeneniya tsinkovykh udobreniy pod ozimuyu pshenitsu [Efficiency of using zinc fertilizers for winter wheat] // Plodorodiye. 2019; 2: 7–11. (In Rus.).
4. Bityutskiy N.P. Mikroelementy vysshikh rasteniy [Trace elements of higher plants]. – SPb.: Izd-vo S. – Peterb. un-ta, 2011: 368. (In Rus.).
5. Vernichenko I.V., Osipova L.V., Yakovlev P.A., Bykovskaya I.A., Litvinskiy V.A. Vliyaniye predposevnoy obrabotki semyan pshenitsy i tritikale soyedineniyami selena, kremniya i tsinka na pogloshcheniye rasteniyami mechennogo <sup>15</sup>N nitratnogo azota v stressovykh usloviyakh vyrashchivaniya [Influence of presowing treatment of seeds of wheat and triticale with selenium, silicon and zinc compounds on the absorption of <sup>15</sup>N-labeled nitrate nitrogen by plants under stressful growing conditions] // Agrokhimiya. 2017; 3: 10–19. (In Rus.).
6. Kirpichnikov N.A., Bizhan S.P. Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobreniy pri izvestkovanii s ispol'zovaniyem tsinka na produktivnost' polevogo sevooborota i sodержaniye fosfatov v dernovo-podzolistoy pochve [The influence of long-term use of fertilizers

- during liming with the use of zinc on the productivity of field crop rotation and the content of phosphates in soddy-podzolic soil] // *Agrokhimicheskiiy vestnik*. 2021; 2: 23–26. (In Rus.).
7. *Naliukhin A.N., Laktionov YU.V.* Effektivnost' primeneniya mikroelementnogo kompleksa Akvamiks-t pri vozdeleyvanii kozlyatnika vostochnogo v Severnoy chasti Nechernozomnoy zony [Effectiveness of the use of the Aquamix-t microelement complex in the cultivation of eastern goat's rue in the northern part of the Nonchernozem zone] // *Zemledeliye*. 2015; 2: 25–27. (In Rus.).
  8. *Potatyeva YU.A.* Agrokhimicheskaya effektivnost' i perspektivy primeneniya mineral'nykh udobreniy s mikroelementami [Agrochemical efficiency and prospects for the use of mineral fertilizers with trace elements]. – Avtoref. diss.d.s.-kh. n. – M.: Moskva, 1987: 30. (In Rus.).
  9. *Sychov V.G., Aristarkhov A.N., Kharitonova A.F.* Intensifikatsiya produktsionnogo protsessa rasteniy mikroelementami. Priomy upravleniya [Intensification of the production process of plants with microelements. Management techniques]. M.: VNIi agrokhimii, 2009: 520. (In Rus.).
  10. *Sychov V.G., Aristarkhov A.N., Yakovleva T.A.* Tsink v agroekosistemakh Rossii: monitoring i effektivnost' primeneniya [Zinc in Russian agroecosystems: monitoring and application efficiency]. – M.: VNIi agrokhimii: 203.
  11. *Shafran S.A.* Dinamika plodorodiya pochv Nechernozemnoy zony i yeye rezervy [Dynamics of soil fertility in the Non-chernozem zone and its reserves] // *Agrokhimiya*, 2016; 8: 3–10. (In Rus.).
  12. *Shil'nikov I.A., Sychov V.G., Zelenov N.A., Akanova N.I., Fedotova L.S.* Izvestkova niye kak faktor urozhaynosti i pochvennogo plodorodiya [Liming as a factor in productivity and soil fertility]. – M.: VNIiA, 2008: 60–180. (In Rus.).
  13. *Yagodin B.A., Yermolayev A.A.* Mikroelementy v sbalansirovannom pitanii rasteniy [Trace elements in a balanced plant nutrition] // *Khimiya v sel'skom khozyaystve*, 1995; 2: 24–26. (In Rus.).
  14. *Alloway B.J.* Zinc in soil and crop nutrition. Second edition. – IZA and IFA. – Brussels, Belgium and Paris, France, 2008: 139.
  15. *Schachtman D.P., Reid R.J., Ayling S.M.* Phosphorus uptake by plants: from soil to cell // *Plant Physiol*, 1998; 116: 447–453.

**Налиухин Алексей Николаевич**, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Прянишникова, 6; e-mail: [naliuhin@yandex.ru](mailto:naliuhin@yandex.ru); тел.: (499) 976–16–60).

**Бижан Сергей Петрович**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Прянишникова, 31А; e-mail: [kzuek@yandex.ru](mailto:kzuek@yandex.ru); тел.: (963) 601–02–05).

**Старостина Елена Николаевна**, старший научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Прянишникова, 31А; e-mail: [89653811932@mail.ru](mailto:89653811932@mail.ru); тел.: (965) 381–19–32).

**Alexey N. Naliukhin**, DSc (Ag), Professor, Head of the Agronomic, Biological Chemistry and Radiology Department, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russia, Moscow, Pryanishnikova Str., 6; phone: (499) 976–16–60); e-mail: [naliuhin@yandex.ru](mailto:naliuhin@yandex.ru)).

**Sergey P. Bizhan**, Ph.D. (Ag), Senior Researcher Accosiate, D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry (127434, Moscow, Pryanishnikov Str., 31A; phone: (963) 601–02–05; e-mail: [kzuek@yandex.ru](mailto:kzuek@yandex.ru)).

**Elena N. Starostina**, Senior Researcher Accosiat, D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry (127434, Moscow, Pryanishnikov Str., 31A; phone: (965) 381–19–32; e-mail: [89653811932@mail.ru](mailto:89653811932@mail.ru)).

## ПОДТВЕРЖДЕНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ФАКТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Л.О. ТРОНИНА, И.М. КУДРЯВЦЕВ

(ФГБУН УдмФИЦ УрО РАН)

*В статье представлены результаты расчетного метода определения потенциальной опасности водной эрозии, количественные агрофизические и агрохимические показатели, полученные традиционными методами прямого их измерения. При расчетах потери в результате водной эрозии агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы использовано универсальное уравнение потерь почвы Wischmeier и Smith (1965), переменными в котором являются эродирующая способность осадков, фактор подверженности почв эрозии, длина и крутизна склона, характер почвенно-растительного покрова и влияние противозерозионных почвозащитных мероприятий. Полученные величины потерь почвы от 1,8 до 12,1 т/га в год подтверждаются изменением содержания связанного с почвой органического вещества за ротацию шестипольного зернопаротравяного севооборота с 2,48 до 1,65% по И.В. Тюрину в зависимости от агрохимического фона, а также плотности почвы 1,31–1,60 г/см<sup>3</sup>, ее структурного состояния и содержания неустойчивых к водной эрозии микроагрегатов от 7,3 до 14,6%. Определена зависимость отобранных информативных признаков от системы основной обработки агродерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. Установлены тесные обратные корреляционные связи содержания микроагрегатов с плотностью почвы ( $r = -0,49$ ) и содержанием связанного с ней органического вещества ( $r = -0,74$ ). Дисперсионный анализ данных позволил проследить влияние системы основной обработки почвы на процессы накопления и распределения органического вещества в пахотном горизонте при разном уровне показателей плодородия агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы. Выявлено более интенсивное развитие эрозионных процессов при ежегодной отвальной обработке.*

**Ключевые слова:** универсальное уравнение потерь почвы, агродерново-подзолистая почва, системы обработки почвы, водная эрозия, вспашка, структура почвы, органическое вещество, агрохимический фон.

### Введение

Холмисто-увалистый характер рельефа Европейской части Нечерноземной зоны России и такие свойства, как низкая водопроницаемость, небольшая влагоемкость и плотный подпахотный слой, наиболее распространенной здесь дерново-подзолистой суглинистой почвы, способствуют формированию стока воды [6, 10]. Развитие эрозии сопровождается дифференциацией почвенного профиля по содержанию органического вещества, связанного и не связанного с минеральной частью почвы, происходит общее уменьшение содержания гумуса и увеличение плотности почвы [1, 6, 8].

Таким образом, ухудшаются условия произрастания сельскохозяйственных растений на агродерново-подзолистых почвах, и без того обладающих низким естественным плодородием [9, 10].

Одна из главных задач почвообработки – сократить до минимума смыв почвы от водной эрозии – не более 2–5 т/га в год [4, 5, 10], то есть в пределах саморегенеративной способности почвы, и таким образом исключить дальнейшее разрушение

природных ресурсов, способствовать обеспечению долговременной устойчивости воспроизводства плодородия [7].

Считается, что минимизация почвообработки является одним из важнейших путей ресурсосбережения и защиты почв от эрозии, однако сама глубокая вспашка поперек склона также является противоэрозионным приемом [9, 10]. Широкое распространение эрозионных процессов происходит в основном вследствие шаблонного применения системы основной обработки почвы, поэтому как отвальные, так и минимальные обработки должны применяться в рамках дифференцированной системы основной почвообработки под культуры в севообороте.

Для обоснованного внедрения системы обработки почвы в хозяйстве необходимо учитывать степень эрозионной опасности на пахотных склонах. Однако трудоемкость прямого измерения потерь почвы методом стоковых площадок не позволяет проводить такой учет в условиях деятельности конкретного хозяйства. Ведущим критерием выбора обработки почвы и планирования противоэрозионных мероприятий может выступать прогнозирование водной эрозии, основанное на гидрометеорологическом, геоморфологическом, почвенном, растительном и антропогенном факторах. Примером моделирования и прогнозирования водной эрозии является универсальное уравнение потерь почвы, разработанное американскими исследователями Wischmeier и Smith в 1965 г. Главным достоинством уравнения является возможность прогнозирования среднегодовых потерь почвы со склона в полевых условиях при специфическом использовании данных условий. В 1987 г. уравнение было утверждено в качестве межгосударственного стандарта – ГОСТ 17.4.4.03–86 [3].

**Цель исследований:** сравнить расчетные результаты потерь агродерново-подзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы с изменением агрохимических и агрофизических ее характеристик полученными традиционными методами прямого их измерения.

### Методика исследований

Объект исследований – агродерново-подзолистая слабосмытая среднесуглинистая почва на покровных глинах и тяжелых суглинках, расположенная в Завьяловском районе Удмуртской Республики на территории опытного поля Удмуртского НИИСХ структурного подразделения УдмФИЦ УрО РАН.

В 2015–2020 гг. в многолетнем стационарном полевом опыте в четвертой ротации зернопаротравяного севооборота проводились исследования по изучению систем основной обработки почвы на трех агрохимических фонах (табл. 1). Исследуемые фоны сформировались в зависимости от доз внесенного навоза (2004 г.), использования сидеральных культур и различных доз минеральных удобрений в третьей ротации севооборота.

Чередование культур в севообороте: 2015 г. – чистый/сидеральный пар; 2016 г. – озимая рожь; 2017 г. – яровая пшеница + клевер; 2018 г. – клевер 1 года пользования на сидерат; 2019 г. – ячмень; 2020 г. – горчица белая.

В 2015 г. согласно схеме опыта были заделаны сидеральные культуры: на высоком фоне клевер 1 г.п. с урожайностью зеленой массы 32,5 т/га; на среднем фоне горохоовсяная смесь – 21,5 т/га; на повышенном фоне в чистом пару были проведены двукратное дискование БДТ-3, культивация с боронованием КПЭ-3,8, затем основная обработка почвы по схеме опыта. Уборка зерновых культур и горчицы проводилась с измельчением соломы с последующей ее заделкой исследуемыми способами, урожай клевера 2018 г. также был заделан в почву согласно схеме опыта. В 2016 г. была проведена весенняя прикормовая подкормка озимой ржи аммиачной селитрой ( $N_{30}$ );

в 2017 и 2019 гг. – предпосевное внесение нитроаммофоски (NPK<sub>45</sub>) под яровые зерновые. В представленном материале сравниваются отвальная и минимальная системы основной обработки почвы: отвальная – ежегодная вспашка до 18 см (ПН-3–35); минимальная – ежегодное поверхностное рыхление до 8 см (КПЭ-3,8), мелкая заделка клевера до 10 см (БДТ-3 в 2 следа).

Таблица 1

**Уровни агрохимических показателей дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы в начале четвертой ротации зернопаротравяного севооборота (2015 г.)**

Уровни агрохимических фонов*	Органическое вещество, %	рН <sub>КСЛ</sub>	Hг	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			ммоль/100 г почвы		мг/кг почвы	
повышенный	2,26±0,11	5,37	2,74	9,36	266	133
высокий	2,48±0,07	5,44	2,44	10,52	471	175
средний	1,78±0,18	4,99	2,72	7,42	206	128

\*Расположение агрохимических фонов в таблице соответствует расположению агрохимических фонов на склоне (рис. 1).

Почвенные пробы отбирали по слоям 0–10 и 10–20 см в сентябре 2017, 2019 и 2020 гг. после уборки возделываемых в опыте культур, в 2018 г. – перед заделкой зеленой массы клевера. Определение агрофизических свойств проводили по общепринятым методикам: влажность почвы – методом высушивания до постоянной массы; плотность – методом режущего кольца; агрегатный состав – по Н.И. Саввинову. Содержание ОВ в почве определяли по И.В. Тюрину в модификации Никитина.

Для проведения расчетов потери почвы в результате эрозии использовано универсальное уравнение потерь почвы [11] (1):

$$Q = 0.224 \times R \times K \times L \times S \times C \times P, \quad (1)$$

где Q – потери почвы в результате эрозии, кг/га; 0,224 – поправочный коэффициент, введенный Вишмайером и Смитом.

Следующие переменные уравнения разделены на две части:

– Переменные окружающей среды, относительно стабильные по времени:

R – фактор эродирующей способности осадков (по Вишмайеру-Смиту);

K – фактор подверженности почв эрозии (определяется в зависимости от ГМС и содержания гумуса, для дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы – 0,34);

L – фактор длины склона;

S – фактор крутизны склона.

– Переменные величины, изменения которых носят сезонный характер и могут в течение года достаточно часто меняться:

C – фактор классификации почвенно-растительного покрова (значение фактора C принято как среднее между орошаемыми пахотными землями (0,47) и культурным травяным покровом (0,32) – 0,4;

P – фактор влияния противозерозионных почвозащитных мероприятий (используется коэффициент 0,6) [2].

Для оценки эродирующей способности осадков применено уравнение (2):

$$R = R_{\text{дождя}} + (R_s \times 0.0591), \quad (2)$$

где  $R$  – фактор эродирующей способности осадков;  $R_{\text{дождя}}$  – фактор эродирующей способности дождя, рассчитываемый по формуле (3);  $R_s$  – фактор эродирующей способности талых вод, рассчитываемый путем сложения суммы осадков за период с ноября по март, умноженной на коэффициент 0,0591.

$$R_{\text{дождя}} = ([E] \times r30 \div 173.6), \quad (3)$$

где  $R_{\text{дождя}}$  – фактор эродирующей способности дождя;  $E$  – кинетическая энергия дождевых капель, определяемая по формуле (4);  $r30$  – средняя 30-минутная интенсивность дождя.

$$E = 1.213 + 0.8901 \times \lg r, \quad (4)$$

где  $E$  – кинетическая энергия дождевых капель;  $r$  – интенсивность дождя.

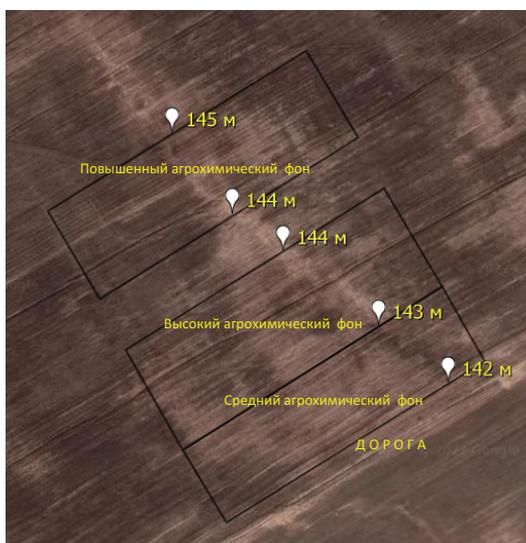
Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с помощью программы Microsoft Office 2013.

### Результаты и их обсуждение

Экспериментальный участок площадью 8,3 га расположен на опытном поле Удмуртского НИИСХ структурного подразделения УдмФИЦ УрО РАН. Элемент рельефа – средняя часть пологого ( $2-3^\circ$ ) юго-восточного склона. Ближайшими водными объектами являются р. Позимь и р. Вожойка, которые относятся к типу рек с весенне-летним, хорошо выраженным половодьем. Линия водораздела находится на высоте 179 м над уровнем моря. Смыв почвы на склоне вызывают весенние талые воды и ливневые дожди. Наибольший сток – в мае.

Для расчета фактора эродирующей способности осадков, с учетом специфического характера энергетического воздействия на почву стекающей массы талых вод и осадков вегетационного периода с апреля по октябрь, использовались данные метеостанций (Удмуртский ЦГМС, метеостанция Ижевск). Расчет смыва почвы со склонов применительно к условиям стока воды дает возможность сравнительного анализа и количественной оценки интенсивности эрозионных процессов (табл. 2). В примененной методике американских исследователей Wismeier и Smith одновременно учитываются длина и крутизна склона, что способствует повышению достоверности определения показателей эродруемости почв.

Эффективность обработки почвы в борьбе с водной эрозией зависит прежде



**Рис. 1.** Расположение агрохимических фонов на склоне с указанием высоты над уровнем моря вдоль линии стока, м

всего от количества выпадающих осадков и растительного фактора. В 2015 г. на повышенном агрохимическом фоне был расположен чистый пар, который наиболее сильно подвергся водной эрозии. Расчетные годовые потери почвы составили 12,1 т/га за счет наибольшего в период наблюдений количества осадков 510,6 мм, выпавших в виде дождя. Эрозийность ливней, при большей кинетической энергии дождевых капель относительно поверхностного стока талых вод, оказывает решающее влияние на фактор эродирующей способности осадков. Так, ливни 2015 и 2017 гг. способствовали росту показателя R до 353,3 и 313,4 соответственно, что привело к значительным потерям почвы в размере 12,1–5,1 т/га.

Таблица 2

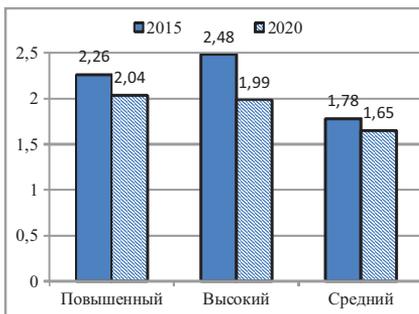
**Расчетные потери почвы в результате водной эрозии, т/га (2015–2020 гг.)**

Год	Количество осадков, выпавших в виде дождя, мм	Количество осадков, выпавших в виде снега Rs, мм	Фактор эродирующей способности осадков R	Расчетные потери, т*		
				повышенный фон	высокий фон	средний фон
2015	510	152	353,3	12,1	11,2	5,8
2016	292	248	138,6	4,7	4,4	2,2
2017	502	220	313,4	10,7	9,9	5,1
2018	367	182	175,2	6,0	5,5	2,8
2019	412	227	203,6	6,9	6,4	3,3
2020	308	202	108,9	3,7	3,5	1,8

\*Расположение агрохимических фонов в таблице соответствует расположению агрохимических фонов на склоне (рис. 1).

Снижение потерь почвы до 1,8 т/га в год на среднем агрофоне может быть обусловлено снижением скорости потока в пределах выровненного рельефа вдоль дороги, а также намыванием неустойчивых микроагрегатов с расположенных выше фонов.

В конце четвертой ротации зернопаротравяного севооборота (2020 г.) мы вновь определили содержание ОВ в почве по слоям 0–10 и 10–20 см. Установлено общее снижение содержания связанного с минеральной частью почвы органического вещества относительно данного показателя 2015 г. (рис. 2). Существенно большими потери ОВ на высоком агрохимическом фоне, относительно повышенном, обусловлены большей скоростью его минерализации и выносом питательных веществ с урожаем. В результате к концу ротации шестипольного зернопаротравяного севооборота повышенный и высокий агрохимические фоны выровнялись по содержанию связанного с почвой ОВ.



**Рис. 2.** Содержание связанного с почвой органического вещества в начале и в конце ротации зернопаротравяного севооборота, % (2015 и 2020 гг.)

Дисперсионный анализ данных позволил проследить влияние системы основной обработки почвы на процессы накопления и распределения органического вещества в пахотном

горизонте при разном уровне показателей плодородия агродерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы. Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что при ежегодной вспашке содержание органического вещества на всех агрофонах было низким – 21,4–28,1 т/га. Очень низкое содержание ОВ отмечено также при ежегодном поверхностном рыхлении 22 т/га в необрабатываемом слое 10–20 см. Поверхностная система обработки почвы способствовала достоверному накоплению ОВ в верхнем слое пахотного горизонта и существенно повысила его содержание до 31,6 т/га на повышенном агрохимическом фоне, но привела к значительной послышной дифференциации пахотного горизонта по плодородию с преимуществом слоя 0–10 см. При отвальной системе обработки почвы органическое вещество лучше сохранялось в нижнем десятисантиметровом слое на 3,2 т/га относительно верхнего.

Таблица 3

**Содержание связанного с почвой органического вещества  
в пахотном горизонте в зависимости от агрохимического фона  
и системы основной обработки почвы, т/га (2020 г.)**

Уровень показателей	0–10 см		Ср. А	10–20 см		Ср. А
	О	М		О	М	
Повышенный (к)**	24,1	31,6	27,8	28,1	25,2	26,6
Высокий***	25,3	29,3	27,3	26,2	27,1	26,6
Средний *	21,4	23,8	22,6	26,0	22,0	24,0
Среднее по фактору В	23,6	28,2		26,8	24,8	
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов	частных различий		главных эффектов	частных различий	
А	1,4	2,4		1,8	3,0	
В	1,1	1,9		1,2	2,0	

Сохранение пожнивных остатков на поверхности почвы после мелких безотвальных обработок препятствует стоку ливневых вод и смыву почвы. Так, при минимальной системе почвообработки в среднем по всей толще пахотного горизонта органического вещества содержалось больше, чем при отвальной, на 2,6 т/га.

Более интенсивное развитие эрозионных процессов при ежегодной вспашке также подтверждает изменение агрофизических характеристик экспериментального участка (табл. 4). Отвальная система обработки дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы привела к ее распылению. Неустойчивых микроагрегатов по вспашке содержалось на 2,4–6,8% больше, чем при поверхностной обработке почвы. Исключение составил высокий агрофон с содержанием органического вещества 27,1–29,3 т/га. Здесь в необрабатываемом слое пахотного горизонта (10–20 см) по минимальной обработке пылеватой фракции содержалось больше, чем по вспашке в этом слое. Это свидетельствует о большей обеспеченности склеивающим веществом водопрочных агрегатов высокого агрохимического фона, сформированного, в том числе, за счет внесения навоза в 2004 г. Следовательно, в среднем за годы исследований отличным структурным состоянием пахотный горизонт обладал на высоком фоне при обеих

исследуемых системах обработки почвы, на повышенном – только при минимальной, а на среднем фоне отличное структурное состояние сохранил только необрабатываемый слой 10–20 см.

Таблица 4

**Агрофизические показатели дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почвы в зависимости от системы обработки на разных агрохимических фонах (среднее 2017–2020 гг.)**

Агрохимический фон	Система обработки почвы	Горизонт, см	Содержание агрегатов < 0,25 мм, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	К стр.
Повышенный	Отвальная (к)	0–10	12,5	1,31	3,38
		10–20	14,1	1,39	3,34
	Минимальная	0–10	10,1	1,31	5,00
		10–20	7,3	1,53	4,75
Высокий	Отвальная	0–10	10,7	1,37	5,07
		10–20	7,7	1,45	4,59
	Минимальная	0–10	7,7	1,32	4,79
		10–20	8,5	1,52	4,78
Средний	Отвальная	0–10	14,6	1,39	3,83
		10–20	14,2	1,4	3,54
	Минимальная	0–10	9,0	1,44	3,52
		10–20	7,5	1,6	5,70
НСР <sub>05</sub> главных эффектов	А	0–10	3,9	0,03	1,8
		10–20	4,7	0,02	1,6
	В	0–10	3,9	$F_{\phi} < F_{\tau}$	1,4
		10–20	3,8	0,02	1,3

В среднем за годы исследований наибольшее содержание пыли (14,6%) отмечено в верхнем слое пахотного горизонта при отвальной системе обработки почвы на среднем агрохимическом фоне с наименьшим содержанием ОВ 21,4 т/га. Корреляционный анализ выявил сильную обратную связь содержания органического вещества с плотностью сложения почвы ( $r = -0,74$ ). При этом снижение плотности агродерново-подзолистой почвы сопровождалось ее распылением; коэффициент корреляции составил  $-0,49$ .

Таким образом, вспашка, обеспечивая более рыхлый и относительно гомогенный пахотный горизонт, повышала содержание неустойчивых к эрозии микроагрегатов. Минимальная система основной обработки почвы привела к послойной дифференциации ее агрофизических показателей. В среднем за годы исследований плотность верхнего

10-сантиметрового слоя при ежегодном рыхлении на повышенном и высоком фонах совпадала с ее плотностью при ежегодной вспашке 1,31–1,32 г/см<sup>3</sup>, а необработываемый слой был переуплотнен на всех агрохимических фонах – 1,52–1,60 г/см<sup>3</sup> при равновесной плотности дерново-подзолистой почвы 1,4–1,5 г/см<sup>3</sup>.

### Выводы

На основании изменения содержания связанного с почвой органического вещества и агрофизических свойств почв за ротацию шестипольного зернопаротравяного севооборота с учетом гидрометеорологического фактора выявлено более интенсивное развитие эрозионных процессов при ежегодной отвальной обработке.

Таким образом, повышение интенсивности обработки почвы неизбежно приводит к потере структуры верхнего слоя агродерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, что в свою очередь в процессе денудации склона ведет к утрате органического вещества в составе неустойчивых к эрозии микроагрегатов. Это подтверждают установленные тесные корреляционные связи содержания микроагрегатов с плотностью почвы ( $r = -0,49$ ) и содержанием связанного с ней органического вещества ( $r = -0,74$ ).

Полученные экспериментальные данные изменения плотности почвы 1,31–1,60 г/см<sup>3</sup>, ее структурного состояния и содержания неустойчивых к водной эрозии микроагрегатов от 7,3 до 14,6%, снижения содержания связанного с почвой органического вещества с 2,48 до 1,65% и его распределения в пахотном горизонте в зависимости от системы почвообработки согласуются с результатами расчетного метода определения потерь почвы.

Таким образом, универсальное уравнение потерь почвы Wischmeier и Smith (1965), при его расчете совместно с использованием данных дистанционного зондирования, является пригодным для определения потенциальной опасности водной эрозии на пахотных склонах при выборе системы основной обработки почвы и планировании противоэрозионных мероприятий.

### Библиографический список

1. Вараксина Е.Г. Эрозия и воспроизводство плодородия эродированных почв в Удмуртии: Монография / Е.Г. Вараксина, Т.И. Захарова; Под общ. ред. А.И. Венчикова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – 432 с.
2. Джамалов А.Т. Прогнозирование эрозионных процессов почв на маршрутах прокладки магистральных трубопроводов на основе геоинформационных технологий и космических снимков высокого разрешения / А.Т. Джамалов, Р.М. Рагимов // Системні дослідження та інформаційні технології – 2011. – № 4. – С. 97–103.
3. ГОСТ 17.4.4.03–86. Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей: дата введения 1987–07–01. – М.: Стандартиформ, 2008.
4. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 473 с.
5. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. – М.: Изд-во Московского университета, 1993. – 200 с.
6. Логачев И.А. Педотрансферные функции структурного состояния и устойчивости к эрозии дерново-подзолистых почв, сформированных на лессовидных суглинках / И.А. Логачев, Н.Н. Цыбулько, В.Б. Цырирко, А.М. Устинова, И.И. Касьяненко // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 1 (66). – С. 42–50.
7. Почвозащитные технологии и современные малозатратные технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур: Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 28 с.

8. Травникова Л.С. Распределение гранулометрических фракций в дерново-подзолистых почвах, подверженных плоскостной эрозии / Л.С. Травникова, З.С. Артемьева, Н.П. Сорокина // Почвоведение. – 2010. – № 4. – С. 495–504.
9. Тронина Л.О. Минимизация обработки дерново-подзолистой суглинистой почвы при разном уровне плодородия: Монография. – Ижевск: Алкид, 2021. – 164 с.
10. Холзаков В.М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Нечерноземной зоне: Монография. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – 436 с.
11. Kirkby M.J. SOIL EROSION / Эрозия почвы / M.J. Kirkby, R.P. Morgan: Пер. с англ., предисл. М.Ф. Пушкарева. – М.: Колос, 1984. – 415 с.

## VALIDATION OF WATER EROSION PREDICTION METHODOLOGY BY ACTUAL CHANGES IN FERTILITY INDICATORS OF AGRO-SOD-PODZOLIC SOIL

L.O. TRONINA, I.M. KUDRYAVCEV

(FSBIS Udmurt Federal Center of Ural branch of the Russian Science Academy)

*The article presents the results of the computational method for determining the potential danger of water erosion and quantitative agrophysical and agrochemical indicators obtained by traditional methods of their direct measurement. When calculating losses as a result of water erosion in agro-sod-podzolic loamy weak eroded soil, the universal soil loss equation of Wischmeier and Smith (1965) was used, the variables in which are the erosive power of precipitation, erosiveness of soil, length and steepness of slope, character of vegetative ground cover and influence of erosion control soil protection measures. The obtained values of soil losses from 1,8 to 12,1 t/ha a year are confirmed by the change of soil organic matter content during the rotation of six-course grain-grass-fallow crop rotation from 2,48 to 1,65% according to I.V. Tyurin depending on agrochemical background as well as soil density 1,31–1,60 g/cm<sup>3</sup>, its structural state and content of microaggregates unstable to water erosion from 7,3 to 14,6%. The dependence of the selected informative signs on the system of main tillage of agro-sod-podzolic loamy soil has been determined. Close correlations between the content of microaggregates and soil density ( $r = -0,49$ ) and the content of organic matter related to it ( $r = -0,74$ ) were established. The analysis of variance allowed to trace the influence of the main tillage system on the accumulation and distribution of in the arable horizon at different levels of the fertility of the agro-sod-podzolic loamy soil. The more intensive development of erosion processes at the annual plowing was revealed.*

**Key words:** *the universal soil loss equation, agro-sod-podzolic soil, the system of tillage, water erosion, plowing, soil structure, organic matter, agrochemical background.*

### References

1. Varaksina E.G., Zaharova T.I. Eroziia i vosproizvodstvo plodorodiia erodirovannykh pochv v Udmurtii: monografiia [Erosion and fertility reproduction of eroded soils in Udmurtia: monograph] // Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaiia GSKhA, 2008. – 432 s. (in Rus.)
2. Dzhamalov A.T., Ragimov Prognozirovaniie erozionnykh protsessov pochv na marshrutakh prokladki magistral'nykh truboprovodov na osnove Geoinformatsionnykh tekhnologii i kosmicheskikh snimkov vysokogo razresheniia [Prediction of erosion processes of soil on the routes of the main pipelines on the basis of geo-information technologies and satellite images of high resolution] // Sistemni doslidlzhennia ta informatsiini tekhnologii – 2011. – № 4. – S. 97–103. (in Rus.)
3. GOST 17.4.4.03–86. Okhrana prirody. Pochvy. Metod opredeleniia potentsial'noi opasnosti erozii pod vozdeistviem dozhdei: data vvedeniia 1987–07–01. [Nature Conservation. Soils. Method for determining the potential danger of erosion by rainfall: date of introduction 1987–07–01] // M.: Standartinform, 2008. (in Rus.)

4. *Kiriushin V.I.* Ekologizatsiia zemledeliia i tekhnologicheskaiia politika. [Ecologization of agriculture and technological policy] // M.: Izd-vo MSKKhA, 2000. – 473 s. (in Rus.)
5. *Larionov G.A.* Eroziia i defliatsiia pochv: osnovnye zakonomernosti i kolichestvennye otsenki [Soil erosion and deflation: basic laws and quantitative assessments] // M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1993–200 s.
6. *Logachev I.A., Cybul'ko N.N., Cyribko V.B., Ustinova A.M., Kas'yanenko I.I.* Pedotransfernye funktsii strukturnogo sostoianiia i ustoichivosti k erozii dernovo-podzolistykh pochv, sformirovannykh na lessovidnykh suglinkakh [Pedotransfer functions of structural condition and resistance to erosion sod-podzolic soils formed on loess-like loam] // Pochvovedenie i agrokhimii, 2021. – № 1(66). – S. 42–50 (in Rus.)
7. Pochvozaschitnye tekhnologii i sovremennye malozatratnye tekhnologicheskie priemy vzdelyvaniia sel'skokhoziaistvennykh kul'tur: Rekomendatsii. [Soil-protective technologies and modern low-cost technological methods of cultivation of crops: Recommendations] // M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2001. – 28 s. (in Rus.)
8. *Travnikova L.S., Artem'eva Z.S., Sorokina N.P.* Raspredelenie granulometricheskikh fraktsii v dernovo-podzolistykh pochvakh, podverzhennykh ploskostnoi erozii [Distribution of granulometric fractions in sod-podzolic soils subjected to planar erosion] // Pochvovedenie, 2010. – № 4. – S. 495–504. (in Rus.)
9. *Tronina L.O.* Minimizatsiia obrabotki dernovo-podzolistoi suglinistoi pochvy pri raznom urovne plodorodiia: monografiia [Minimization of tillage of sod-podzolic loamy soil at different fertility levels: monograph] // Izhevsk: Alkid, 2021. – 164 s. (in Rus.)
10. *Kholzakov V.M.* Povyshenie produktivnosti dernovo-podzolistykh pochv v Nechernozemnoi zone: monografiia [Increase of productivity of sod-podzolic soils in the Non-Black Earth zone: monograph] // Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaiia GSKhA. – 2006. – 436 s. (in Rus.)
11. *Kirkby M.J., Morgan R.P.* SOIL EROSION / Eroziia pochvy [Soil erosion / translated from English and preface by M.F. Pushkarev] // M.: Kolos, 1984. – 415 s.

**Тронина Любовь Олеговна**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (структурное подразделение Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства) (426067, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34; e-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru); тел.: (3412) 62–96–98).

**Кудрявцев Иван Михайлович**, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (структурное подразделение Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства) (426067, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34; e-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru); тел.: (3412) 62–96–98).

**Tronina Lyubov Olegovna**, PhD in agriculture, senior researcher, Federal State Budgetary Institution of Science «Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences» (Structural subdivision – Udmurt Research of Agriculture) (426067, 34, T. Baramzinoj str., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru); phone number: (3412) 62–96–98).

**Kudryavcev Ivan Mikhajlovich**, assistant researcher, Federal State Budgetary Institution of Science «Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences» (Structural subdivision – Udmurt Research of Agriculture) (426067, 34, T. Baramzinoj str., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, e-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru); phone number: (3412) 62–96–98).

ИНТРОДУКЦИЯ *VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT. В УДМУРТИИ

Д.А. ЗОРИН

(Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН)

Исследования посвящены комплексному изучению голубики узколистной, которая является перспективным ягодным кустарником для культивирования в Среднем Предуралье. Целью работы являлась интегральная оценка перспективности интродукции и урожайности голубики узколистной при культивировании в Среднем Предуралье. Исследования проводились с использованием широко распространенных общепринятых методик. Морфометрические характеристики растений в 2020 г.: высота растений –  $40,6 \pm 3,2$  см; диаметр кроны –  $59,4 \pm 3,3$  см; средняя продуктивность –  $854,7 \pm 60,1$  г.; средняя масса ягоды –  $0,97 \pm 0,10$  г. В условиях Удмуртии голубика показала стабильный рост с минимальными повреждениями однолетних побегов и плодовых почек в зимний период. При продолжительных низких отрицательных температурах в декабре, при отсутствии снежного покрова наибольшая степень подмерзания у отдельных растений составила 2 балла (слабое подмерзание). По многолетней оценке зимостойкости в полевых условиях Удмуртии, голубику узколистую можно отнести к группе зимостойких. Интегральная оценка голубики узколистной позволила отнести данную культуру к группе перспективности II – перспективные).

**Ключевые слова:** интродукция, *Vaccinium angustifolium*, рост, развитие, фенология, зимостойкость.

**Введение**

Среди ягодных культур особое место занимают представители рода *Vaccinium* L., особенно голубика узколистная как наиболее неприхотливый, морозо- и зимостойкий вид. В естественных условиях Удмуртской Республики произрастают два ее вида: черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и голубика топяная (*Vaccinium uliginosum* L.). Урожайность черники, на основании проведенных исследований на территории одного из лесничеств в 2021 г., составила 610–830 кг/га в зависимости от условий [1]. Голубика топяная занесена в Красную книгу Республики, данные по урожайности отсутствуют. Произрастание данных двух видов свидетельствует о наличии эдафических условий, подходящих для других видов голубики. Основным фактором, ограничивающим интродукцию новых видов и сортов голубики, является климат.

Одним из самых устойчивых видов семейства Вересковые является голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) родом с северо-востока США. Данная культура в настоящее время широко используется в промышленных насаждениях в Канаде, США, скандинавских странах, Прибалтике, Беларуси [6, 13, 14].

Высокая зимостойкость, устойчивость к поздневесенним заморозкам [8, 11, 12], способность произрастать на кислых переувлажненных почвах [8] делают данную культуру потенциально пригодной для интродукции и последующего промышленного культивирования на территории Среднего Предуралья.

**Цель исследований:** интегральная оценка перспективности интродукции и урожайность голубики узколистной при культивировании в Среднем Предуралье.

### Методика исследований

Исследования проводились на востоке Европейской части РФ на территории Удмуртии, являющейся частью Среднего Предуралья [9].

Исследования по интродукции голубики начаты в 2014 г. [2–4, 10].

Фенологические наблюдения, учеты зимостойкости и продуктивность образцов голубики осуществляли по общепринятым методикам [7].

Морфометрические показатели вегетативной сферы кустов голубики определяли в конце вегетационных периодов 2015–2020 гг.

Оценку перспективности интродукции проводили по общепринятой методике, разработанной ГБС РАН [5].

### Результаты и их обсуждение

По результатам многолетних наблюдений (2016–2020 гг.) установлено, что в условиях Удмуртии сроки наступления основных фенофаз образцов голубики узколистной варьируют в пределах, отраженных в таблице 1.

Таблица 1

#### Сроки прохождения основных фенологических фаз голубики узколистной

Фенологическая фаза	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Распускание почек	+	+																
Цветение		+	+	+														
Начало созревания ягод							+											
Массовое созревание ягод								+	+	+								
Полное изменение окраски листьев														+				
Начало опадения листьев																	+	

Морфометрические показатели надземной вегетативной части кустов измеряли ежегодно в первой декаде октября, продуктивность и параметры ягод – в июле, в момент плодоношения (табл. 2).

Осенью 2015 г. растения имели следующие показатели: высота –  $13,8 \pm 1,1$  см; количество побегов –  $8,6 \pm 1,2$  шт/куст; средняя длина побега –  $15,3 \pm 1,4$  см. Размер листьев составлял  $29,2 \times 11,3$  мм.

В последующие годы наблюдалось активное увеличение высоты и диаметра растений. В 2019 г. рост в высоту практически прекратился, что связано с достижением присущей виду высоты надземной части [6]. Однако отмечено увеличение диаметра кроны кустов. На 2020 г. средняя высота растений составила 40,6 см, а диаметр кроны – 59,4 см.

В 2016 г. на отдельных растениях отмечено единичное плодоношение. В 2017 г. в фазу плодоношения вступили около 70% растений, средняя масса ягоды составила 1,10 г.

В последующие годы (2018–2020) средняя масса ягоды составляла 0,70–0,97 г., а средняя продуктивность растений увеличивалась: 2018 г. – 248,1±22,8 г.; 2020 г. – 854,7±60,1 г/раст.

Главным лимитирующим фактором, определяющим успешность культивирования голубики узколистной в Среднем Предуралье, является зимостойкость, которая связана как с генетическими особенностями растений, так и с метеорологическими условиями, сложившимися в зимний период. Повреждаемость голубики обусловлена в основном негативным воздействием отрицательных температур, особенно при отсутствии или минимальном снежном покрове в декабре.

Наблюдения показали, что в отдельные зимние периоды при продолжительных низких отрицательных температурах в декабре (табл. 3), при отсутствии снежного покрова наибольшая степень подмерзания у отдельных растений составила 2 балла (слабое подмерзание). В такие периоды итоги перезимовки, отраженные общим состоянием растений в конце вегетационного периода, оцениваются в 4 балла (отмерли концы приростов прошлого года, часть плодовых почек, что является причиной снижения продуктивности).

Таблица 2

### Особенности роста и развития растений голубики узколистной

Год	Размер куста, см		Размер листьев, мм		Масса одной ягоды, г.	Продуктивность, г/раст.
	Высота	Диаметр	Длина	Ширина		
2015	13,8±1,1	19,5±1,2	29,2±0,9	11,3±0,4	-	-
2016	16,3±1,0	27,1±1,1	35,1±1,0	14,8±0,5	-	-
2017	24,8±1,7	39,1±1,9	37,2±1,1	15,4±0,5	1,10±0,08	-
2018	31,6±1,4	55,6±2,8	43,3±1,5	18,5±0,8	0,70±0,05	248,1±22,8
2019	37,2±2,9	58,3±3,1	43,8±1,4	18,8±0,8	0,92±0,08	455,6±68,9
2020	40,6±3,2	59,4±3,3	42,7±1,4	18,4±0,7	0,97±0,10	854,7±60,1

Таблица 3

### Температурные условия в 2015–2020 гг.

Период	Температура, °С				
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
2015/2016	-3,8/-13,1*	-5,1/-22,8	-13,1/-26,7	-3,3/-12,5	-2,6/-16,4
2016/2017	-8,5/-23,9	-13,9/-32,6	-13,8/-35,7	-9,3/-23,5	-2,2/-15,7
2017/2018	-1,0/-5,7	-6,5/-24,2	-10,1/-24,9	-11,8/-28,5	-8,8/-23,2
2018/2019	-4,1/-17,9	-9,5/-21,7	-11,2/-25,8	-8,8/-25,6	-1,8/-17,5
2019/2020	-4,2/-21,6	-5,8/-24,5	-4,8/-25,1	-4,5/-21,2	1,0/-11,6

*Примечание.* По данным метеостанции в с. Селты (Удмуртия, Россия): широта 57.30, долгота 52.15, высота над уровнем моря 184 м.

\*В числителе – среднемесячная температура; в знаменателе – минимальная температура в месяце.

Анализ результатов изучения зимостойкости в полевых условиях показал, что культура относится к группе зимостойких [7]. Оценка перспективности интродукции голубики узколистной в условиях Удмуртии по данным визуальных наблюдений проведена с использованием общепринятой методики, [5] на основании морфологических критериев (табл. 4).

Таблица 4

**Интегральная оценка интродукционной перспективности голубики узколистной**

Показатели	Баллы
Одревеснение побегов	15
Зимостойкость	20
Сохранение формы роста	10
Побегообразовательная способность	3
Прирост в высоту	5
Способность к генеративному размножению	25
Способы размножения в культуре	7
Общая оценка	85
Группа перспективности	II

Комплексная оценка на основании вышеприведенной шкалы показала перспективность введения в культуру голубики узколистной на территории Удмуртии и в целом в Среднем Предуралье.

**Выводы**

Исследования показали возможность выращивания голубики узколистной на территории Удмуртской Республики. Культура показала высокий адаптационный потенциал к условиям Среднего Предуралья. Отмечено раннее вхождение части растений в генеративное состояние в двухлетнем возрасте с последующим увеличением урожайности. На шестой год выращивания средняя продуктивность растений достигала  $854,7 \pm 60,1$  г. Отмечается варьирование данного показателя по годам и в зависимости от особенностей отдельных растений.

Необходимым является проведение отбора наиболее устойчивых и урожайных форм с их последующим вегетативным размножением.

**Библиографический список**

1. *Воеводина К.И.* Оценка урожайности ягодных ресурсов в Селтинском и Вавожском лесничествах Удмуртской Республики / К.И. Воеводина, Р.Р. Абсалямов, С.Л. Абсалямова // Лесной вестник/ForestryBulletin. – 2021. – Т. 25, № 6. – С. 31–38.
2. *Зорин Д.А.* Интродукция голубики узколистной в Среднем Предуралье // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: Материалы Международной

научно-практической конференции, г. Ижевск, 12–15 февраля 2019 г.: В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 1. – С. 142–144.

3. Зорин Д.А. Интродукция голубики узколистной в Удмуртии // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы XII Международного симпозиума. – М.: РУДН, 2017а. – С. 15–17.

4. Зорин Д.А. Опыт интродукции *Vaccinium angustifolium* Ait. в Удмуртии // Современные проблемы интродукции и сохранения биоразнообразия растений: Материалы 3-й заочной научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж: Роза ветров, 2017б. – С. 31–34.

5. Лапин П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М.: ГБС АН СССР, 1973. – С. 7–67.

6. Морозов О.В. Культивирование голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) в Белорусском Поозерье / О.В. Морозов, Д.В. Гордей, Ф.В. Сауткин, В.А. Буга, С.В. Ярмолович. – Минск: БГТУ, 2016. – 195 с.

7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 481–492.

8. Тяк Г.В. Выращивание сеянцев голубики узколистной на выработанном торфянике / Г.В. Тяк, А.В. Тяк // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы X Международного симпозиума, Пущино, 17–21 июня 2013 г. – Т. 1. – М.: РУДН, 2013. – С. 37–40.

9. Удмуртская Республика: Энциклопедия. – Ижевск: Удмуртия, 2000. – 799 с.

10. Федоров А.В. Отдел интродукции и акклиматизации растений: итоги и направления научно-исследовательской деятельности: Научно-информационный справочник. – Ижевск: Изд-во УдмФИЦ УрО РАН, 2018. – 62 с.: 118 ил.

11. Cappiello P.E. Seasonal variation in low-temperature tolerance of *Vaccinium angustifolium* Ait. / P.E. Cappiello, S.W. Dunham // Hort. Sci. – 1994. – № 29 (4). – Pp. 302–304.

12. Hicklenton P.R. Freeze damage and frost tolerance thresholds for flowers of the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // Acta Hort. – 2002. – № 574. – Pp. 193–201.

13. Strik B.C. Blueberry production trends in North America – 1992 to 2003 & predictions for growth / B.C. Strik, D.E. Yarborough // Hort. Techn. – 2005. – № 15 (2). – Pp. 391–398.

14. Yarborough D.E. Wild blueberry culture in Maine / University of Maine. – Wild Blueberry Fact Sheet, Orono, ME, 2009. – № 220. – 4 p.

## INTRODUCTION OF *VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT.

D.A. ZORIN

(Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences)

*The research is devoted to a comprehensive study of blueberry angustifolia, which is a promising berry shrub for cultivation in the Middle Urals. The aim of the work was an integral assessment of the prospects for introduction and the yield of blueberry when cultivated in the Middle Cis-Urals. The studies were carried out using widely accepted methods. Morphometric characteristics of plants in 2020: plant height – 40.6±3.2 cm, crown diameter – 59.4±3.3 cm, average productivity – 854.7±60.1 g, average berry weight – 0.97 ± 0.10 g. Under the conditions of Udmurtia, blueberries showed stable growth with minimal damage to annual shoots and fruit buds in winter.*

*At prolonged low negative temperatures in December in the absence of snow cover, the highest degree of freezing in individual plants was 2 points (weak freezing). According to a long-term assessment of winter hardiness in the field conditions of Udmurtia, blueberries can be classified as winter-hardy. An integral assessment of blueberry angustifolia made it possible to attribute this crop to the group of prospects II – promising).*

**Keywords:** introduction, *Vaccinium angustifolium*, growth, development, phenology, winter hardiness.

## References

1. Voevodina K.I., Absaljamov R.R., Absaljamova S.L. Ocenka urozhajnosti jagodnyh resursov v Seltinskom i Vavozhskom lesnichestvah Udmurtskoj Respubliki [Evaluation of the yield of berry resources in the Seltinskiy and Vavozhskiy forestries of the Udmurt Republic] / K.I. Voevodina, R.R. Absaljamov, S.L. Absaljamova // Lesnoj vestnik / Forestry Bulletin. – 2021. – T. 25, № 6. – S. 31–38. (In Rus.)
2. Zorin D.A. Introdukcija golubiki uzkolistnoj v Srednem Predural'e [Introduction of narrow-leaved blueberry in the Middle Urals] / D.A. Zorin // Agrarnaja nauka – sel'sko-hozjajstvennomu proizvodstvu: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 12–15 fevralja 2019 goda, g. Izhevsk. V 3 t. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaja GSHA. – 2019. – T.1. – S. 142–144. (In Rus.)
3. Zorin D.A. Introdukcija golubiki uzkolistnoj v Udmurtii [Introduction of blueberry angustifolia in Udmurtia] / D.A. Zorin // Novye i netradicionnye rastenija i perspektivy ih ispol'zovanija: Materialy XII mezhdunarodnogo simpoziuma. – M.: RUDN. – 2017a. – S. 15–17. (In Rus.)
4. Zorin D.A. Opyt introdukcii *Vaccinium angustifolium* Ait. v Udmurtii [Experience with the introduction of *Vaccinium angustifolium* Ait. in Udmurtia] / D.A. Zorin // Sovremennye problemy introdukcii i sohraneniya bioraznoobrazija rastenij: materialy 3-ja zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – Voronezh: Roza vetrov. – 2017b. – S. 31–34. (In Rus.)
5. Lapin P.I., Sidneva S.V. Ocenka perspektivnosti introdukcii dre-vesnyh rastenij po dannym vizual'nyh nabljudenij [Assessment of the prospects for the introduction of woody plants according to visual observations] / P.I. Lapin, S.V. Sidneva // Opyt introdukcii dre-vesnyh rastenij. – M.: GBS AN SSSR. – 1973. – S. 7–67. (In Rus.)
6. Morozov O.V., Gordej D.V., Sautkin F.V., Buga V.A., Jarmolovich S.V. Kul'tivirovanie golubiki uzkolistnoj (*Vaccinium angustifolium* Ait.) v Belorusskom Poozer'e [Cultivation of narrow-leaved blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) in the Belarusian Lakeland] / O.V. Morozov, D.V. Gordej, F.V. Sautkin, V.A. Buga, S.V. Jarmolovich. – Minsk: BGTU. – 2016. – 195 s. (In Rus.)
7. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur [Program and methodology for the study of fruit, berry and nut crops]. – Orel: VNIISPK. – 1999. – S. 481–492. (In Rus.)
8. Tjak G.V., Tjak A.V. Vyrashhivanie sejancev golubiki uzkolistoj na vyra-botanom torfjanike [Cultivation of seedlings of narrow-leaved blueberry on a worked-out peat bog] / G.V. Tjak, A.V. Tjak // Novye i netradicionnye rastenija i perspektivy ih is-pol'zovanija: materialy X Mezhdunarodnogo simpoziuma. T. 1. Pushhino, 17–21 ijunja 2013 g. – M.: RUDN. – 2013. – S. 37–40. (In Rus.)
9. Udmurtskaja Respublika: Jenciklopedija [Udmurt Republic: Encyclopedia]. – Izhevsk: Udmurtija – 2000. – 799 s. (In Rus.)
10. Fedorov A.V. Otdel introdukcii i akklimatizacii rastenij: itogi i napravlenija nauchno-issledovatel'skoj dejatel'nosti: nauchno-informacionnyj spravocnik [Department

of introduction and acclimatization of plants: results and directions of research activity: scientific and information reference book] / A.V. Fedorov. – Izhevsk: Izd-vo UdmFIC UrO RAN. – 2018. – 62 s., 118 il. (In Rus.)

11. *Cappiello P.E., Dunham S.W.* Seasonal variation in low-temperature tolerance of *Vaccinium angustifolium* Ait. / P.E. Cappiello, S.W. Dunham // Hort. Sci. – 1994. – № 29(4). – P. 302–304.

12. *Hicklenton P.R.* Freeze damage and frost tolerance thresholds for flowers of the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) / P.R. Hicklenton // Acta Hort. – 2002. – № 574. – P. 193–201.

13. *Strik B.C.* Blueberry production trends in North America – 1992 to 2003 & predictions for growth / B.C. Strik, D.E. Yarborough // Hort. Techn. – 2005. – No. 15 (2). – P. 391–398.

14. *Yarborough D.E.* Wild blueberry culture in Maine / D.E. Yarborough; University of Maine. Wild Blueberry Fact Sheet, Orono, ME. – 2009. – № 220. – 4 p.

**Зорин Денис Александрович**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник Отдела интродукции и акклиматизации растений ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН» (426067, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34; тел.: (950) 810–99–98; e-mail: zor-d@udman.ru).

**Denis A. Zorin**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department of Plant Introduction and Acclimatization FSBIS “Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, (426067, Udmurt Republic, Izhevsk, st. Baramzina, 34, phone: (950) 810–99–98, e-mail: zor-d@udman.ru).

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЛИЛЕЙНИКА ГИБРИДНОГО В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

И.С. ПЯТИНА, А.А. РЕУТ, О.Ю. ЖИГУНОВ, А.В. КРЮКОВА,  
И.Е. АНИЩЕНКО, З.Х. ШИГАПОВ

(Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение  
Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук)

*Комплексная оценка и определение наиболее значимых таксонов, подходящих для озеленения в данных природно-климатических условиях, представляют собой одну из важнейших задач интродукционных исследований декоративных растений. В статье представлены результаты комплексной сортооценки, изучения феноритмов, биоморфометрических признаков 20 сортов лилейника гибридного (*Nemserocallis hybrida hort.*) в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН. Декоративные и хозяйственно-ценные качества сортов лилейника оценены в работе по 100-балльной шкале с выделением диагностических признаков: окраски, размера и формы цветка, габитуса растения, высоты цветоноса, обилия цветения, оригинальности, способности к размножению, продолжительности цветения, устойчивости к неблагоприятным условиям, а также к болезням и вредителям. В итоге осуществленной сортооценки таксонов лилейника гибридного все исследованные сорта по успешности применения в декоративном цветоводстве подразделяли на 3 группы. Выявлено 8 высокоперспективных сортов ('Bela Lugosi', 'Bestseller', 'El Desperado', 'Ledgewoods Jumstar', 'Moon Over Monterey', 'Pardon Me', 'Red Rum', 'Stella de Oro') для культивирования в условиях Республики Башкортостан. Они отличаются оригинальной окраской и формой цветка, продолжительностью обильного цветения, прочным цветоносом, высокой репродуктивной способностью. 9 сортов характеризуются средней перспективностью ('Artic Snow', 'Cherry Eyed Pumpkin', 'Final Touch', 'Frans Hals', 'Macbeth', 'Mini Stella', 'Pandoras Box', 'Sea of Cortez', 'Tooth'); 3 сорта являются малоперспективными ('Night Embers', 'Prince of Lemon', 'Strawberry Candy'). Все изученные сорта могут быть использованы в различных видах цветочного оформления в Башкирском Предуралье.*

**Ключевые слова:** род *Nemserocallis*, сортоизучение, комплексная оценка, интродукция, декоративные и хозяйственно ценные признаки.

### Введение

В настоящее время селекционные достижения предлагают обширный ассортимент декоративных растений. При этом не всегда выделенные качества в полной мере проявляются в новых условиях культивирования. В связи с этим актуальным является изучение новых сортов, подходящих для массового озеленения конкретного региона [8].

В Южно-Уральском ботаническом саду-институте – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ЮУБСИ УФИЦ РАН) – проводятся многолетние интродукционные исследования перспективных цветочно-декоративных растений. Среди них – лилейник гибридный (*Nemserocallis hybrida hort.*), который относится к красивоцветущим поликарпикам.

Растения рода лилейник на протяжении многих лет выращивают в качестве пищевых, лекарственных и декоративных культур в некоторых странах Юго-Восточной Азии [7]. В настоящее время насчитывается более 90 тыс. сортов лилейника гибридного [15]. Лилейники характеризуются широким спектром окраски и форм цветков, неприхотливостью при культивировании, способностью произрастать на одном месте в течение длительного времени без потери декоративных качеств. Также они устойчивы к вредителям и болезням [6].

Впервые для Южного Урала выполнена комплексная оценка декоративных качеств некоторых сортов рода *Nemerocallis* L. Ранее подобные работы были проведены в Крыму [8-10], Западной Сибири [13], Предбайкалье [4], Казахстане [12] и др.

Цель настоящей работы – выявление сортов лилейника гибридного, которые в условиях Башкирского Предуралья отличаются высокими показателями по декоративным признакам.

### Методика исследований

Изучение особенностей фенологии и морфометрических показателей 20 сортов лилейника проведено согласно стандартным методикам [3, 5]. Сортовая идентификация коллекции лилейников теневого сада ЮУБСИ УФИЦ РАН выверялась в соответствии с электронным ресурсом American Daylily Society [1]. Исходные данные сортов приведены в таблице 1.

Комплексная оценка сортов лилейника проводилась по 100-балльной универсальной шкале с признаками декоративных и хозяйственно ценных качеств (табл. 2). При непосредственной оценке учитывали 11 диагностических признаков: оригинальность, обилие цветения, высоту цветоноса, габитус растения, форму цветка, размер цветка, окраску цветка, устойчивость к болезням и вредителям, к неблагоприятным условиям, продолжительность цветения и способность к размножению. Суммарные показатели баллов по этим признакам применяли для выявления группы перспективности изучаемых сортов [10]. К малоперспективным относят сорта, которые получили оценку менее 80 баллов, к среднеперспективным – получившие 80-89 баллов, к высокоперспективным – сорта, оцененные в 90-100 баллов. Статистическую обработку полученных данных проводили в программе MS Excel 2007.

### Результаты и их обсуждение

Результаты многолетних фенологических исследований лилейников показали, что продолжительность вегетационного периода составляет от 150-175 дней в зависимости от погодных условий года. Весной отрастание растений лилейника гибридного отмечено во II-III декадах апреля, сроки цветения определяются климатическими условиями. Период цветения сортов лилейника различен: начинается в I-II декадах июля и длится до I-II декад сентября в зависимости от сорта.

Морфометрические параметры вегетативной и генеративной сфер изученных сортов лилейника представлены в таблицах 3, 4.

При оценке декоративной ценности сортов наиболее важным показателем является окраска цветка. Максимальными баллами по данному признаку оценивали сорта с яркой, оригинальной окраской. Цветки сортовых лилейников представлены следующими основными окрасками: белой ('Artic Snow', 'Moon Over Monterey', 'Pandas Box'); желтой ('El Desperado', 'Ledgewoods Jumstar', 'Mini Stella', 'Prince of Lemon', 'Stella de Oro'); оранжевой ('Cherry Eyed Pumpkin', 'Frans Hals', 'Night Embers'); розовой ('Bestseller', 'Final Touch', 'Macbeth', 'Strawberry Candy'); красной ('Pardon Me',

‘Red Rum’); фиолетовой (‘Bela Lugosi’, ‘Sea Of Cortez’, ‘Tooth’). Максимальный балл (10) по признаку «Окраска цветка» получили сорта ‘Arctic Snow’, ‘Bela Lugosi’, ‘Ledgewoods Jumstar’, ‘Pardon Me’, ‘El Desperado’.

Таблица 1

**Характеристика сортов лилейника из коллекции ЮУБСИ УФИЦ РАН**

Сорт	Год	Оригинатор	Исходные сорта	Плоидность
‘Arctic Snow’	1985	Stamile	‘Porcelain Pleasure’ × ‘French Frosting’ × ‘Nuka’	Тетраплоид
‘Bela Lugosi’	1995	Hanson-C.	sdlg × ‘Nairobi Night’ × ‘Grand Masterpiece’	Тетраплоид
‘Bestseller’	-	-	-	-
‘Cherry Eyed Pumpkin’	1991	Kirchhoff-D.	sdlg × ‘Dance Ballerina Dance’ × ‘Yuma’	Тетраплоид
‘El Desperado’	1991	Stamile	‘El Bandito’ × ‘Blackberry Candy’	Тетраплоид
‘Final Touch’	1991	Apps	sdlg × ‘Love’s Blush’	Диплоид
‘Frans Hals’	1995	Flory	‘Baggette’ × ‘Cornell’	Диплоид
‘Ledgewoods Jumstar’	2006	Abajian	‘Ledgewood’s Pansy Eye’ × ‘Jane Trimmer’	Тетраплоид
‘Macbeth’	2005	Heemskerck	-	Тетраплоид
‘Mini Stella’	1983	Jablonski	-	Диплоид
‘Moon Over Monteray’	1998	Salter	sdlg × ‘Alexandra’ × ‘Cody Wedgeworth’ × ‘Kathleen Salter’ × ‘Pure and Simple’	Тетраплоид
‘Night Embers’	1997	Stamile	‘Double Phelan’ × sdlg	Тетраплоид
‘Pandoras Box’	1980	Talbott	‘Prairie Blue Eyes’ × ‘Moment of Truth’ × ‘Apparition’ × ‘Moment of Truth’	Диплоид
‘Pardon Me’	1982	Apps	sdlg × ‘Little Grapette’	Диплоид
‘Prince Of Lemon’	-	-	-	-
‘Red Rum’	1974	Pittard-R	-	Диплоид
‘Sea of Cortez’	2002	Petit	‘Banquet at Versailles’ × ‘Arabian Magic’ × ‘Clothed in Glory’	Тетраплоид
‘Stella de Oro’	1975	Jablonski	-	Диплоид
‘Strawberry Candy’	1989	Stamile	‘Panache’ × ‘Siloam Virginia Henson’	Тетраплоид
‘Tooth’	2000	Hansen-D	sdlg × ‘Bela Lugosi’	Тетраплоид

**Примечание.** «-» – данные отсутствуют.

Таблица 2

**Комплексная оценка сортов лилейника гибридного в условиях культивирования**

Диагностический признак		Оценка признака с применением 5-балльной системы, балл	Переводной коэффициент по значимости признака	Оценка признака с применением 100-балльной системы, балл
Декоративные				
Окраска	цветка	5	2	10
Размер		5	1	5
Форма		5	2	10
Габитус растения		5	2	10
Высота цветоноса		5	2	10
Обилие цветения		5	3	15
Оригинальность сорта		5	1	5
Хозяйственно ценные				
Способность растения к размножению		5	1	5
Продолжительность цветения растения		5	2	10
Устойчивость растения к неблагоприятным условиям среды		5	2	10
Устойчивость растения к болезням и вредителям		5	2	10
Итого				100

Таблица 3

**Морфометрические параметры вегетативной сферы некоторых представителей рода *Heimerocallis* L.**

Сорта лилейников	Высота куста, см	Ширина куста, см	Длина листа, см	Ширина листа, см
'Arctic Snow'	63,3±5,94	94,8±1,70	77,9±2,32	2,7±0,08
Cv	18,77	3,59	8,93	8,96
'Bela Lugosi'	67,3±4,81	129,7±0,33	98,7±2,35	2,6±0,15
Cv	12,37	0,45	5,77	15,05
'Bestseller'	34,4±0,36	52,2±0,84	56,0±1,10	2,2±0,08
Cv	2,07	3,20	3,92	7,42
'Cherry Eyed Pumpkin'	56,1±0,41	103,2±1,73	84,9±0,26	2,7±0,05
Cv	1,78	3,36	0,74	4,43
'El Desperado'	68,5±8,50	70,5±0,50	78,2±2,96	2,7±0,16

Сорта лилейников	Высота куста, см	Ширина куста, см	Длина листа, см	Ширина листа, см
Cv	10,83	0,82	9,28	14,81
'Final Touch'	37,4±2,58	90,0±5,30	66,8±2,59	1,9±0,14
Cv	15,43	13,17	10,97	20,48
'Frans Hals'	44,3±2,29	110,3±7,37	63,0±4,01	1,7±0,13
Cv	12,74	17,69	18,00	21,30
'Ledgerwoods Jum-start'	58,6±6,95	81,2±2,60	70,2±2,89	3,0±0,27
Cv	20,56	5,55	7,14	14,14
'Macbeth'	45,4±0,93	74,5±0,81	72,3±6,56	2,8±0,33
Cv	5,40	2,88	22,22	29,40
'Moon Over Monteray'	51,7±0,59	69,4±1,09	69,9±0,64	2,2±0,10
Cv	2,54	3,51	1,58	6,43
'Mini Stella'	24,2±0,50	53,6±1,83	32,3±3,76	0,6±0,05
Cv	4,13	5,92	20,12	18,18
'Night Embers'	48,8±0,46	60,1±0,51	61,3±0,25	2,5±0,10
Cv	2,32	1,89	0,82	8,50
'Pandoras Box'	40,7±2,91	91,3±7,45	69,0±2,64	1,9±0,17
Cv	12,38	14,12	10,82	25,94
'Pardon Me'	41,0±1,08	75,2±0,51	55,2±1,18	2,0±0,12
Cv	5,28	1,37	3,69	12,21
'Prince of Lemon'	48,0±0,34	69,9±0,64	65,2±0,27	2,2±0,09
Cv	1,59	2,03	0,83	6,84
'Red Rum'	63,2±3,31	84,4±3,85	60,2±1,82	2,7±0,09
Cv	11,70	10,21	9,09	10,26
'Sea of Cortez'	66,2±0,58	68,9±0,27	85,0±3,55	3,2±0,15
Cv	2,30	0,96	9,34	9,85
'Stella De Oro'	42,0±0,56	69,9±0,37	39,5±1,26	1,5±0,22
Cv	2,97	1,17	5,52	31,69
'Strauberry Candy'	48,9±5,20	84,6±3,22	66,3±1,19	2,1±0,10
Cv	18,41	8,52	3,10	6,73
'Tooth'	63,6±0,63	89,2±0,60	86,6±0,38	3,3±0,06
Cv	1,96	1,17	0,77	3,13

**Морфометрические параметры генеративной сферы  
некоторых представителей рода *Heimerocallis* L.**

Сорта лилейников	Высота цветоноса, см	Толщина цветоноса, см	Диаметр цветка, см	Число цветоносов на 1 куст, шт.	Число цветков на 1 куст, шт.	Число цветков на цветоно- се, шт.
'Arctic Snow'	66,8±4,27	0,7±0,06	14,3±0,57	1,2±0,20	8,4±1,12	8,6±1,25
Cv	12,79	19,17	10,47	37,27	29,88	32,47
'Bela Lugosi'	72,3±2,26	0,8±0,04	14,7±0,33	3,6±1,60	19,3±0,67	8,0±0,97
Cv	7,66	10,40	3,94	99,38	5,97	29,58
'Bestseller'	56,7±0,49	0,7±0,03	9,6±0,53	1,5±0,29	14,8±0,63	6,5±0,50
Cv	1,74	8,66	11,12	38,49	8,53	10,88
'Cherry Eyed Pumpkin'	88,7±0,24	0,8±0,04	14,2±0,35	1,6±0,24	9,2±0,31	8,3±0,33
Cv	0,53	10,20	5,60	34,23	8,21	9,80
'El Desperado'	40,5±5,50	0,8±0,05	12,5±0,34	1,2±0,20	15,5±3,50	12,8±3,20
Cv	54,54	10,73	6,69	37,27	52,93	50,17
'Final Touch'	62,0±2,55	0,7±0,04	12,2±0,37	1,5±0,29	11,8±3,28	7,7±0,36
Cv	9,19	13,72	6,86	38,49	55,75	12,33
'Frans Hals'	56,3±4,94	0,4±0,02	11,8±0,85	2,5±0,68	8,5±1,50	6,5±0,27
Cv	26,33	13,14	14,53	77,09	24,96	11,63
'Ledgerwoods Jumstart'	83,7±1,88	0,8±0,03	14,3±1,16	1,8±0,25	7,0±1,00	6,5±1,50
Cv	3,89	6,93	14,04	28,57	24,74	32,64
'Macbeth'	77,0±0,45	0,8±0,03	11,3±0,33	1,3±0,21	8,8±0,17	8,7±0,21
Cv	1,55	10,21	7,20	38,73	4,62	5,96
'Moon Over Monterey'	60,6±0,99	0,7±0,06	14,9±0,52	1,3±0,25	6,3±0,63	5,5±0,5
Cv	3,26	14,29	6,04	40,00	20,13	12,86
'Mini Stella'	28,8±0,48	0,5±0,06	4,9±0,31	3,8±0,25	9,5±0,29	2,7±0,33
Cv	3,33	23,97	12,19	13,33	16,50	21,65
'Night Embers'	91,8±0,85	0,7±0,03	9,0±0,13	1,4±0,24	8,0±0,41	8,3±0,25
Cv	1,86	10,10	3,27	39,12	10,21	6,06
'Pandoras Box'	73,0±2,66	0,6±0,03	8,5±0,50	1,5±0,50	10,5±1,50	10,0±0,71
Cv	8,16	8,70	8,32	66,67	20,20	15,81
'Pardon Me'	42,0±2,48	0,4±0,02	8,6±0,24	2,5±0,29	23,0±1,22	5,8±0,63
Cv	11,83	13,44	5,70	23,09	10,65	21,88

Сорта лилейников	Высота цветоноса, см	Толщина цветоноса, см	Диаметр цветка, см	Число цветоносов на 1 куст, шт.	Число цветков на 1 куст, шт.	Число цветков на цветоно- се, шт.
'Prince of Lemon'	68,8±0,49	0,6±0,04	18,0±0,23	1,3±0,25	5,8±0,48	4,5±0,29
Cv	1,59	13,61	2,84	40,00	16,65	12,83
'Red Rum'	57,9±1,95	0,6±0,05	10,6±0,58	3,7±0,56	53,3±4,89	16,3±1,39
Cv	12,11	22,08	15,48	37,26	80,83	33,02
'Sea of Cortez'	68,0±0,28	0,8±0,21	16,0±0,22	1,2±0,17	7,0±0,26	6,8±0,31
Cv	1,00	38,73	3,15	34,99	9,04	11,02
'Stella De Oro'	44,0±0,58	0,8±0,04	6,7±0,16	3,6±0,24	15,5±0,34	3,7±0,33
Cv	2,27	10,21	6,02	15,21	5,40	15,75
'Strauberry Candy'	66,0±5,80	0,6±0,03	11,5±0,49	1,2±0,20	9,2±0,49	8,0±0,82
Cv	17,60	10,50	8,58	37,27	11,91	20,41
'Tooth'	82,0±0,65	0,8±0,04	17,1±0,22	1,3±0,25	8,8±0,25	8,0±0,71
Cv	1,59	10,21	2,55	40,00	5,71	17,68

Величина, или размер цветка, – относительно стабильный показатель, который является характерной особенностью сорта. Крупноцветковые лилейники оценивали более высоко (5 баллов), так как они создают больший декоративный эффект. Диаметр цветка изученных сортов лилейника гибридного варьирует от 4,9 ('Mini Stella') до 18,0 ('Prince of Lemon') см. По размеру цветка были выделены: мелкоцветковые лилейники – до 7,5 см в диаметре ('Mini Stella' и 'Stella de Oro'); среднецветковые – 7,5-11,5 см ('Red Rum', 'Pandoras Box', 'Bestseller', 'Pardon Me', 'Strauberry Candy', 'Night Embers', 'Macbeth'); крупноцветковые – 11,5-17,5 см ('Bela Lugosi', 'Artic Snow', 'Frans Hals', 'Final Touch', 'El Desperado', 'Moon Over Monterey', 'Tooth', 'Ledgewoods Jumstar', 'Cherry Eyed Pumpkin', 'Sea of Cortez'); с гигантскими цветками – свыше 17,5 см ('Prince of Lemon').

По признаку «Форма цветка» оценивали: расположение долей околоцветника относительно друг друга, форму долей околоцветника и форму края долей околоцветника, что придает оригинальность форме цветка. Различают 5 основных форм цветка лилейника [11]: звездчатая, или классическая; треугольная; округлая; паукообразная; махровая. В коллекции теневого сада ЮУБСИ УФИЦ РАН присутствуют только 4 формы: округлая ('Bestseller', 'Strawberry Candy', 'Bela Lugosi', 'Stella de Oro', 'Mini Stella' и др.); треугольная ('Artic Snow', 'El Desperado', 'Final Touch', 'Pardon Me', 'Red Rum'); звездчатая ('Frans Hals', 'Prince of Lemon'); махровая ('Night Embers'). Наибольшим количеством баллов (10) по данному параметру отличились сорта 'Night Embers', 'El Desperado', 'Moon Over Monterey', 'Ledgewoods Jumstar', 'Macbeth' и др.

Выделены следующие формы листьев: прямостоячие ('Bela Lugosi', 'El Desperado', 'Ledgewoods Jumstar', 'Moon Over Monterey', 'Night Embers', 'Red Rum', 'Strawberry Candy'); поникающие около верхушки ('Artic Snow', 'Bestseller', 'Cherry Eyed Pumpkin', 'Macbeth', 'Pardon Me', 'Prince of Lemon', 'Tooth'); поникающие с середины ('Final Touch', 'Frans Hals', 'Mini Stella', 'Pandoras Box', 'Sea of Cortez', 'Stella de Oro'). Высота куста колеблется от 24,2 ('Mini Stella') до 68,5 ('El Desperado') см, ширина куста

– от 52,2 ('Bestseller') до 129,7 ('Bela Lugosi') см. Длина листа варьирует от 32,3 ('Mini Stella') до 98,7 ('Bela Lugosi') см, ширина листа – от 0,6 ('Mini Stella') до 3,3 ('Tooth') см. Максимальный балл (10) по признаку «Габитус растения» получили сорта 'Bela Lugosi', 'El Desperado', 'Pandoras Box', 'Pardon Me', 'Red Rum', 'Stella de Oro', 'Tooth'.

Высота цветоноса по сортам изменяется от 28,8 ('Mini Stella') до 91,8 ('Night Embers') см, толщина цветоноса – от 0,4 ('Pardon Me') до 0,8 ('Tooth') см. В озеленении садов и парков населенных пунктов наиболее предпочтительны лилейники, у которых генеративные побеги находятся на уровне листьев. По высоте цветоноса наиболее высокая оценка (10 баллов) присвоена сортам 'Red Rum', 'Artic Snow', 'El Desperado', 'Frans Hals', 'Tooth', 'Pardon Me', 'Moon Over Monterey', цветоносы которых находятся на уровне листьев. У некоторых сортов цветоносы немного превышают длину листа и получают средний балл: это 'Bela Lugosi', 'Bestseller', 'Ledgerwoods Jumstar', 'Macbeth', 'Pandoras Box', 'Prince of Lemon', 'Strawberry Candy', 'Sea of Cortez', 'Stella de Oro', 'Mini Stella'. У трех сортов ('Night Embers', 'Cherry Eyed Pumpkin', 'Final Touch') цветоносные побеги сильно превышают длину листа и поэтому оцениваются более низким баллом.

Признак «Обилие цветения» имеет важнейшее значение, при его оценке учитывают общее количество цветков на растении [2]. Нами выявлено, что в условиях Башкирского Предуралья у лилейников на цветоносе формируется от 2,7 ('Mini Stella') до 16,3 ('Red Rum') цветков, число цветоносов колеблется от 1,2 ('Arctic Snow') до 3,8 ('Mini Stella') шт. на куст. Общее количество цветков на растении варьирует от 5,8 ('Prince of Lemon') до 53,3 ('Red Rum') шт. Наивысший балл (15) по данному признаку получили сорта с наиболее обильным цветением: 'Bela Lugosi', 'Bestseller', 'El Desperado', 'Final Touch', 'Pandoras Box', 'Pardon Me', 'Red Rum', 'Stella de Oro'.

Не менее важен такой признак, как «Оригинальность сорта» (махровость, необычная окраска или форма цветка и т.п.). Такими качествами характеризуются сорта 'Artic Snow', 'Bestseller', 'Cherry Eyed Pumpkin', 'El Desperado', 'Ledgewoods Jumstar', 'Moon Over Monterey', 'Night Embers', 'Prince of Lemon', которые получили высшую оценку (5 баллов) по этому признаку.

Главным способом размножения лилейника является деление куста, поэтому способность к разрастанию определяет скорость их размножения. Максимальный балл (5) по признаку «Способность к размножению» получили сорта, отличающиеся высокой способностью к разрастанию: 'Frans Hals', 'Pandoras Box', 'Red Rum', 'Stella de Oro', 'Bela Lugosi', 'Final Touch', 'Mini Stella', 'Pardon Me'.

Цветение одного куста зависит от количества цветоносов и количества цветков на каждой оси соцветия. Продолжительность цветения растений является определяющей для создания максимального декоративного эффекта озеленительных посадок [12, 14]. Сравнительно непродолжительный период цветения (<25 дней) наблюдали у сортов 'Cherry Eyed Pumpkin', 'Ledgewoods Jumstar', 'Mini Stella', 'Moon Over Monterey', 'Night Embers', 'Pandoras Box', 'Prince of Lemon', 'Sea of Cortez', 'Strawberry Candy'. Большим декоративным эффектом обладают сорта, имеющие длительный период цветения (25 и более дней): 'Artic Snow', 'Bela Lugosi', 'Bestseller', 'El Desperado', 'Final Touch', 'Frans Hals', 'Macbeth', 'Pardon Me', 'Red Rum', 'Stella de Oro', 'Tooth'. Этим сортам была присвоена наиболее высокая оценка (10 баллов) по признаку «Продолжительность цветения».

Лилейники обладают высокой устойчивостью в условиях г. Уфы, зимостойки (зимуют без укрытия), засухоустойчивы, поэтому все изученные сорта получили наивысший балл (10) по признаку «Устойчивость к неблагоприятным условиям».

У исследованных сортов не отмечены случаи поражения вредителями и болезнями, поэтому все таксоны получили максимальный балл (10) по признаку «Устойчивость к болезням и вредителям».

Таким образом, в результате проведенной комплексной сортооценки изученных сортов лилейника выявлено, что минимальное количество баллов (менее 80) набрали 3 таксона: 'Night Embers', 'Prince Of Lemon', 'Strawberry Candy' (табл. 5). Эти сорта относятся к малоперспективным и характеризуются низкими декоративными и хозяйственно ценными качествами: слабой интенсивностью вегетативного размножения, необильным и непродолжительным цветением.

Таблица 5

**Комплексная оценка, балл, сортов *Hemerocallis hybrida hort.* в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья**

Сорт	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
'Arctic Snow'	10	3	8	8	10	12	5	3	10	10	10	89
'Bela Lugosi'	10	5	10	10	8	15	3	5	10	10	10	96
'Bestseller'	6	5	10	8	8	15	5	3	10	10	10	90
'Cherry Eyed Pumpkin'	8	5	10	8	6	12	5	3	8	10	10	85
'El Desperado'	8	3	8	10	10	15	5	3	10	10	10	92
'Final Touch'	6	5	8	8	6	15	3	5	10	10	10	86
'Frans Hals'	8	5	6	8	10	12	3	5	10	10	10	87
'Ledgewoods Jumstar'	10	5	10	10	8	12	5	3	8	10	10	91
'Macbeth'	8	3	10	8	8	12	3	3	10	10	10	85
'Mini Stella'	6	5	10	8	8	12	3	5	8	10	10	85
'Moon Over Monteray'	10	5	10	8	10	12	5	3	8	10	10	91
'Night Embers'	6	3	10	6	6	12	5	3	8	10	10	79
'Pandoras Box'	6	3	10	10	8	15	3	5	8	10	10	88
'Pardon Me'	10	5	8	10	10	15	3	5	10	10	10	96
'Prince Of Lemon'	6	3	6	8	8	12	5	3	8	10	10	79
'Red Rum'	6	5	8	10	10	15	3	5	10	10	10	92
'Sea of Cortez'	6	3	10	8	8	12	3	3	8	10	10	81
'Stella de Oro'	6	5	10	10	8	15	3	5	10	10	10	92
'Strawberry Candy'	6	3	8	8	8	12	3	3	8	10	10	79
'Tooth'	6	3	10	10	10	12	3	3	10	10	10	87

**Примечание.** А – окраска цветка; В – размер цветка; С – форма цветка; D – габитус растения; E – высота цветоноса; F – обилие цветения; G – оригинальность; H – способность к размножению; I – продолжительность цветения; G – устойчивость к неблагоприятным условиям; K – устойчивость к болезням и вредителям; L – комплексная оценка.

От 80 до 89 баллов набрали 9 сортов: ‘Artic Snow’, ‘Cherry Eyed Pumpkin’, ‘Final Touch’, ‘Frans Hals’, ‘Macbeth’, ‘Mini Stella’, ‘Pandoras Box’, ‘Sea Of Cortez’, ‘Tooth’ (табл. 5). Данные сорта относятся к среднеперспективным. Они могут применяться в декоративном цветоводстве наряду с высокоперспективными сортами, так как незначительно отличаются от последних по декоративным и хозяйственно ценным качествам. Эти сорта характеризуются немного более низкими показателями по окраске, размеру и форме цветков, а также продолжительности и продуктивности цветения.

Максимальное количество баллов (более 89) набрали 8 сортов: ‘Bela Lugosi’, ‘Bestseller’, ‘El Desperado’, ‘Ledgewoods Jumstar’, ‘Moon Over Monterey’, ‘Pardon Me’, ‘Red Rum’, ‘Stella de Oro’. Они обладают высокими декоративными и хозяйственно ценными качествами и относятся к высокоперспективным (рис. 1), отличаются яркой окраской и оригинальной формой цветка, обильным и продолжительным цветением, прочным цветоносом, высокой репродуктивной способностью. Данные сорта являются наиболее перспективными для использования в различных видах цветочного оформления в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья.



**Рис. 1.** Сорта лилейника гибридного в коллекции ЮУБСИ УФИЦ РАН:  
 1 – ‘Pardon Me’; 2 – ‘Cherry Eyed Pumpkin’; 3 – ‘Macbeth’; 4 – ‘Artic Snow’;  
 5 – ‘Frans Hals’; 6 – ‘Ledgewoods Jumstar’; 7 – ‘Bestseller’; 8 – ‘El Desperado’; 9 – ‘Tooth’

## Выводы

В результате проведения комплексной оценки декоративных и хозяйственно ценных признаков 20 сортов лилейника гибридного выявлено 3 малоперспективных сорта ('Night Embers', 'Prince of Lemon', 'Strawberry Candy'); 9 среднеперспективных ('Artic Snow', 'Cherry Eyed Pumpkin', 'Final Touch', 'Frans Hals', 'Macbeth', 'Mini Stella', 'Pandoras Box', 'Sea of Cortez', 'Tooth') и 8 высокоперспективных ('Bela Lugosi', 'Bestseller', 'El Desperado', 'Ledgewoods Jumstar', 'Moon Over Monteray', 'Pardon Me', 'Red Rum', 'Stella de Oro').

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» № FMRS-2022-0072.*

## Библиографический список

1. Американское Общество Лилейника (American Hemerocallis Society). 2022. – [Электронный ресурс]. – URL: [http:// www.daylilies.org](http://www.daylilies.org) (дата обращения: 04.04.2022).
2. Антропова Н.В. Продолжительность и продуктивность цветения элитных гибридов лилейника *Hemerocallis L.* в условиях лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 9 (203). – С. 25-29. – DOI 10.53083/1996-4277-2021-203-09-25-29.
3. Вронская О.О. Интродукция редких и исчезающих видов в Кузбасском ботаническом саду / О.О. Вронская Т.В. Роднова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2019. – № 18. – С. 566-569.
4. Лысенко А.Н. Оценка декоративности цветущих композиций, сконструированных в условиях Предбайкалья / А.Н. Лысенко И.С. Шеметова Е.С. Романова Ш.К. Хуснидинов И.И. Шеметов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5. – С. 116-120.
5. Минин А.А. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России / А.А. Минин А.А. Ананин Ю.А. Буйволов Е.Г. Ларин П.А. Лебедев Н.В. Поликарпова И.В. Прокошева М.И. Руденко И.И. Сапельникова В.Г. Федотова Е.А. Шуйская М.В. Яковлева О.В. Янцер // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2020. – Т. 5, № 4. – С. 89-110.
6. Пятинина И.С. Биология некоторых представителей рода *Hemerocallis L.* при интродукции в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН / И.С. Пятинина А.А. Реут // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Труды VII Международной научной конференции. – Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2020. – С. 106-108.
7. Пятинина И.С. Исследование элементного состава растений рода *Hemerocallis L.*, произрастающих на территории Республики Башкортостан / И.С. Пятинина Р.И. Бастамова А.А. Реут Л.М. Сафиуллина Э.Р. Шакурова // Вестник Башкирского университета. – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 944-949.
8. Репецкая А.И. Перспективные сорта *Narcissus hybridus hort.* для массового озеленения в Предгорном Крыму / А.И. Репецкая Е.А. Кравчук А.И. Голубева // Hortus botanicus. – 2016. – Т. 11. – С. 213-224.
9. Решетникова Л.Ф. Итоги сортоизучения и сортооценки *Iris hybrida hort.* коллекции Ботанического сада Крымского федерального университета им. В.И.

Вернадского // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 12. – С. 17-23.

10. Решетникова Л.Ф. О результатах сортооценки лилейника гибридного (*Heemerocallis hybrida hort.*) в условиях предгорной зоны Крыма / Л.Ф. Решетникова А.Д. Химченко // Экосистемы. – 2016. – № 8 (38). – С. 88-93.

11. Русинова Т.С. Лилейник. – М.: АСТ: Астрель, 2005. – 175 с.

12. Сатиков Е.Я. Оценка декоративности и биологических свойств сортов лилейника гибридного в Алтайском ботаническом саду / Е.Я. Сатиков М.Б. Турабжанова Б.Б. Кубентаева // Приволжский научный вестник. – 2016. – № 8 (60). – С. 35-40.

13. Седельникова Л.Л. Генетические ресурсы Красодневоых (*Heemerocallida-seae*) при интродукции в Западной Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 10. – С. 114-120.

14. Улановская И.В. К вопросу комплексной оценки сортов *Heemerocallis × hybrida hort.* при культивировании в условиях Южного берега Крыма / И.В. Улановская // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – № 128. – С. 55-61.

15. Li, X. *et al.* Progress of genus *Heemerocallis* in traditional uses, phytochemistry, and pharmacology // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. – 2021. – С. 1-17.

## COMPLEX ASSESSMENT OF *HEMEROCALLIS HYBRIDA HORT.* CULTIVARS UNDER THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE BASHKIR CIS-URALS

I.S. PYATINA, A.A. REYT, O.YU. ZHIGUNOV, A.V. KRYUKOVA,  
I.E. ANISHCHENKO, Z.KH. SHIGAPOV

(South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre  
of Russian Academy of Sciences)

*A comprehensive assessment and selection of the most valuable taxa suitable for use in landscaping under certain natural and climatic conditions is one of the most important tasks of introduction studies of ornamental plants. The article presents the results of a comprehensive variety assessment, a study of the seasonal rhythm of growth and development, and morphometric characteristics of 20 hybrid daylily varieties (Heemerocallis hybrida hort.) in the South-Ural Botanical Garden-Institute of UFRS RAS. An assessment of the decorative and economically valuable qualities of daylily varieties was given on a 100-point scale, including 11 traits: color, size and shape of a flower, plant habitus, height of the flower stalk, abundance of flowering, originality, reproductive ability, duration of flowering, sustainability in unfavorable conditions, resistance to diseases and pests. As a result of our variety assessment of Heemerocallis hybrida hort., the entire studied assortment was divided into 3 groups according to the prospects for use in decorative floriculture. 8 highly promising varieties ('Bela Lugosi', 'Bestseller', 'El Desperado', 'Ledgewoods Jumstar', 'Moon Over Monterey', 'Pardon Me', 'Red Rum', 'Stella de Oro') have been identified for cultivation under conditions of Bashkortostan Republic. They are distinguished by their bright color and original flower shape, abundant and long flowering, strong peduncle, and high reproductive capacity. Nine varieties are characterized by medium prospects ('Artic Snow', 'Cherry Eyed Pumpkin', 'Final Touch', 'Frans Hals', 'Macbeth', 'Mini Stella', 'Pandoras Box', 'Sea of Cortez', 'Tooth'); 3 – are unpromising ('Night Embers', 'Prince of Lemon', 'Strawberry Candy'). All studied varieties can be used in various types of flower decoration under the conditions of the Bashkir Cis-Urals.*

**Key words:** genus *Heemerocallis*, introduction, variety study, complex assessment, decorative and economically valuable traits.

## References

1. Amerikanskoe Obschestvo Lileynika (American Hemerocallis Society). 2022. [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.daylilies.org> (data obrashcheniya: 04.04.2022).
2. Antropova N.V. Prodolzhitel'nost' i produktivnost' tsveteniya elitnykh gibridov lileynika *Hemerocallis* L. v usloviyakh lesostepi Altayskogo kraya [The duration and productivity of flowering of elite hybrids of the daylily *Hemerocallis* L. in the conditions of the forest-steppe of the Altai Territory]. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2021; 9(203): 25–29. DOI 10.53083/1996-4277-2021-203-09-25-29. (In Rus.)
3. Vronskaya O.O., Rodnova T.V. Introduktsiya redkikh i ischezayushchikh vidov v Kuzbasskom botanicheskom sadu [Introduction of rare and endangered species in the Kuzbass botanical garden]. Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii. 2019; 18: 566–569. (In Rus.)
4. Lysenko A.N., Shemetova I.S., Romanova E.S., Khusnidinov Sh.K., Shemetov I.I. Otsenka dekorativnosti tsvetushchikh kompozitsiy, skonstruirovannykh v usloviyakh Predbaykal'ya [The ornamental assessment of the flowering compositions designed in Pred-Baikalia conditions]. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnoyarsk. 2015; 5: 116–120. (In Rus.)
5. Minin A.A., Ananin A.A., Buyvolov Yu.A., Larin E.G., Lebedev P.A., Polikarpova N.V., Prokosheva I.V., Rudenko M.I., Sapel'nikova I.I., Fedotova V.G., Shuyskaya E.A., Yakovleva M.V., Yantser O.V. Rekomendatsii po unifikatsii fenologicheskikh nablyudeniy v Rossii [Recommendations to unify phenological observations in Russia]. Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka. 2020; 5 (4): 89–110. (In Rus.)
6. Pyatina I.S., Reut A.A. Biologiya nekotorykh predstaviteley roda *Hemerocallis* L. pri introduktsii v Yuzhno-Ural'skom botanicheskom sadu-institute UFITs RAN [Biology of some representatives of the genus *Hemerocallis* L. when introduced in the South-Ural botanical garden-institute of UFRC RAS]. Problemy izucheniya rastitel'nogo pokrova Sibiri: Trudy VII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Tomsk: Natsional'nyy issledovatel'skiy Tomskiy gosudarstvennyy universitet. 2020: 106–108. (In Rus.)
7. Pyatina I.S., Bastamova R.I., Reut A.A., Safiullina L.M., Shakurova E.R. Issledovanie elementnogo sostava rasteniy roda *Hemerocallis* L., proizrastayushchikh na territorii Respubliki Bashkortostan [Study of elemental composition of genus *Hemerocallis* L. plants growing on the territory of the Republic of Bashkortostan]. Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2021; 26 (4): 944–949. (In Rus.)
8. Repetskaya A.I., Kravchuk E.A., Golubeva A.I. Perspektivnye sorta *Narcissus hybridus* hort. dlya massovogo ozeleneniya v Predgornom Krymu [Prospective varieties of *Narcissus hybridus* hort. suitable for mass growing in Piedmont Crimea]. Hortus botanicus. 2016; 11: 213–224. (In Rus.)
9. Reshetnikova L.F. Itogi sortoizucheniya i sortootsenki *Iris hybrida* hort. kolektsii Botanicheskogo sada Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo [Final results of research on varieties and evaluation of varieties of collection of *Iris hybrida* hort. grown in botanical garden of Crimean federal university named after V.I. Vernadsky]. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015; 12: 17–23. (In Rus.)
10. Reshetnikova L.F., Khimchenko A.D. O rezul'tatakh sortootsenki lileynika gibridnogo (*Hemerocallis hybrida* hort.) v usloviyakh predgornoy zony Kryma [The results of the estimation of *Hemerocallis hybrida* hort. sorts in the foothill zone of the Crimea]. Ekosistemy. 2016; 8 (38): 88–93. (In Rus.)
11. Rusinova T.S. Lileyniki [Daylilies]. Moscow: AST Astrel', 2005: 175. (In Rus.)
12. Satekov E.Ya., Turabzhanova M.B., Kubentaeva B.B. Otsenka dekorativnosti i biologicheskikh svoystv sortov lileynika gibridnogo v Altayskom botanicheskom

sadu [Evaluation of decorative and biological properties of the varieties of *Hemerocallis hybrida* in the Altay botanical garden]. Privolzhskiy nauchnyy vestnik. 2016; 8 (60): 35–40. (In Rus.)

13. *Sedel'nikova L.L.* Geneticheskie resursy Krasodnevoykh (Hemerocallidaceae) pri introduktsii v Zapadnoy Sibiri [Day-lily genetic resources (Hemerocallidaceae) at the introduction in Western Siberia]. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017; 10: 114–120. (In Rus.)

14. *Ulanovskaya I.V.* K voprosu kompleksnoy otsenki sortov *Hemerocallis* × *hybrida* hort. pri kul'tivirovaniy v usloviyakh Yuzhnogo berega Kryma [On the issue of complex evaluation of *Hemerocallis* x *hybrida* hort. under the conditions of the Southern coast of the Crimea]. Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. 2018; 128: 55–61. (In Rus.)

15. *Li X., Jiang Sh., Cui J., Qin X., Zhang G.* Progress of genus *Hemerocallis* in traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2021: 1–17.

**Пятина Ирина Сергеевна**, инженер лаборатории интродукции и селекции цветочных растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (450080, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: [katakana@mail.ru](mailto:katakana@mail.ru)).

**Реут Антонина Анатольевна**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (450080, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: [cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru)).

**Жигунов Олег Юрьевич**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (450080, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: [zhigunov2007@yandex.ru](mailto:zhigunov2007@yandex.ru)).

**Крюкова Анастасия Владимировна**, канд. биол. наук, младший научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (450080, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: [anastasiya.ufa@bk.ru](mailto:anastasiya.ufa@bk.ru)).

**Анищенко Ирина Евгеньевна**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (450080, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: [irina6106@mail.ru](mailto:irina6106@mail.ru)).

**Шигапов Зиннур Хайдарович**, д-р биол. наук, директор, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (450080, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: shigapov@anrb.ru).

**Irina S. Pyatina**, engineer of the Laboratory for the introduction and selection of floral plants, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (450080, Russian Federation, Ufa, st. Mendeleev, 195, build. 3; e-mail: katakena@mail.ru).

**Antonina A. Reut**, candidate of biological sciences, leading researcher of the Laboratory for the introduction and selection of floral plants, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (450080, Russian Federation, Ufa, st. Mendeleev, 195, build. 3, e-mail: cvetok.79@mail.ru).

**Oleg Yu. Zhigunov**, candidate of biological sciences, senior researcher of the Laboratory of wild flora and introduction of herbaceous plants, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (450080, Russian Federation, Ufa, st. Mendeleev, 195, build. 3, e-mail: zhigunov2007@yandex.ru).

**Anastasiya V. Kryukova**, candidate of biological sciences, junior researcher of the Laboratory of wild flora and introduction of herbaceous plants, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (450080, Russian Federation, Ufa, st. Mendeleev, 195, build. 3, e-mail: anastasiya.ufa@bk.ru).

**Irina Ev. Anishchenko**, candidate of biological sciences, leading researcher of the Laboratory of wild flora and introduction of herbaceous plants, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (450080, Russian Federation, Ufa, st. Mendeleev, 195, build. 3, e-mail: irina6106@mail.ru).

**Zinnur Kh. Shigapov**, doctor of biological sciences, director, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of Russian Academy of Sciences (450080, Russian Federation, Ufa, st. Mendeleev, 195, build. 3, e-mail: shigapov@anrb.ru).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕКОРАТИВНЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ АЛТАЯ В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКА

Т.И. ФОМИНА

(Центральный сибирский ботанический сад СО РАН)

*Интродукция декоративных растений природной флоры для обогащения региональных ассортиментов в условиях урбанизированной среды – актуальное направление исследований. Подведены итоги многолетнего испытания в Новосибирске 40 видов многолетников, привлеченных из природных местообитаний Алтая. Выявлены особенности фенологического развития видов. Сезонные ритмы устойчивы, представлены 3 длительновегетирующих феноритмотипа и 5 групп по срокам начала цветения. Большинство алтайских видов характеризуется весенне-летнезеленым феноритмотипом (50%), рано возобновляет вегетацию (третья декада апреля) и поздно ее завершает (конец сентября–середина октября), цветет в поздневесенний или раннелетний период (27,5 и 32,5, соответственно). Продолжительность префлорального периода, как показатель интенсивности развития многолетника, закономерно увеличивается от 8–18 дней для раноцветущих видов до 79–99 дней – для поздноцветущих. Установлена высокая вариабельность сроков фенофаз и межфазных периодов развития, кроме длительности вегетации (6,5% в среднем), свидетельствующая об активной адаптации растений к местным условиям. Среди испытанных не плодоносят 4, слабо разрастаются 22 вида. По репродуктивной способности и устойчивости в культуре 2 вида оценены как малоперспективные, 22 пригодны для выращивания в лесостепи Западной Сибири на среднем агрофоне, 16 – при подборе микроклиматических условий и проведении мероприятий по поддержанию в посадках. В целом менее устойчивы и долговечны из алтайских видов мезопсихрофиты из высокогорного пояса, а также некоторые ксеропетрофиты: первые чувствительны к повышенным температурам и сухости в летний период, вторые страдают от глубокого снежного покрова в Новосибирске.*

**Ключевые слова:** Алтай, декоративные многолетники, фенологическое развитие, репродуктивная способность, экологические группы, устойчивость.

### Введение

Дикорастущие декоративные растения издавна использовались для улучшения среды обитания человека, но особую популярность приобрели в связи с современной тенденцией природного акцента в ландшафтном дизайне. Красота, функциональность и экономическая целесообразность обеспечивают успешное применение дикоросов в озеленении, в том числе за рубежом [17]. Формирование региональных ассортиментов основано на интродукционном опыте ботанических садов, использующих эколого-географический и эколого-ценотический подходы [9, 11, 16]. Привлечение в культуру объектов различного происхождения с последующим отбором перспективных видообразцов остается актуальным направлением исследований [4, 12].

Фенологическое развитие и репродуктивная способность интродуцентов служат основными маркерами их успешности в конкретных природно-климатических условиях. Кроме того, рекомендуемые многолетники должны быть неприхотливыми, устойчивыми и долговечными в культуре, обеспечивать декоративный эффект при минимальном уходе. Продолжительное декоративное состояние композиций достигается сочетанием растений с различными сроками вегетации и цветения [3, 18].

В Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН формирование коллекции декоративных растений природной флоры начато в середине 90-х гг. В настоящее время в ней представлено около 280 видов, форм и образцов, мобилизованных из природных популяций и культивируемых ареалов. Результаты исследований показали, в частности, перспективность североамериканской флоры как источника поздноцветущих, длительновегетирующих и неприхотливых в культуре многолетников [14]. Хорошо адаптировались к более мягким условиям лесостепи Западной Сибири многие виды забайкальской флоры [15].

Большой интерес для пополнения коллекции и расширения исследований представляла богатейшая флора Алтая. В Новосибирске испытаны более 40 видов, привлеченных живыми растениями или семенами из различных эколого-ценотических условий. Наблюдения показали, что растения с равнинных и низкогорных местообитаний в целом отличаются более высоким уровнем жизнеспособности. Напротив, многие обитатели высокогорного пояса оказались недостаточно устойчивыми в условиях лесостепи.

Цель исследований заключалась в обобщении результатов изучения декоративных видов флоры Алтая при интродукции в Новосибирск.

### Методика исследований

Объектами исследований послужили 39 видов травянистых поликарпиков и 1 полукустарничек *Thymus altaicus*, дико произрастающие на территории Республики Алтай и Алтайского края. Большинство из них обитают в луговых, степных, лесопушечных и скально-россыпных сообществах равнин и низкогорий. Это мезофиты – 9 видов (22,5%), мезоксерофиты – 15 видов (37,5%), ксерофиты – 6 видов (15,0%) и мезогигрофиты – 3 вида (7,5%). Мезопсихрофиты (7 видов, 17,5%) мобилизованы из высокогорного пояса (табл. 1). В коллекции ботанического сада все многолетники выращиваются на среднем агрофоне: при посадке вносится органо-минеральная смесь, поверхность мульчируется торфом, проводятся поливы до укоренения растений. В дальнейшем посадки содержатся при естественном увлажнении, с регулярными прополками и рыхлением почвы в междурядьях в течение вегетационного периода.

Сбор материала проводили в 1997–2017 гг. При изучении поведения видов в культуре использовали общепринятые методики фенонаблюдений за травянистыми многолетними растениями [1] и описания феноритмотипов [5]. Экологические группы выделяли по работе А.В. Куминовой [8]. Оценку интродукционной способности и перспективности видов проводили в соответствии с методикой Главного ботанического сада РАН [6]. Названия видов приведены в соответствии с «Конспектом...» [7].

Климат Новосибирска – континентальный со среднегодовой температурой воздуха 0,2°C. Зима умеренно-холодная при среднемесячных температурах –16...–19°C. Высокий снежный покров (37 см в среднем) предохраняет почву от сильного промерзания. Средняя температура летних месяцев составляет 16–19°C. Увлажнение – недостаточное, ГТК = 1,0. В теплый период года выпадает 338 мм осадков, причем летом в основном в виде ливневых дождей, неблагоприятно влияющих на развитие и декоративные качества травянистых растений. Безморозный период длится в среднем 119 дней [2, 10].

### Результаты и их обсуждение

Степень адаптации растений при переносе в культуру оценивается главным образом по ритмам сезонного развития: полноте фенофаз, характеру феноритмотипа и его соответствию местным природно-климатическим условиям.

У исследованных видов алтайской флоры в Новосибирске реализуется полный сезонный цикл. Феноритмотипы – длительновегетирующие, свойственные травянистым многолетникам лесостепи Западной Сибири, причем весенне-летнезеленый феноритмотип доминирует [13].

Вегетация возобновляется весной у большинства видов рано, вскоре после схода снежного покрова – в третьей декаде апреля, но не позже первой декады мая у видов со средними сроками отрастания. Отмечена устойчивость к возвратным понижениям температур, которые не оказывают заметного влияния не только на рост, но и на генеративное развитие ранцветущих многолетников.

Таблица 1

**Виды алтайской флоры в коллекции ЦСБС СО РАН**

Вид	Происхождение образца	Экологическая группа
<i>Achillea millefolium</i> L.	РА, Чемальский, 1997, р	мезоксерофит
<i>Aconitum barbatum</i> Pers.	РА, Улаганский, 2005, р	« »
<i>Actaea cimicifuga</i> L.	РА, Шебалинский, 2008, р	мезофит
<i>Aizopsis hybrida</i> (L.) Grulich	РА, Турочакский, 2002, р	ксерофит
<i>Allium altaicum</i> Pall.*	РА, Улаганский, 2005, р	мезоксерофит
<i>A. bidentatum</i> Fisch. ex Prokh.*	РА, Чемальский, 1997, р	ксерофит
<i>A. nutans</i> L.	РА, Майминский, 2003, р	мезоксерофит
<i>A. rubens</i> Schrad. ex Willd.	РА, Улаганский, 2005, р	ксерофит
<i>A. strictum</i> Schrader	« »	мезоксерофит
<i>Anemone sylvestris</i> L.	АК: Советский, 2011, р; Курьинский, 2014, р	« »
<i>Aquilegia glandulosa</i> Fisch. ex Link*	РА, Улаганский, 2005, р	мезопсихрофит
<i>A. sibirica</i> Lam.*	« »	мезофит
<i>Aster alpinus</i> L.	« »	мезоксерофит
<i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch*	РА, Шебалинский, 2000, р	мезогигрофит
<i>Brunnera sibirica</i> Stev.*	РА, Турочакский, 2011, р	« »
<i>Campanula altaica</i> Ledeb.	РА: Семинский хребет и Улаганский, 2005, р; АК: Курьинский и Краснощековский, 2014, р	мезофит
<i>C. glomerata</i> L.	РА, Улаганский, 2005, р	« »
<i>C. rotundifolia</i> L.	РА, Улаганский, 2008, р	« »

Вид	Происхождение образца	Экологическая группа
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> Herbich.	РА, Чемальский, 1997, р	мезоксерофит
<i>Comarum salesovianum</i> (Steph.) Asch. et Graebn.*	АК, Курьинский, 2014, р	« »
<i>Draba sibirica</i> (Pall.) Thell.	РА, Улаганский, 2005, р	мезофит
<i>Dracosephalum grandiflorum</i> L.*	РА: Горно-Алтайский ботанический сад, 2000, р; Улаганский, 2005, р	мезопсихрофит
<i>D. ruyschiana</i> L.	РА, Чемальский, 2000, с	мезоксерофит
<i>Hylotelephium ewersii</i> (Ledeb.) H. Ohba*	РА, Чемальский, 1997, р	мезопсихрофит
<i>Iris bloudowii</i> Ledeb.*	РА, Улаганский, 2005, р	мезоксерофит
<i>I. ruthenica</i> Ker-Gawl.	АК, Краснощековский, 2014, р	« »
<i>Leontopodium leontopodioides</i> (Willd.) Beauverd*	РА, Улаганский, 2005, р	ксерофит
<i>Ligularia glauca</i> (L.) O. Hoffm.	АК, Троицкий, 2017, р	мезофит
<i>Lilium pilosiusculum</i> (Freyn) Misch.	РА, Улаганский, 2005, р	« »
<i>Nepeta sibirica</i> L.	« »	мезоксерофит
<i>Patrinia sibirica</i> (Pall.) Thell.*	« »	мезопсихрофит
<i>Polemonium caeruleum</i> L.	РА, Чемальский, 2000, с	мезоигрофит
<i>Primula macrocalyx</i> Bunge	РА, Улаганский, 2005, 2008, р	мезофит
<i>P. pallasii</i> Lehm.*	РА, Улаганский, 2005, р	мезопсихрофит
<i>Sanguisorba alpina</i> Bunge*	РА, Семинский перевал, 2000, р	« »
<i>Thalictrum petaloideum</i> L.	РА, Улаганский, 2005, р	мезоксерофит
<i>Thymus altaicus</i> Klokov et Shost.*	« »	ксерофит
<i>Veronica incana</i> L.	РА, Горно-Алтайский ботанический сад, 2000, р	« »
<i>Veronica porphyriana</i> Pavl.*	РА, Улаганский, 2005, р	мезоксерофит
<i>Viola altaica</i> Ker-Gawl.*	РА: Семинский хребет, 2000, р; Улаганский, 2005, р	мезопсихрофит

**Примечание.** РА – Республика Алтай; АК – Алтайский край; р – растениями; с – семенами. \*Виды, отсутствующие во флоре Новосибирской области.

По срокам вступления в фазу цветения выделены 5 ритмологических групп: ранневесенняя (первая половина мая), поздневесенняя (вторая половина мая – начало июня), раннелетняя (июнь), летняя (конец июня – первая половина июля) и поздне-летняя (вторая половина июля). Ранневесенняя и летняя группы включают в себя по 6 видов (15%), поздневесенняя – 11 (27,5%), раннелетняя – 13 (32,5%), поздне-летняя – 4 вида (10%). Продолжительность префлорального периода, как показатель интенсивности развития многолетника, закономерно увеличивается от 8–18 дней для раноцветущих до 79–99 дней – для поздноцветущих видов.

Длительность цветения алтайских видов существенно различается (табл. 2). Период цветения короче в весенних группах и варьируется от одной недели (*Iris ruthenica*) до одного месяца (*Brunnera sibirica*, *Polemonium caeruleum*). У раннелетних видов длительность этой фазы наиболее изменчива и составляет в среднем 9–11 дней для *Campanula altaica* и *Lilium pilosiusculum*, но 78 дней – для *Achillea millefolium*. Летние виды цветут в среднем в течение 22–61 дней, позднелетние – 30–58 дней. Большую ценность представляют многолетники, цветущие более 1,5 месяца и обеспечивающие длительный декоративный эффект (8 видов). Более того, их цветение приходится на июль-сентябрь, когда большинство видов в коллекции уже отцвело и конкурируют лишь представители североамериканской флоры.

Продолжительность вегетации, как и цветения, определяет период декоративности растений. В соответствии с феноритмотипами среди многолетников открытого грунта предложено различать нестабильно декоративные (коротковегетирующие), ограниченно стабильно декоративные (весенне-летнезеленые) и стабильно декоративные (весенне-летне-зимнезеленые) [3].

В коллекции алтайских видов коротковегетирующие виды отсутствуют, половина приходится на весенне-летнезеленый феноритмотип, а другая распределяется поровну между осенне- и зимнезелеными видами. При этом длительность вегетации последних ограничена осенью датой установления снежного покрова (начало ноября), тогда как у летнезеленых видов она заканчивается в разные сроки. В условиях Новосибирска большинство из них прекращает вегетацию с наступлением сильных заморозков в конце сентября – середине октября, обеспечивая стабильный декоративный эффект. Лишь у 5 видов сезонный цикл развития завершается естественно, в силу эндогенных причин, до прихода осени (табл. 2).

Важными характеристиками сезонных ритмов при адаптации к новым условиям являются их устойчивость, диапазон колебания фенодат и межфазных периодов. Пределы варьирования этих показателей на видовом уровне отражают различную степень зависимости растений в разные фазы сезонного цикла от комплекса внешних факторов.

Наибольшая изменчивость при введении в культуру алтайских видов выявлена для дат весеннего отрастания, начала и длительности цветения, в меньшей степени – для префлорального периода и фазы созревания семян. Длительность вегетации – самый стабильный признак сезонного развития, который варьирует у подавляющего числа видов на низком уровне, составляя в среднем 6,5%. Ранее эта закономерность отмечена нами и для забайкальских интродуцентов [15].

Феноспектры видов из различных ритмологических групп, представленные на рисунке 1, демонстрируют характерные особенности алтайских многолетников: раннее отрастание; цветение преимущественно весной – в первой половине лета; продолжительную вегетацию. У привлеченных видов в Новосибирске фенологическое развитие вполне устойчивое. Однако для перспективных декоративных многолетников необходима также способность поддерживаться в культуре за счет вегетативного разрастания или самосева. В противном случае их трудно сохранять в научных коллекциях, а в городских условиях созданные из них композиции будут весьма недолговечными.

**Характеристика фенологических признаков и репродуктивной способности  
алтайских видов в Новосибирске**

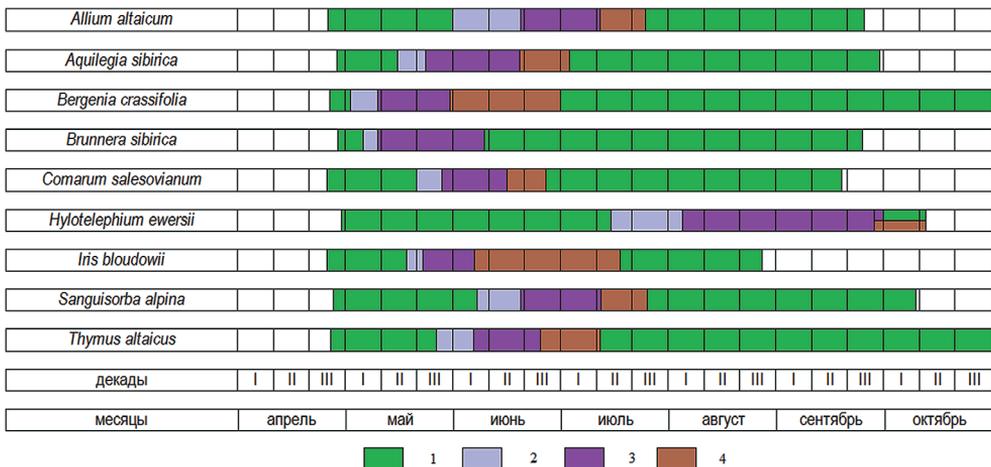
Вид	Феноритмотип	Сроки цветения	Период цветения, дни	Период вегетации	Репродуктивная способность
<i>Achillea millefolium</i>	раннелетний, весенне-летне-осеннезеленый	25.VI–11.IX	78 ± 6	V–X	2с, 3в
<i>Aconitum barbatum</i>	летнецветущий, весенне-летнезеленый	03.VII–06.VIII	27 ± 3	V–IX	4, 1в
<i>Actaea cimicifuga</i>	позднелетний, весенне-летнезеленый	31.VII–26.VIII	30 ± 4	сер. V–IX	3с, 1в
<i>Aizopsis hybrida</i>	раннелетний, весенне-летне-зимнезеленый	22.VI–17.VII	24 ± 2	V–X	2с, 3в
<i>Allium altaicum</i>	раннелетний, весенне-летнезеленый	19.VI–11.VII	19 ± 4	V–IX	3с, 1в
<i>A. bidentatum</i>	летнецветущий, весенне-летнезеленый	04.VII–17.VIII	46 ± 6	V–сер. IX	2с, 1в
<i>A. nutans</i>	позднелетний, весенне-летне-осеннезеленый	04.VIII–10.IX	37 ± 6	V–X	3с, 1в
<i>A. rubens</i>	летнецветущий, весенне-летнезеленый	28.VI–20.VII	22 ± 2	V–IX	2с, 1в
<i>A. strictum</i>	раннелетний, весенне-летнезеленый	18.VI–11.VII	21 ± 4	V–IX	3с, 1в
<i>Anemone sylvestris</i>	поздневесенний, весенне-летнезеленый	30.V–16.VI	16 ± 2	V–сер. IX	2с, 3в
<i>Aquilegia glandulosa</i>	«.....»	25.V–18.VI	27 ± 4	V–VIII	3с, 1в
<i>A. sibirica</i>	«.....»	23.V–19.VI	23 ± 4	V–IX	4, 1в
<i>Aster alpinus</i>	раннелетний, весенне-летне-осеннезеленый	08.VII–21.VII	55 ± 8	V–X	1с, 2в
<i>Bergenia crassifolia</i>	ранневесенний, весенне-летне-зимнезеленый	10.V–30.V	21 ± 4	V–X	3с, 3в
<i>Brunnera sibirica</i>	ранневесенний, весенне-летнезеленый	09.V–09.VI	31 ± 3	V–IX	1с, 3в
<i>Campanula altaica</i>	поздневесенний, весенне-летне-осеннезеленый	06.VI–15.VI	9 ± 1	V–X	3с, 2в
<i>C. glomerata</i>	летнецветущий, весенне-летне-осеннезеленый	06.VII–29.VII	23 ± 5	V–X	3с, 2в

Продолжение табл. 2

Вид	Феноритмотип	Сроки цветения	Период цветения, дни	Период вегетации	Репродуктивная способность
<i>C. rotundifolia</i>	раннелетний, весенне-летне-осеннезеленый	21.VI–18.IX	54 ± 12	V–X	2с, 1в
<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	позднелетний, весенне-летне-осеннезеленый	17.VII–11.IX	57 ± 2	V–X	2с, 2в
<i>Comarum salesovianum</i>	поздневесенний, весенне-летнезеленый	28.V–15.VI	21 ± 1	V–IX	4, 1в
<i>Draba sibirica</i>	ранневесенний, весенне-летне-зимнезеленый	12.V–30.V	19 ± 1	V–X	3с, 3в
<i>Dracocephalum grandiflorum</i>	поздневесенний, весенне-летне-зимнезеленый	23.V–09.06	16 ± 2	V–X	3с, 1в
<i>D. ruyschiana</i>	раннелетний, весенне-летнезеленый	13.06–12.07	29 ± 3	V–IX	3с, 1в
<i>Hylotelephium ewersii</i>	позднелетний, весенне-летнезеленый	04.VIII–30.IX	58 ± 4	V–сер. IX	2с, 2в
<i>Iris bloudowii</i>	поздневесенний, весенне-летнезеленый	22.V–06.VI	15 ± 3	V–VIII	2с, 1в
<i>I. ruthenica</i>	«.....»	23.V–31.05	7 ± 2	V–сер. IX	2с, 2в
<i>Leontopodium leontopodioides</i>	раннелетний, весенне-летнезеленый	20.VI–26.VIII	61 ± 6	V–сер. IX	1с, 1в
<i>Ligularia glauca</i>	поздневесенний, весенне-летнезеленый	31.V–21.VI	23 ± 2	V–сер. VIII	1с, 1в
<i>Lilium pilosiusculum</i>	раннелетний, весенне-летнезеленый	16.VI–24.VI	11 ± 3	сер. V– сер. VIII	3с, 1в
<i>Nepeta sibirica</i>	летнецветущий, весенне-летнезеленый	05.VII–04.IX	61 ± 4	V–сер. IX	2с, 3в
<i>Patrinia sibirica</i>	поздневесенний, весенне-летнезеленый	02.VI–23.VI	21 ± 7	V–IX	1с, 1в
<i>Polemonium caeruleum</i>	поздневесенний, весенне-летне-осеннезеленый	28.V–28.VI	31 ± 3	V–X	4, 1в
<i>Primula macrocalyx</i>	ранневесенний, весенне-летне-зимнезеленый	01.V–28.V	28 ± 4	V–X	4, 1в
<i>P. pallasii</i>	ранневесенний, весенне-летне-осеннезеленый	09.V–17.V	12 ± 2	V–X	3с, 1в
<i>Sanguisorba alpina</i>	раннелетний, весенне-летнезеленый	19.VI–12.VII	23 ± 4	V–IX	2с, 3в

Вид	Феноритмотип	Сроки цветения	Период цветения, дни	Период вегетации	Репродуктивная способность
<i>Thalictrum petaloideum</i>	«.....»	07.VI–26.VI	22 ± 2	V–сер. VIII	3с, 1в
<i>Thymus altaicus</i>	раннелетний, весенне-летне-зимнезеленый	06.VI–24.VI	17 ± 3	V–X	3с, 3в
<i>Veronica incana</i>	летнецветущий, весенне-летне-зимнезеленый	03.VII–14.VIII	39 ± 3	V–X	3с, 2в
<i>Veronica porphyriana</i>	раннелетний, весенне-летне-зимнезеленый	13.VI–07.VII	26 ± 5	V–X	3с, 2в
<i>Viola altaica</i>	ранневесенний, весенне-летне-зимнезеленый	07.V–28.V	23 ± 3	V–X	3с, 2в

**Примечание.** Репродуктивная способность: 1в – слабо разрастается, существует в форме куста; 2в – вегетативно подвижен, образует куртины; 3в – вегетативно очень подвижен, образует заросли; 1с – не плодоносит; 2с – плодоношение слабое (семян мало, или они низкого качества); 3с – плодоносит регулярно; 4 – образует самосев.



**Рис. 1.** Феноспектры видов флоры Алтая в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН: 1 – вегетация; 2 – бутонизация; 3 – цветение; 4 – плодоношение

Алтайские виды в Новосибирске плодоносят, за исключением *Aster alpinus*, *Brunnera sibirica*, *Leontopodium leontopodioides*, *Patrinia sibirica*. Регулярный самосев, обеспечивающий возобновление на окультуренных участках, образуют *Aconitum barbatum*, *Aquilegia sibirica*, *Comarum salesovianum*, *Polemonium caeruleum* и *Primula macrocalyx*. Остальные многолетники регулярно плодоносят. При этом лабораторная всхожесть семян составляет не ниже 50% (18 видов, 45%), или они имеют ограниченную способность к семеношению (12 видов, 30%), которая проявляется в неежегодном продуцировании полноценных семян.

Среди испытанных видов 22 (55%) слабо разрастаются, в течение всей жизни сохраняют форму куста или компактной дерновины, обычно отмирающие

целиком (*Aconitum barbatum*, *Aquilegia*, *Allium*, *Iris ruthenica*). Малоподвижные многолетники формируют ограниченные по площади и не очень долговечные куртины (*Aster alpinus*, *Campanula*, *Primula*, *Veronica*). Вегетативно подвижные виды производят устойчивое клоновое потомство, образуя длительно живущие заросли (*Brunnera sibirica*, *Draba sibirica*, *Sanguisorba alpina*). Участие этих двух групп является одинаковым (9 видов, 22,5%).

Совокупность эколого-биоморфологических признаков обуславливает долговечность видов в культуре. Установлено, что многие мезопсихрофиты в условиях лесостепи страдают от повышенных температур и сухости в летний период. Ввиду отсутствия самосева и слабого разрастания их существование ограничено временем жизни привлеченных особей. Так, *Viola altaica* произрастала в коллекции 3 года, *Dracocephalum grandiflorum* – 3–4 года, *Patrinia sibirica* – 4 года, *Aquilegia glandulosa* – 10 лет. Неоптимальными являются условия Новосибирска по причине высокого снежного покрова и для некоторых ксерофильных видов, обитающих в природе на открытых склонах низкогорий: *Thalictrum petaloideum* (5 лет), *Leontopodium leontopodioides* (6 лет), *Allium bidentatum*, *A. rubens* и *Chrysanthemum zawadskii* (7 лет). Также недолговечны куртины *Campanula altaica*, *Veronica porphyriana*.

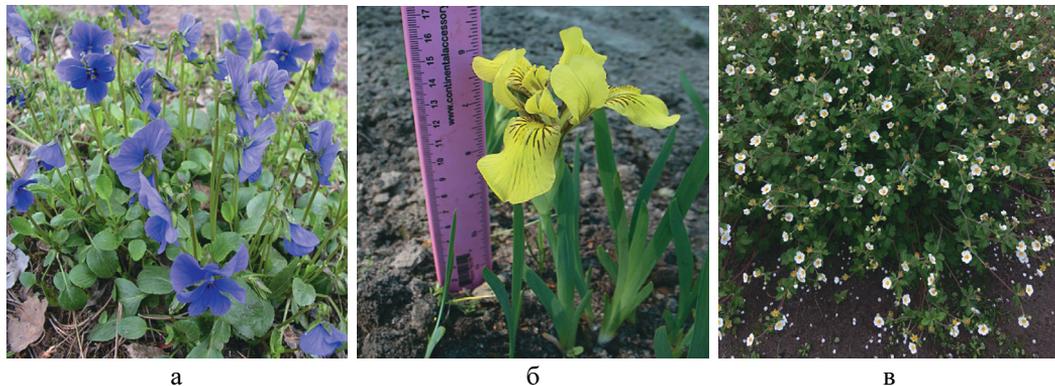
Упомянутые выше виды при переносе в культуру проходят полный сезонный цикл и хорошо развиты в первые 2–4 года, затем уровень их жизнеспособности неуклонно снижается до полного отмирания особей. Интересно, что в Хибинах (ПАБСИ, г. Кировск) виды высокогорного экотипа из Горного Алтая регулярно цветут и плодоносят, образуют самосев, демонстрируя соответствие ритмов развития местным погодноклиматическим условиям, и некоторые из них исключительно долговечны [16].

Смена фитоценотического окружения может оказаться неблагоприятным фактором для интродуцируемых растений. Например, *Iris ruthenica* и *Lilium pilosiusculum* произрастают в смешанном лесу в окрестностях и на территории ЦСБС, где обильно цветут. В коллекции цветение этих видов слабое, соответственно образуется мало семян, а декоративный эффект и продолжительность жизни растений невелики.

Многолетники алтайской флоры отличаются высокими декоративными качествами (рис. 2). Из числа испытанных в Новосибирске 22 вида достаточно устойчивы и долговечны, могут широко культивироваться в условиях западносибирской лесостепи, в том числе в городской среде. Остальные требуют подходящих условий произрастания, приложения усилий по сохранению в культуре, поэтому интересны для научных и частных коллекций. Малоперспективны, по нашим данным, *Leontopodium leontopodioides*, регулярно выпревающий до полной гибели растений, и *Iris ruthenica* – по причине слабого цветения.

## Выводы

Обобщены результаты интродукционного испытания 40 видов декоративных растений флоры Алтая в коллекции ЦСБС СО РАН за период 1997–2021 гг. Выявлен ритмологический спектр многолетников. Доминирует весенне-летнезеленый феноритмотип. Большинство видов зацветает во второй половине мая – июне, а вегетирует продолжительно, с третьей декады апреля до середины октября. Сезонные ритмы алтайских интродуцентов устойчивы, согласованы с ходом погодноклиматических условий вегетационного периода в Новосибирске. По совокупности эколого-биоморфологических признаков малоперспективными в культуре являются 2 вида, остальные могут использоваться для создания композиций различного типа на объектах городского озеленения или личных участках.



**Рис. 2.** Виды флоры Горного Алтая в коллекции ЦСБС СО РАН:  
а – *Viola altaica*; б – *Iris bloudowii*; в – *Comarum salesovianum*

Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту АААА-А21–121011290025–2 «Оценка морфогенетического потенциала популяций растений Северной Азии экспериментальными методами». При подготовке статьи использовались материалы Биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН, УНУ «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», USU440534.

### Библиографический список

1. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ: монография. – Новосибирск, 1974. – 156 с.
2. Воронина Л.В. Климат и экология Новосибирской области: монография. / Л.В. Воронина, А.Г. Гриценко. – Новосибирск, 2011. – 228 с.
3. Демидов А.С. Интродукция цветочно-декоративных растений. Научные основы декоративного садоводства / А.С. Демидов, Р.А. Карписонова, И.А. Бондоринова // История науки и техники. – 2010. – № 5. – С. 28–32.
4. Интродукция растений природной флоры Сибири: коллективная монография. / Науч. ред. А.Н. Куприянов, Е.В. Банаев. – Новосибирск, 2017. – 495 с.
5. Карписонова Р.А. Травянистые растения широколиственных лесов СССР: эколого-флористическая и интродукционная характеристика: монография. – Москва, 1985. – 205 с.
6. Карписонова Р.А. Принципы создания и изучения коллекций декоративных растений Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН / Р.А. Карписонова, А.С. Демидов // Совет ботанических садов России. Отделение Международного совета ботанических садов по охране растений: Информационный бюллетень. – 1997. – Вып. 7. – С. 7–9.
7. Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения: монография. / Под ред. К.С. Байкова. – Новосибирск, 2012. – 640 с.
8. Куминова А.В. Растительный покров Алтая: монография. – Новосибирск, 1960. – 450 с.
9. Морякина В.А. Интродукция декоративных видов растений из различных флористических областей земного шара в лесной зоне Западной Сибири / В.А. Морякина, Т.Н. Беляева, А.Л. Баранова, А.С. Прокопьев // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – № 310. – С. 184–188.
10. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Серия 3 «Многолетние данные». – Ч. 1–6. – 1993. – Вып. 20. – 717 с.

11. Пирко И.Ф. Основные принципы и алгоритм моделирования многокомпонентных цветников из многолетников // Промышленная ботаника. – 2013. – Вып. 13. – С. 259–269.
12. Травянистые декоративные многолетники Главного ботанического сада: 60 лет интродукции: монография. – Москва, 2009. – 396 с.
13. Фомина Т.И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири: монография. – Новосибирск, 2012. – 179 с.
14. Фомина Т.И. Декоративные многолетники североамериканской флоры в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета: Электронный журнал. – 2018. – № 3 (27). – С. 1–9. DOI: 10.32516/2303–9922.2018.27.1.
15. Фомина Т.И. Биологические особенности многолетних растений Западного Забайкалья при адаптации в лесостепи Западной Сибири // Растительный мир Азиатской России. – 2019. – № 2 (34). – С. 31–38. DOI: 10.21782/RMAR1995–2449–2019–2(31–38).
16. Юдин С.И. К созданию экспозиции растений флоры Алтая в Полярно-альпийском ботаническом саду // Бюллетень ГНБС. – 2020. – Вып. 137. – С. 84–93. DOI: 10.36305/0513–1634–2020–137–84–93
17. De Pascale S. Potential use of wild plants in floriculture / S. De Pascale D. Romano // Acta Horticulture: International Symposium on Wild Flowers and Native Ornamental Plants, 2019. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1240.15.
18. Schutzki R.E. A guide for the selection and use of plants in the landscape // Michigan State University Extension Bulletin E-2941. – November. 2005. – P. 1–6.

## PROSPECTS OF ORNAMENTAL SPECIES OF THE ALTAI FLORA IN THE CONDITIONS OF NOVOSIBIRSK

T.I. FOMINA

(Central Siberian Botanical Garden SB RAS)

*The introduction of ornamental plants of natural flora to enrich regional assortments for an urbanized environment is a current research area. The results of the long-term testing of 40 perennials attracted from the natural habitats of Altai to Novosibirsk have been summed up. The features of the phenological development of species are revealed. Seasonal rhythms are stable, there are 3 long-vegetating phenorhythmotypes and 5 groups according to the timing of flowering start. Most Altai species are characterized by a spring-summer green phenorhythmotype (50%), resume vegetation early (the third decade of April) and finish it late (late September–mid-October), bloom in the late spring or early summer (27.5% and 32.5%, respectively). The duration of the prefloral period as an indicator of the intensity of perennial development increases from 8–18 days for early-flowering species to 79–99 days for late-flowering ones. As a rule, a high variability of phenophases timing and interphase periods has been shown, except for the duration of vegetation (6.5% on average), indicating an active adaptation of species to local conditions. Among the tested species, 4 don't fruit and 22 grow weakly. According to reproductive capacity and sustainability, 2 species were evaluated as unpromising, 22 are suitable for cultivation in the forest-steppe of Western Siberia on an average agrophone, and 16 of them can grow under specific microclimatic conditions and maintenance practices. In general, mesopsychrophytes from the high-mountain zone, as well as some xerophytes, are less sustainable and durable from Altai species: the former are sensitive to elevated temperatures and dryness in summer, the latter suffer from deep snow cover in Novosibirsk.*

**Key words:** Altai, ornamental perennials, phenological development, reproductive ability, ecological groups, sustainability.

## Acknowledgements

The study was carried out within the framework of the state assignment AAAA21–121011290025–2 under the project “Assessment of the morphogenetic potential of plant populations in Northern Asia by experimental methods”. In preparing the article, the materials of the Bioresource Scientific Collection of the Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, UNU “Collections of living plants in open and closed ground”, USU440534 were used.

## References

1. *Bejdeman I.N.* Metodika izucheniya fenologii rastenij i rastitel'nyh soobshchestv [Methods of studying the phenology of plants and plant communities]. Novosibirsk: Nauka, 1974: 156. (In Rus.).
2. *Voronina L.V., Gricenko A.G.* Klimat i ekologiya Novosibirskoj oblasti [Climate and ecology of the Novosibirsk region]. Novosibirsk: SSGA, 2011: 228. (In Rus.).
3. *Demidov A.S., Karpisonova R.A., Bondorina I.A.* Introdukciya cvetochno-dekorativnyh rastenij. Nauchnye osnovy dekorativnogo sadovodstva [Introduction of floral and decorative plants. Scientific basis of ornamental gardening]. Istoriya nauki i tekhniki. 2010; 5: 28–32. (In Rus.).
4. Introduction of plants of the Siberian flora. Kupriyanov A.N, Banayev E.V, eds. Novosibirsk: Academic publ. house “GEO”, 2017: 495. (in Rus.).
5. *Karpisonova R.A.* Travyanistye rasteniya shirokolistvennyh lesov SSSR: ekologo-floristicheskaya i introdukcionnaya harakteristika [Herbaceous plants of broad-leaved forests of the USSR: ecological, floristic and introduction characteristics]. Moscow: Nauka, 1985: 205. (In Rus.).
6. *Karpisonova R.A., Demidov A.S.* Principy sozdaniya i izucheniya kolekcij dekorativnyh rastenij Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Cicina RAN [Principles of creation and study of the collections of ornamental plants of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences]. Sovet botanicheskikh sadov Rossii. Otdelenie Mezhdunarodnogo soveta botanicheskikh sadov po ohrane rastenij. Informacionnyj byulleten'. Moscow, 1997; 7: 7–9. (In Rus.).
7. *Conspectus florae Rossiae Asiaticae: plantae vasculares.* Baykov K.S, ed. Novosibirsk: Publ. house of the SB RAS, 2012: 640. (in Rus.).
8. *Kuminova A.V.* Rastitel'nyj pokrov Altaya [Vegetation cover of Altai]. Novosibirsk: Publ. house of the Siberian Branch USSR Academy of Sciences, 1960: 450 (In Rus.).
9. *Moryakina V.A., Belyaeva T.N., Baranova A.L., Prokop'ev A.S.* Introdukciya dekorativnyh vidov rastenij iz razlichnyh floristicheskikh oblastej zemnogo shara v lesnoj zone Zapadnoj Sibiri [The introduction of decorative species of plants from various floristic areas of globe in a wood zone of Western Siberia]. Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. 2008; 310: 184–188. (In Rus.).
10. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. Seriya 3. Mnogoletnie dannye. Chast' 1–6, vyp. 20 [Scientific and applied reference book on the climate of the USSR. Series 3. Long-term data. Part 1–6, issue 20]. Saint Peterburg: Hydrometeoizdat, 1993: 717. (In Rus.).
11. *Pirko I.F.* Osnovnye principy i algoritm modelirovaniya mnogokomponentnyh cvetnikov iz mnogoletnikov [Basic principles and an algorithm of modelling of the multi-species flower beds of perennials]. Promyshlennaya botanika. 2013; 13: 259–269.
12. Travyanistye dekorativnye mnogoletniki Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Cicina RAN Rossijskoj akademii nauk. 60 let introdukcii [Ornamental herbaceous

perennials of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences: 60 years of introduction]. Moscow: Nauka, 2009: 396. (in Rus.).

13. *Fomina T.I.* Biologicheskie osobennosti dekorativnyh rastenij prirodnoj flory v Zapadnoj Sibiri [Biological characteristics of ornamental plants of natural flora in West Siberia]. Novosibirsk: Academic publ. house "GEO", 2012: 179. (In Rus.).

14. *Fomina T.I.* Dekorativnye mnogoletniki severoamerikanskoj flory v usloviyah lesostepi Zapadnoj Sibiri [Ornamental perennials of the North American flora in the conditions of the Western Siberia forest-steppe]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyj zhurnal. 2018; 3(27): 1–9. DOI:10.32516/2303–9922.2018.27.1

15. *Fomina T.I.* Biologicheskie osobennosti mnogoletnih rastenij Zapadnogo Zabajkal'ya pri adaptacii v lesostepi Zapadnoj Sibiri [Biological peculiarities of perennial plants of Western Transbaikalia at adaptation to the forest-steppe of West Siberia]. Rastitel'nyj mir Aziatskoj Rossii. 2019; 2(34): 31–38. DOI: 10.21782/RMAR1995–2449–2019–2(31–38)

16. *Yudin S.I.* K sozdaniyu ekspozicii rastenij flory Altaya v Polyarno-al'pijskom botanicheskom sadu [To the creation of the exhibition of Altai flora in the Polar-Alpine Botanical Garden]. Bulletin of the State Nikita Botanical Garden. 2020; 137: 84–93. DOI: 10.36305/0513–1634–2020–137–84–93

17. *De Pascale S., Romano D.* Potential use of wild plants in floriculture // Acta Horticulture / International Symposium on Wild Flowers and Native Ornamental Plants. 2019. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1240.15

18. *Schutzki R.E.* A guide for the selection and use of plants in the landscape. Michigan State University Extension Bulletin. 2005; E-2941. [www.canr.msu.edu](http://www.canr.msu.edu).

**Фомина Татьяна Ивановна**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории интродукции декоративных растений, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101; e-mail: [fomina-ti@yandex.ru](mailto:fomina-ti@yandex.ru); тел.: (383) 339–97–96).

**Tatiana I. Fomina**, PhD (Biol), Senior Researcher, the Laboratory of Introduction of Ornamental Plants, Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Zolotodolinskaya str., 101, Novosibirsk (630090, Russian Federation; e-mail: [fomina-ti@yandex.ru](mailto:fomina-ti@yandex.ru); phone: (383) 339–97–96).

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ  
УВЕЛИЧЕНИЯ МАССЫ ПЛОДОВ РЕМОНТАНТНОЙ МАЛИНЫ

С.Н. ЕВДОКИМЕНКО

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства»)

*Целью исследований стало выявление возможности увеличения массы плодов в гибридном потомстве ремонтантной малины и установление лучших родительских пар. Работа выполнялась в природно-климатических условиях Брянской области в 2017–2021 гг. В исследования было включено 13 сортов и 7 отборных форм малины ремонтантного типа, 10 гибридных комбинаций скрещиваний с общим количеством сеянцев 658 шт. Опытные растения размещали по схеме  $3,0 \times 0,5$  м, нормировка стеблей в кусте и полив не проводились. Оценка сортов и отборных форм, наиболее часто используемых в гибридизации, выявила, что 75% сортообразцов относилось к группе крупноплодных (3,5–5,0 г), 25% – к очень крупноплодным (>5,0 г). Это свидетельствует о высоком уровне признака у современного сортимента. Расщепление гибридов по массе ягод даже в потомстве крупноплодных ремонтантных форм малины не исключает появления мелкоплодных сеянцев, а низкие отрицательные значения степени доминантности ( $D = -2$  и ниже) указывают на глубокую депрессию в наследовании массы плодов в потомстве крупноплодных родителей. Однако анализ гибридного потомства крупноплодных родительских форм ремонтантной малины установил, что их селекционный потенциал в увеличении крупноплодности не исчерпан. В 8 из 10 изученных комбинациях скрещивания выделено от 3,1 до 10,1% трансгрессивных сеянцев со средней массой ягод 5,5–6,1 г. Перспективными в получении очень крупноплодных отборов являются комбинации родительских пар Подарок Кашину  $\times$  Атлант, 9–113–1  $\times$  Поклон Казакову, 9–113–1  $\times$  Подарок Кашину, Поклон Казакову  $\times$  Карамелька, а также популяции от свободного опыления форм 4–33–1; 5–38–3; 3–164–1.*

**Ключевые слова:** ремонтантная малина, крупноплодность, гибридное потомство, наследование, отборная форма.

**Введение**

Ягодные культуры в большинстве своем формируют мелкие плоды массой 0,5–5,0 г и уступают по размеру другим группам плодовых растений [3, 18]. Учитывая, что масса ягод является не только важным компонентом продуктивности, но и качественным показателем ягод, при подборе сортов чаще всего предпочтение отдают более крупноплодным из них. Кроме того, размер плодов тесно коррелирует с производительностью труда при ручной уборке урожая и в итоге влияет на экономическую эффективность возделывания [19]. В связи с этим одной из приоритетных задач селекции ягодных культур является увеличение массы плодов [10, 13, 15, 17].

За долгий путь научной селекции малины крупноплодность сортов увеличилась с 1,0–1,5 до 5,0 г, или в 3–4 раза. У современного сортимента малины средняя

масса ягод составляет 3,5–4,5 г [14]. Таким образом, для преодоления порога крупноплодности на 1 г потребовалось более 40 лет работы селекционеров.

Длительная эволюция сортов по величине плодов связана с закономерностью наследования данного показателя, характерной для всех ягодных культур: это полигенный контроль признака с преобладанием мелкого и среднего размера плодов, а также отсутствие крупноплодных родителей среди *Rubus idaeus* L. [4]. Вместе с тем в истории селекции малины известен случай резкого увеличения массы плодов до 10–12 г при использовании в скрещиваниях мутанта сорта 'Malling Jewel' и его производных с доминантным геном  $L_1$  [7, 21]. Однако сорта с такой генетической основой не получили распространения по причине ряда серьезных недостатков и отсутствуют среди современного промышленного сортимента, чего нельзя сказать о любительском садоводстве.

В селекции ремонтантной малины имелись трудности также с получением крупноплодных сортов. Первые наиболее распространенные ремонтантные сорта 'Indian Summer', 'Ranere', 'Durham' и другие, были мелко- и среднеплодными, средняя масса ягод составляла 1,8–2,3 г [24]. Внутривидовая гибридизация форм *Rubus idaeus* L. обеспечила повышение крупноплодности до 3,0–3,5 г. Попытки передачи размера ягод ремонтантным формам от крупноплодных сортов обычного типа ('Delight', 'Glen Moy', 'Mailing Promise', 'Mailing Exploit' и др.) не привели к желаемым результатам [6]. Как правило, в первом поколении гибридов ( $F_1$ ) крупноплодных неремонтантных родителей с ремонтантными формами признак ремонтантности почти не проявлялся, а в последующих поколениях был незначительным.

Прогресс в получении крупноплодных ремонтантных сортов связан с использованием межвидовой гибридизации. Активное включение в селекционный процесс с сортами и формами *Rubus idaeus* L. потомков дикорастущих видов *Rubus* (*R. occidentalis* L., *R. grataegifolius* Bge., *R. odoratus* L., *R. spectabilis* Pursh., *R. arcticus* L.) привело к созданию современного сортимента ремонтантной малины. В нынешнем столетии на этой генетической основе получены крупноплодные сорта 'Himbo-Top', 'Joan J', 'Autumn Britten', 'Poranna Rosa', 'Kweli', 'Kwanza', 'Enrosadira', 'Атлант', 'Брянское Диво', 'Подарок Кашину', 'Геракл', 'Золотая Осень' и другие, формирующие ягоды массой 4,5–5,0 г [9, 20]. При соблюдении технологических регламентов выращивания малины масса ягод первых сборов этих сортов достигает 8–10 г. Последние поступления новых ремонтантных сортов из разных селекционных программ ('Delniwa', 'Mapema', 'Ариша', 'Медвежонок', 'Юбилейная Куликова' и др.) имеют такой же уровень крупноплодности и принципиально не отличаются по размеру ягод от своих предшественников [1, 11, 22, 23]. Следовательно, возникает вопрос о том, можно ли получить еще более крупноплодные сорта на существующей генетической основе. В связи с этим целью исследований стало выявление возможности увеличения массы плодов в гибридном потомстве ремонтантной малины и установление лучших родительских форм.

### Методика исследований

Исследования проводились в 2017–2021 гг. на экспериментальном участке Кокинского опорного пункта (Брянская область) ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Материал исследований включал в себя 13 сортов и 7 отборных форм ремонтантной малины, 10 гибридных комбинаций скрещиваний с общим количеством семян 658 шт.

Селекционная оценка исходных форм и гибридного потомства проводилась в соответствии с программой и методикой сортоизучения [5] и селекции плодовых и ягодных культур [8]. Массу ягод родительских форм определяли на 5 модельных кустах, взвешивая урожай каждого сбора на электронных весах SCC-750. Затем

находили среднюю массу плодов по всем сборам. Учет крупноплодности гибридных семян проводили поштучно. Дифференциацию сортов и форм малины по массе ягод проводили в соответствии с градацией: < 2,0 г – мелкоплодные; 2,1–3,5 г – среднеплодные; 3,6–5,0 г – крупноплодные; > 5,0 г – очень крупноплодные.

Степень доминантности, или коэффициент наследования (D) массы плодов в гибридном потомстве, определяли по методике О.В. Масюковой [12]. Минимальное количество учетных семян в семье составляло 60 шт.

Малину выращивали на слабокислых (рН 6,1) серых лесных среднесуглинистых почвах со средним содержанием гумуса (2,6–3,2%), низким содержанием  $K_2O$  (9,8–14,1 мг на 100 г почвы) и высоким содержанием  $P_2O_5$  (25–35 мг на 100 г почвы). Опытные растения размещали по схеме 3,0 × 0,5 м, ежегодно проводили ранневесеннюю подкормку азотными удобрениями (30 кг/га по д.в.) и подзимнее удаление отплодоносивших стеблей. Нормировка стеблей в кусте и полив не использовались.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Microsoft Excel и методических разработок Б.А. Доспехова [2].

### Результаты и их обсуждение

Масса ягод – величина не постоянная и в значительной мере зависит от водообеспечения, почвенных условий, технологии выращивания, расположения на стебле, количества сборов, возраста насаждений и т.д. Однако в относительно одинаковых условиях произрастания различия сортов по крупноплодности обусловлены прежде всего генотипическими особенностями.

Среднее значение массы плодов у изученных ремонтантных сортов и перспективных форм за период наблюдений варьировало от 3,5 до 5,4 г (табл. 1). При этом 75% сортообразцов относилось к группе крупноплодных (3,5–5,0 г), 25% – к очень крупноплодным (>5,0 г). Это свидетельствует о высоком уровне признака у современного сортимента и исходных форм. Наибольшим размером ягод характеризовались сорта 'Медвежонок', 'Подарок Кашину', 'Поклон Казакову', а также отборные формы 9–196–3; 8–106–1; 44–154–2. Лишь у сорта 'Пингвин' в отдельные годы масса ягод была менее 3,5 г, что соответствовало среднему уровню крупноплодности. Очень крупные плоды первого сбора формирует сорт 'Брянское Диво' (в среднем 7–8 г, максимальная масса – 10,6 г). Однако с каждым последующим сбором ягоды резко мельчают, что является серьезным недостатком.

Колебание массы ягод по годам вызвано в основном погодными условиями. Как правило, в жаркие засушливые сезоны крупноплодность снижается. Холодный сентябрь 2021 г. тоже вызвал уменьшение массы ягод практически у всех сортов, у которых массовое плодоношение пришлось на этот период. Вместе с тем, несмотря на контрастные условия периода исследований и отсутствие полива, абсолютное большинство изученных сортообразцов отличалось низкой вариабельностью крупноплодности по годам ( $V = 2,27–9,83\%$ ). Средняя изменчивость массы ягод (12,0–12,1%) наблюдалась только у сортов 'Sugana' и 'Оранжевое Чудо'.

Передача признака крупноплодности от родителей гибридному потомству сопряжена с определенными трудностями. Расщепление гибридов по массе ягод даже в потомстве крупноплодных ремонтантных форм малины не исключает появление мелкоплодных семян. В отдельных семьях, например, в 37–143–3 × Поклон Казакову их доля достигала 22%, но в большинстве комбинаций скрещиваний мелкоплодные семена отсутствовали (рис. 1). Количество среднекрупных гибридов колебалось от 12,1 до 70,5% в зависимости от родительских форм, а в среднем составляло 40%. Выход крупноплодных семян был выше и в среднем составил 49,4%,

но в комбинациях 16–88–1 × Медвежонок, Поклон Казакову × Карамелька, Подарок Кашину × Атлант, 9–113–1 × Подарок Кашину достигал 58,3–78,8%. Как правило, большинство этих сеянцев уступало по массе ягод своим родительским формам и не представляло интереса для селекции. Доля очень крупноплодных гибридов в изучаемых семьях была небольшой (3,1–10,0%), а в двух комбинациях скрещивания (9–155–1 × Sugana, 37–143–3 × Поклон Казакову) вовсе отсутствовала.

Таблица 1

**Оценка сортообразцов ремонтантной малины по крупноплодности**

Сорт, форма	Средняя масса плодов, г						Максим. масса, г	V, %
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Х		
Пингвин	3,6	3,3	4,0	3,1	3,4	3,5	5,8	9,83
Геракл	4,0	3,7	3,6	3,8	3,6	3,8	7,5	4,47
Золотая Осень	4,3	3,8	3,9	3,8	4,0	4,0	6,0	5,24
Жар-Птица	4,4	4,2	4,0	4,0	3,8	4,1	6,0	5,59
37–143–3	4,1	4,5	4,0	4,2	3,8	4,1	7,0	6,28
Снежесть	4,5	4,3	4,3	3,8	-	4,2	6,7	6,13
Карамелька	4,0	4,0	4,7	4,2	4,1	4,2	7,1	6,94
Оранжевое Чудо	4,8	4,6	4,3	4,0	3,5	4,2	7,5	12,10
16–88–1	5,2	4,4	4,4	4,0	-	4,5	6,8	9,69
Атлант	4,5	4,5	4,7	5,0	4,1	4,6	8,5	7,21
9–155–1	-	5,2	4,8	4,4	4,4	4,7	6,5	7,37
Sugana	-	4,4	5,5	4,5	4,0	4,6	8,7	12,01
Брянское Диво	5,3	4,6	4,4	5,0	4,7	4,7	10,6	7,37
9–113–1	5,4	5,1	4,6	4,8	4,5	4,9	7,2	7,58
Поклон Казакову	4,9	5,3	5,0	5,3	4,3	5,0	8,2	8,26
Подарок Кашину	5,0	5,3	5,0	5,3	5,1	5,1	9,3	2,95
8–106–1	5,3	5,0	4,8	5,1	-	5,1	9,3	3,59
Медвежонок	5,3	5,2	5,0	5,0	4,7	5,1	8,8	4,57
44–154–2	4,7	5,6	5,4	5,6	4,6	5,2	8,8	9,50
9–163–1	-	5,2	5,5	5,5	5,4	5,4	10,7	2,27
НСР <sub>05</sub>	0,45	0,50	0,48	0,43	0,38	-	-	-

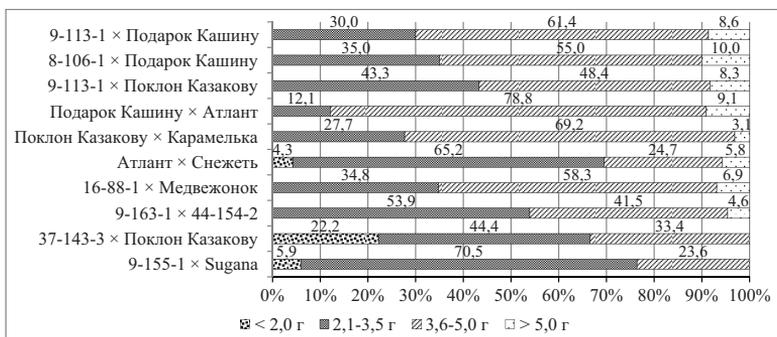


Рис. 1. Расщепление гибридного потомства ремонтантной малины по массе ягод

При индивидуальном отборе, проводимом в селекции ягодных культур, средние показатели по семье не имеют решающего значения в оценке селекционной ценности родительских пар, а лишь указывают тенденции. Так, низкие отрицательные значения степени доминантности ( $D = -2$  и ниже) во всех изученных семьях указывают на глубокую депрессию в наследовании массы плодов в потомстве крупноплодных родителей (табл. 2). Отсутствие комбинаций с положительной степенью доминантности, встречающиеся ранее, подтверждает, что дальнейшее достижение увеличения массы плодов селекционным путем становится все труднее. Такое явление характерно и для других ягодных культур при достижении определенного уровня крупноплодности [16]. Вместе с тем анализ гибридного потомства крупноплодных родительских форм ремонтантной малины установил, что их селекционный потенциал в увеличении крупноплодности не исчерпан. В 8 из 10 изученных комбинаций скрещиваний выделено от 3,1 до 10,1% трансгрессивных семян.

Таблица 2

### Анализ наследования массы ягод в потомстве крупноплодных ремонтантных форм малины

Комбинации скрещивания	Масса ягод родительских форм, г		Средняя масса по семье, г	D	T <sub>ч</sub> , %
	♀	♂			
37–143–3 × Поклон Казакову	4,1	5,0	3,2	–3,0	0
9–163–1 × 44–154–2	5,4	5,2	3,8	–15	0
Поклон Казакову × Карамелька	5,0	4,2	3,8	–2,0	3,1
9–155–1 × Sugana	4,4	4,0	3,3	–4,6	5,9
8–106–1 × Подарок Кашину	5,3	5,1	4,0	–12,0	6,7
16–88–1 × Медвежонок	4,5	5,1	4,0	–2,7	6,9
9–113–1 × Поклон Казакову	4,9	5,0	3,8	–13,0	8,3
9–113–1 × Подарок Кашину	4,9	5,1	3,9	–11,0	8,6
Подарок Кашину × Атлант	5,1	4,6	4,2	–2,6	9,1
Атлант × Снежесть	4,6	4,2	3,4	–5,0	10,1

К сожалению, в популяции самых крупноплодных родительских форм (9–163–1 × 44–154–2) не выявлено трансгрессивных генотипов. Лучшие сеянцы этой семьи уступали по размеру плодов обоим родителям, что может быть связано с их комбинационной способностью. Для дальнейшего их использования в селекции на крупноплодность необходимо подобрать другие родительские пары.

Наибольший выход гибридов (8,3–10,1%), превышающих лучшую родительскую форму по массе ягод, отмечен в семьях 9–113–1 × Поклон Казакову, 9–113–1 × Подарок Кашину, Подарок Кашину × Атлант, Атлант × Снежить. При этом в последней комбинации скрещиваний высокий процент трансгрессий не обеспечивал получение выдающихся сеянцев по крупноплодности, что связано с относительно невысоким уровнем изучаемого показателя у родительских форм (4,6 и 4,2 г соответственно). Так, из 7 шт. выделенных трансгрессивных сеянцев в этой семье только 4 гибрида имели массу плодов выше 5,0 г. Лучший из них – отбор 3–170–1 – имел среднюю массу ягод 5,5 г, а максимальную – 8,2 г (табл. 3). В то же время в семье Поклон Казакову × Карамелька обнаружено всего два трансгрессивных по крупноплодности гибрида, один из которых, под номером 3–164–1, имел необычно крупные ягоды (средняя масса – 6,1 г, максимальная – 10,1 г). Таким образом, в селекции на крупноплодность следует отдавать предпочтение тем комбинациям скрещивания, в популяциях которых выделяются, хотя и единичные, но выдающиеся по массе ягод гибриды.

Таблица 3

**Крупноплодные отборы, выделенные за период исследований**

Отборная форма	Родительские формы		Масса плодов, г	
	♀	♂	средняя	максимальная
1–87–21	Поклон Казакову	Атлант	5,5	7,2
3–170–1	Атлант	Снежить	5,5	8,2
8–189–1	16–88–1	Медвежонок	5,6	7,8
2–159–1	Подарок Кашину	Атлант	5,7	8,5
1–188–2	9–113–1	Подарок Кашину	5,8	8,0
1–180–1	9–113–1	Поклон Казакову	6,0	9,2
3–164–1	Поклон Казакову	Карамелька	6,1	10,1
3–98–1	4–33–1	Св.оп.	6,1	11,0
5–3–11	5–38–3	Св.оп.	6,2	11,2
8–77–1	3–164–1	Св.оп.	6,3	10,8

За период исследований из популяций контролируемых родительских пар и свободного опыления выделен ряд крупноплодных отборных форм, превышающий по этому показателю лучшие современные сорта. Уровень крупноплодности отборов 8–189–1, 1–188–2, 1–180–1 составил 5,6–6,0 г, а уровень форм 3–164–1, 5–3–11, 3–98–1, 8–77–1 перешагнул порог в 6,0 г. Максимальная масса некоторых генотипов свыше 9,0–11,0 г косвенно подтверждает их селекционный потенциал крупноплодности.

Примечательно, что в 2017 г. из семьи Поклон Казакову × Карамелька был выделен отборный сеянец 3–164–1 со средней массой ягод 6,1 г, а при пересеве его семян от свободного опыления выделен в 2020 г. отбор 8–77–1 со средней массой плодов 6,3 г.

### Выводы

1. Анализ гибридного потомства крупноплодных родительских форм ремонтантной малины показал, что их селекционный потенциал в увеличении крупноплодности не исчерпан.

2. Перспективными в получении очень крупноплодных отборов являются комбинации родительских пар Подарок Кашину × Атлант, 9–113–1 × Поклон Казакову, 9–113–1 × Подарок Кашину, Поклон Казакову × Карамелька, а также популяции от свободного опыления форм 4–33–1; 5–38–3; 3–164–1.

*Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садоводства № 0432–2021–0001 «Генетические и биотехнологические подходы управления селекционным процессом, совершенствование существующих методов селекции для конструирования новых генетических модификаций плодовых, ягодных, овощных и полевых культур, отвечающих современным требованиям сельскохозяйственного производства».*

### Библиографический список

1. Аминова Е.В. Новый сорт малины Ариша / Е.В. Аминова, О.Е. Мережко, М.А. Тихонова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2021. – Т. 66. – С. 7–12.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Жидехина Т.В. Современные тенденции в обновлении промышленного сортамента ягодных и нетрадиционных садовых культур / Т.В. Жидехина, О.С. Родюкова, И.В. Гурьева, Н.В. Хромов, Д.М. Брыксин // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – № 2 (33). – С. 22–26.
4. Казаков И.В. Компоненты продуктивности смородины черной и наследование их в потомстве / И.В. Казаков, Ф.Ф. Сазонов, М.А. Подгаецкий // Садоводство и виноградарство. – 2010. – № 3. – С. 39–43.
5. Казаков И.В. Малина, ежевика и их гибриды. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / И.В. Казаков, Л.А. Грюнер, В.В. Кичина; Под общ. ред. акад. РАСХН, д-ра с.-х. наук Е.Н. Седова. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – С. 374–395.
6. Казаков И.В. Перспективы селекции ремонтантной малины // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 4. – С. 42–45.
7. Кичина В.В. Крупноплодные малины России. – М., 2005. – 160 с.
8. Кичина В.В. Селекция малины и ежевики. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / В.В. Кичина, И.В. Казаков, Л.А. Грюнер; Под общ. ред. акад. РАСХН, д-ра с.-х. наук Е.Н. Седова. – Орёл: Изд-во ВНИИСПК, 1995. – С. 368–386.
9. Куликов И.М. Инновационные возможности повышения производства ягод малины в России / И.М. Куликов, И.В. Казаков // Садоводство и виноградарство. – 2010. – № 6. – С. 14–16.
10. Куликов И.М. Модель промышленного сорта земляники садовой для условий Средней полосы России / И.М. Куликов, С.Д. Айтжанова, Н.В. Андропова, А.А. Борисова, Т.А. Тумаева // Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 3. – С. 5–10.

11. Куликов И.М. Научное обеспечение ягодоводства России и перспективы его развития / И.М. Куликов, С.Н. Евдокименко, Т.А. Тумаева, А.В. Келина, Ф.Ф. Сазонов, Н.В. Андропова, М.А. Подгаецкий // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – № 4 (25). – С. 414–419.
12. Масюкова О.В. Математический анализ в селекции и частной генетике плодовых пород. – Кишинёв: Штиинца, 1979. – 192 с.
13. Подгаецкий М.А. Селекционная оценка исходных форм малины по крупноплодности / М.А. Подгаецкий, С.Н. Евдокименко // Садоводство и виноградарство. – 2021. – № 1. – С. 16–22
14. Помология. Т. V. Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры / Под ред. Е.Н. Седова, Л.А. Грюнер. – Орёл: ВНИИСПК, 2014. – С. 97–182.
15. Сазонов Ф.Ф. Достижения в селекции и основные направления совершенствования сортимента смородины черной в ФНЦ Садоводства // Плодоводство и ягодоводство России. – 2021. – Т. 67. – С. 18–28.
16. Сазонов Ф.Ф. Создание исходного материала смородины черной для последующих этапов селекции // Плодоводство и ягодоводство России. – 2019. – Т. 58. – С. 279–288.
17. Сашко Е.К. Генетические ресурсы смородины красной в селекции на повышение продуктивности // Садоводство и виноградарство. – 2021. – № 4. – С. 13–18.
18. Сорокопудов В.Н. Итоги селекции смородины красной в лесостепи Приобья / В.Н. Сорокопудов, Н.И. Назарюк, Р.А. Нигматзянов, О.А. Сорокопудова // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 11 (176). – С. 85–92.
19. Ançay A. Optimization of long-cane red raspberry production by the control of fruiting lateral number / A. Ançay, C. Carlen and B. Christ // Acta Hort. – 2020. – V. 1277. – Pp. 191–194. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.27.
20. Hall H.K. Plant breeding reviews. Raspberry Breeding and Genetics / H.K. Hall, K.E. Hummer. – 2009. – V. 32. – 382 p.
21. Jennings D.L. The manifold effect of genes affecting fruit size and vegetable growth in the raspberry I. Gene L., Gene L2 // New Phytologist. – 1966.
22. Jennings S.N. Advances in Rubus Breeding. In: Graham J., Brennan R. (eds) Raspberry. Springer, Cham. – 2018. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99031-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99031-6_2).
23. Orzeł A. Directions in raspberry and blackberry breeding program conducted in NIWA Berry Breeding Ltd., Brzezna, Poland / A. Orzeł, M. Simlat and J. Danek // Acta Hort. – 2016. – № 1133. – Pp. 29–34. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.5.
24. Ourecky D.K. The small fruit breeding programme in New York State // Fruit Varieties Journal. – 1978.

## BREEDING POSSIBILITIES OF INCREASING THE MASS OF PRIMOCANE RASPBERRY FRUITS

S.N. EVDOKIMENKO

(Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Horticultural Center  
for Breeding, Agrotechnology and Nursery»)

*The purpose of real researches was to identify the possibility of increasing the mass of fruits in the hybrid progeny of primocane raspberry and to establish the best parental pairs. The work was carried out in the natural and climatic conditions of the Bryansk region in 2017–2021, 13 cultivars and 7 selected raspberry forms of primocane type, 10 hybrid combinations of crossing with a total number of seedlings 658 pieces were included in the research. The experimental plants were placed according to the scheme 3.0 × 0.5 m, the normalization of stems in the bush and watering was not carried out. The evaluation of cultivars and selected forms, most often used in hybridization, revealed, that*

75% of cultivar samples belonged to the group of large-fruited (3.5–5.0 g) and 25% – to very large-fruited (>5.0 g). This indicates a high level of the trait in the modern assortment. The splitting of hybrids by berry mass even in the progeny of large-fruited primocane raspberry forms does not exclude the appearance of small-fruited seedlings, and low negative values of the degree of dominance ( $D = -2$  and below) indicate a deep depression in the inheritance of the fruit mass in the progeny of large-fruited parents. However, the analysis of the hybrid progeny of large-fruited parental forms of primocane raspberry found that their breeding potential in increasing large-fruited has not been exhausted. In eight out of ten studied crossing combinations, 3.1 to 10.1% of transgressive seedlings with an average berry mass of 5.5–6.1 g were isolated. The combinations of parent pairs Podarok Kashinu × Atlant, 9–113–1 × Poklon Kazakovu, 9–113–1 × Podarok Kashinu, Poklon Kazakovu × Caramel'ka, as well as populations from free pollination of forms 4–33–1 5–38–3, 3–164–1 are promising in obtaining very large-fruited selections.

**Key words:** primocane raspberry, large-fruited, hybrid progeny, inheritance, selected form.

## References

- Aminova E.V., Merezhko O.E., Tikhonova M.A. Novyi sort maliny Arisha [A new variety of raspberry Arisha]. Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2021. T. 66. S. 7–12. (In Russ.) DOI: 10.31676/2073–4948–2021–66–7–12
1. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s. (In Russ.)
  2. Zhidekhina T.V., Rodyukova O.S., Gur'eva I.V., Khromov N.V., Bryksin D.M. Sovremennye tendentsii v obnovenii promyshlennogo sortimenta yagodnykh i netraditsionnykh sadovykh kul'tur [Modern trends in updating the industrial assortment of berry and non-traditional garden crops]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33. № 2. S. 22–26. (In Russ.) DOI 10.24411/0235–2451–2019–1020.
  3. Kazakov I.V., Sazonov F.F., Podgaetskii M.A. Komponenty produktivnosti smorodiny chernoi i nasledovanie ikh v potomstve [Components of productivity of black currant and their inheritance in offspring]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2010. № 3. S. 39–43. (In Russ.)
  4. Kazakov I.V., Gryuner L.A., Kichina V.V. Maliny, ezhevika i ikh gibridy. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur (pod obshchei reaktsei akademika RASKhN, d.s.-kh. n. E.N. Sedova) [Raspberries, blackberries and their hybrids. Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops] – Orel: VNIISPK, 1999. – S. 374–395. (In Russ.)
  5. Kazakov I.V. Perspektivy selektsii remontantnoi maliny [Prospects for breeding of repair raspberries]. Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 2004. № 4. S. 42–45. (In Russ.)
  6. Kichina V.V. Krupnoplodnye maliny Rossii [Large – fruited raspberries of Russia]. M., 2005. 160 s. (In Russ.)
  7. Kichina V.V., Kazakov I.V., Gryuner L.A. Seleksiya maliny i ezheviki. Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur (pod obshchei reaktsei akademika RASKhN, d.s.-kh. n. E.N. Sedova) [Selection of raspberries and blackberries. Program and method of selection of fruit, berry and nut crops] – Orel: Izd-vo VNIISPK, 1995. – S. 368–386.
  8. Kulikov I.M., Kazakov I.V. Innovatsionnye vozmozhnosti povysheniya proizvodstva yagod maliny v Rossii [Innovative opportunities to increase the production of raspberries in Russia]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2010. № 6. S. 14–16. (In Russ.)
  9. Kulikov I.M., Aitzhanova S.D., Andronova N.V., Borisova A.A., Tumaeva T.A. Model' promyshlennogo sorta zemlyaniki sadovoi dlya uslovii srednei polosy Rossii [A model of an industrial strawberry variety for the conditions of the middle zone of Russia]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2020. № 3. S. 5–10. (In Russ.) DOI: 10.31676/0235–2591–2020–3–5–10
  10. Kulikov I.M., Evdokimenko S.N., Tumaeva T.A., Kelina A.V., Sazonov F.F., Andronova N.V., Podgaetskii M.A. Nauchnoe obespechenie yagodovodstva Rossii i perspektivy ego

- razvitiya [Scientific support of berry growing in Russia and prospects for its development]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2021. T. 25. № 4. S. 414–419. (In Russ.) DOI: 10.18699/VJ21.046
11. *Masyukova O.V.* Matematicheskii analiz v selekcii i chastnoi genetike plodovykh porod [Mathematical analysis in breeding and private genetics of fruit breeds]. Kishinev: Shtiintsa, 1979. 192 s. (In Russ.)
12. *Podgaetskii M.A., Evdokimenko S.N.* Seleksionnaya otsenka iskhodnykh form maliny pokrupnoplodnosti [Selection evaluation of the initial forms of raspberries by large-fruited]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2021. № 1. S. 16–22. (In Russ.) DOI: 10.31676/0235–2591–2021–1–16–22
13. Pomologiya. Tom V: Zemlyanika. Malina. Orekhoplodnye i redkie kul'tury / pod. red. E.N. Sedova, L.A. Gryuner [Strawberry. Raspberry. Nut-bearing and rare crops]. – Orel: VNIISPK, 2014, 97–182.
14. *Sazonov F.F.* Dostizheniya v selekcii i osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya sortimenta smorodiny chernoi v FNTs Sadovodstva [Achievements in breeding and the main directions of improving the assortment of black currant in the Federal Research Center of Horticulture]. Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2021. T. 67. S. 18–28. (In Russ.) DOI: 10.31676/2073–4948–2021–67–18–98
15. *Sazonov F.F.* Sozдание iskhodnogo materiala smorodiny chernoi dlya posleduyushchikh etapov selekcii [Creation of the source material of black currant for subsequent stages of selection]. Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2019. T. 58. S. 279–288. (In Russ.) DOI: 10.31676/2073–4948–2019–58–279–288
16. *Sashko E.K.* Geneticheskie resursy smorodiny krasnoi v selekcii na povyshenie produktivnosti [Genetic resources of red currant in breeding to increase productivity]. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2021. № 4. S. 13–18. (In Russ.) DOI: 10.31676/0235–2591–2021–4–13–18
17. *Sorokopudov V.N., Nazaryuk N.I., Nigmatzyanov R.A., Sorokopudova O.A.* Itogi selekcii smorodiny krasnoi v lesostepi Priob'ya [Results of red currant breeding in the forest-steppe of the Ob region]. Vestnik KrasGAU. – 2021. – № 11(176). – S. 85–92.
18. *Ançay A.* Optimization of long-cane red raspberry production by the control of fruiting lateral number / A. Ançay, C. Carlen and B. Christ // Acta Hort. – 2020. V. 1277, P. 191–194 DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.27
19. *Hall H.K., Hummer K.E.* Plant breeding reviews. Raspberry Breeding and Genetics. – 2009. – V. 32. – 382 p.
20. *Jennings D.L.* The manifold effect of genes affecting fruit size and vegetable growth in the raspberry I. Gene L., Gene L2 / New Phytologist. – 1966.
21. *Jennings S.N.* Advances in Rubus Breeding. In: Graham J., Brennan R. (eds) Raspberry. Springer, Cham. – 2018 [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99031-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99031-6_2)
22. *Orzel A., Simlat M., Danek J.* Directions in raspberry and blackberry breeding program conducted in NIWA Berry Breeding Ltd., Brzezna, Poland // Acta Hort. – 2016. – № 1133. P. 29–34 DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.5
23. *Ourecky D.K.* The small fruit breeding programme in New York State // Fruit Varieties Journal. – 1978.

**Евдокименко Сергей Николаевич**, главный научный сотрудник, д-р с.-х. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» (115598, Российская Федерация, г. Москва, ул. Загорьевская, 4; тел.: (920) 606–67–50; e-mail: serge-evdokimenko@yandex.ru, ORCID: 0000–0001–9187–7593).

**Sergey N. Evdokimenko**, Chief Researcher, DSc (Ag), Associate Professor. Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery» (115598, city of Moscow, Russian Federation; phone: (920) 606–67–50; e-mail: serge-evdokimenko@yandex.ru).

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИЕМОВ ВВЕДЕНИЯ САДОВЫХ РАСТЕНИЙ В СТЕРИЛЬНУЮ КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

М.Г. МАРКОВА, Е.Н. СОМОВА

(Удмуртский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук)

*В клональном микроразмножении важная роль отводится этапу введения в стерильную культуру. Целью исследований стал поиск оптимального стерилизующего агента и оптимального состава питательных сред для введения садовых растений в культуру *in vitro*. В качестве стерилизующих агентов с оптимальной экспозицией использованы: 48% – этиловый спирт (контроль), 8–10 мин; 33% – пергидроль, 6–8 мин; 6% – хлоргексидин, 8–10 мин; 0,1% – сулема, 1–2 мин; 10,0% – Domestos, 6–7 мин; Amway pursue, 10–12 мин. При определении оптимального состава питательных сред экспланты высаживали на питательные среды с минеральными микросолями и 1/2 макросолей по следующим прописям: среда Мурациге-Скуга (контроль), для жимолости синей – Мурациге-Скуга модифицированная (с пониженным содержанием аммонийного азота ( $NH_4$ ) на 15%) и Вуди Плант Медиум, для малины красной – Андерсона и Кворина-Лепорье. В результате проведенных экспериментов выявлено, что 33,0%-ный пергидроль является наиболее эффективным стерилизующим агентом для обработки исходного растительного материала всех изученных садовых культур при инициации эксплантов *in vitro*, так как он обеспечил в среднем достоверно высокий выход стерильных меристематических апексов (63,3%) и почек этиолированных подземных побегов (61,6%). Обработка растительного материала 33,0%-ным пергидролем обеспечила также отсутствие витрифицированных (стекловидных) эксплантов, экземпляров с морфозами и некрозами, а также хлоротических у вишни и сливы. На питательной среде Вуди Плант Медиум получены значительно лучшие результаты выживаемости меристематических апексов жимолости синей – 76,7%. Культивирование почек этиолированных подземных побегов малины на питательной среде Кворина-Лепорье существенно повысило их выживаемость до 56,7% малины красной с традиционным типом плодоношения и до 36,7% малины красной с ремонтантным типом плодоношения.*

**Ключевые слова:** клональное микроразмножение, меристематический апекс, почки этиолированных подземных побегов, стерилизующий агент, садовые культуры.

### Введение

Использование новых, пластичных и устойчивых к болезням сортов садовых культур, позволяет существенно увеличить экологическую устойчивость садоводства [7]. Действенным способом освобождения растений от патогенной микрофлоры является размножение в культуре *in vitro*. Пролиферация пазушных меристем и побегов способна обеспечивать генетическую стабильность размножаемых форм [4].

В условиях Удмуртской Республики практический интерес представляют изучение регенерационной способности в культуре *in vitro* и оптимизация элементов технологии клонального микроразмножения таких культур, как жимолость синяя, малина, земляника садовая, вишня степная, слива домашняя [10, 15].

В технологии клонального микроразмножения особая роль отводится этапу введения в стерильную культуру. Известно, что на этот процесс оказывает влияние ряд факторов, в том числе срок введения, тип экспланта, стерилизующий агент, состав питательной среды [16]. При неправильно подобранной схеме стерилизации происходит контаминация питательной среды и эксплантов грибной и бактериальной

микрофлорой [1]. Внутренние инфекции, не проявляясь внешне, могут проявиться спустя несколько недель культивирования и оказывать влияние на рост и развитие эксплантов. Индивидуальный подбор нетоксичных стерилизующих препаратов, их концентрации и экспозиции, при которых достигается высокий уровень стерильности культуры и низкий уровень угнетения эксплантов, остается актуальным [11].

Основная группа стерилизаторов, используемых в качестве стандартов, – ртутьсодержащие и хлорсодержащие вещества. Из веществ, содержащих ртуть, чаще всего применяется 0,1%-ный раствор сулемы ( $\text{HgCl}_2$ ) с экспозицией от 1 до 10 мин [17]. Из хлорсодержащих препаратов часто используют гипохлорит натрия в различных концентрациях (0,5–20%) и экспозициях (10–25 мин) в зависимости от культуры и типа экспланта [18].

Наибольшая жизнеспособность (80–94%) эксплантов жимолости синей отмечена при использовании в качестве стерилизующих агентов 5%-ного лизоформина 3000 и 0,2%-ного нитрата серебра при времени стерилизации 10 мин [9]. Исследованиями установлено, что в период начала роста побегов эффективность введения одноузловых черенков и точек роста определялась генотипом. Для одних сортов эффективным было введение на среде Вуди Планта Медиум одноузловых черенков (72,22% жизнеспособных эксплантов жимолости), для других результативным стало использование мелких эксплантов – точек роста (42,97 и 43,33% жизнеспособных эксплантов) [8].

Наиболее эффективным режимом стерилизации для эксплантов малины является 7%-ный гипохлорит натрия с экспозицией 16 мин. Приживаемость эксплантов малины варьировала в пределах 62,5–100% [2].

Выявлена высокая приживаемость эксплантов при изоляции в фазу активного роста (июнь). Наибольший выход стерильных и жизнеспособных эксплантов отмечали в варианте стерилизации 0,1%-ным раствором сулемы (64,7–71,7%) [13].

В клональном микроразмножении плодовых культур (клоновые подвои яблони, косточковые) на этапе введения в культуру *in vitro* показал хорошую эффективность новый антисептический биоразлагаемый препарат широкого спектра действия «БИОПАК» в концентрации 0,1% с экспозицией в 3 мин. Эффективность санации при обработке эксплантов косточковых культур препаратом «БИОПАК» составила 75%. Обработка эксплантов белизной (1:3) и 0,1%  $\text{AgNO}_3$  обеспечила количество чистых жизнеспособных эксплантов: 28% и 51% соответственно [3].

Ряд авторов считает целесообразным использование для клонального микроразмножения садовых культур, в том числе на этапе введения в культуру *in vitro*, модификации таких питательных сред, как Мурасиге-Скуга и Вуди Планта Медиум [9, 12], Уайта, Кнопа, Андерсона, Ли и де Фоссарда, Кворина-Лепорье и др. [8].

**Цель исследований:** выявить оптимальный стерилизующий агент и оптимальный состав питательных сред для введения садовых растений в культуру *in vitro*.

### Методика исследований

Объекты исследований – инициальные экспланты жимолости синей, малины красной с традиционным и ремонтантным типом плодоношения, земляники садовой с традиционным и ремонтантным типом плодоношения, вишни степной, сливы домашней. Введение в культуру *in vitro* проводили в период их активного роста. Исходным материалом у малины служили этиолированные подземные побеги, расположенные на корневищах материнского растения, у остальных культур брали верхушки однолетних приростов.

Исследования проведены на базе меристемной лаборатории УдмФИЦ УрО РАН с использованием современных методов биотехнологии согласно «Технологии получения оздоровленного посадочного материала плодовых и ягодных культур, 2013 [14].

В качестве стерилизующих агентов с оптимальной экспозицией использованы: 48%-ный этиловый спирт (контроль), 8–10 мин; 33%-ный пергидроль, 6–8 мин;

6%-ный хлоргексидин, 8–10 мин; 0,1%-ная сулема, 1–2 мин; 10,0%-ный Domestos, 6–7 мин; Amway pursue, 10–12 мин.

Для эксперимента брали по 30 ед. исходного материала каждой культуры. Растительный материал в течение 1 ч промывали проточной водой, после стерилизации промывали пятикратно в стерильной дистиллированной воде. Эксплантами для малины служили почки этиолированных подземных побегов, для остальных садовых культур – меристематические апексы. Культуральным сосудом служила пробирка биологическая П2–21–200.

Все питательные среды на этапе введения в стерильную культуру имели половинную дозу макросолей, концентрация цитокинина 6-бензиламинопурина (6-БАП) составляла 0,25 мг/л. Контрольной питательной средой была традиционная Мурасиге-Скуга. Для жимолости синей были использованы питательные среды Мурасиге-Скуга модифицированная (с пониженным содержанием  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$  на 15%) и Вуди Плант Медиум, для малины – Андерсона и Кворина-Лепорье.

Меристематические апексы культивировали в световой комнате при освещенности 75–85 мМоль/м<sup>2</sup>\*сек.<sup>-1</sup>; 6500 К; при температуре воздуха 22...25°C; относительной влажности воздуха 70–75%; в условиях 16-часового светового дня (табл. 1).

Таблица 1

**Состав питательных сред**

Группа веществ	Вещество	Мурасиге-Скуга контроль, мг/л	Кворина-Лепорье, мг/л	Вуди Плант Медиум, мг/л	Мурасиге-Скуга модифицированная, мг/л	Андерсона, мг/л
Макро-элементы	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	1650	400	400	1410	400
	$\text{KNO}_3$	1900	1800	-	1900	480
	$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	370	360	250	370	370
	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	170	270	170	170	380
	$(\text{NH}_4) \text{SO}_4$	-	-	-	-	-
Источник кальция	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	-	1200	-	-	-
	$\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	490	-	150	490	440
Микро-элементы	$\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$	22,3	1,0	10	22,3	16,9
	$\text{H}_3\text{BO}_3$	6,2	6,2	3	6,2	6,2
	$\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	8,6	8,6	2	8,6	8,6
	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	0,25	0,25	0,3	0,25	0,25
	$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	0,025	0,025	0,03	0,025	0,025
	$\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	0,025	0,025	0,03	0,025	0,025
	KJ	0,83	0,8	2,5	0,83	0,3
Хелат железа	$\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8
	$\text{Na}_2\text{ЭДТА}$	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3
Углеводы	сахароза	25000	25000	25000	25000	25000
	агар	4000	4000	4000	4000	4000
Витамины	мезоинозит	100	100	100	100	100
	никотиновая кислота	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	пиридоксин	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	тиамин	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	глицин	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Цитокинины	6-БАП	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ) – антисептик – применяется как обеззараживающее и подсушивающее средство (Глазовский ЛВЗ, Удмуртская Республика). Пероксид водорода ( $H_2O_2$ ) применяется в производстве дезинфицирующих и отбеливающих средств и обладает хорошими очищающими и антисептическими свойствами. 33% водный раствор пероксида водорода, стабилизированный добавлением фосфатов натрия, называется пергидролем (сеть «Госаптека»). Хлоргексидин ( $C_{22}H_{30}Cl_2N_{10}$ ) – антисептическое средство, оказывающее бактерицидное действие в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий при температуре  $22^{\circ}C$  и воздействии в течение 1 мин, фунгицидное действие при температуре  $22^{\circ}C$  и воздействии в течение 10 мин (сеть «Госаптека»). Сулема – хлорид ртути ( $HgCl_2$ ), рекомендуется для дезинфекции против возбудителей грибных и бактериальных болезней и является весьма ядовитым (ОАО «Вектон»). Domestos – гипохлорит натрия  $NaOCl$ , антисептическое и дезинфицирующее средство, применяется как бактерицидное и стерилизующее (ООО «Юнилевер Русь»). В Amway pursue действующее вещество L – молочная кислота. Убивает до 99,99% бактерий, эффективен в отношении вирусов и патогенных грибов, не содержит отбеливателей, хлорида аммония, хлора и фосфатов, искусственных красителей и ароматизаторов (ООО «Амвэй»).

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (2011) [6].

### Результаты и их обсуждение

На этапе введения в культуру *in vitro*, который осуществлялся для всех садовых культур на контрольной питательной среде Мурасиге-Скуга, стерилизующий агент оказал влияние на выход жизнеспособных эксплантов (табл. 2). Достоверно высокий выход стерильных меристематических апексов в 63,3% в среднем по культурам обеспечила обработка 33%-ным пергидролем при 42,0% в контроле (48% – этиловый спирт) и НСР<sub>05</sub>–11,4%.

Использование для стерилизации исходного материала 6,0%-ного хлоргексидина способствовало выходу стерильных меристематических апексов – в среднем 52,0%, что выше контроля, но не существенно. Стерилизация исходного материала 0,1%-ной сулемой, 10,0%-ным Domestos и 100% Amway Pursue привело к выходу стерильных меристематических апексов: в среднем 38,7%; 38,6%; 36,0% соответственно, что ниже контрольного показателя, но незначительно.

Достоверно высокому выходу почек этиолированных подземных побегов малины способствовало использование для стерилизации исходного растительного материала 33%-ного пергидроля и 6,0%-ного хлоргексидина. Выход составил соответственно 61,6% и 51,6% при 31,6% в контроле и НСР<sub>05</sub>6,7%. Обработка растительного материала 10,0%-ным Domestos и 100% Amway Pursue привела в сравнении с контролем к незначительному уменьшению количества жизнеспособных почек этиолированных подземных побегов малины в среднем до 30,0 и 28,3% соответственно. Стерилизация растительного материала 0,1%-ной сулемой обеспечила выход жизнеспособных почек малины в среднем 10,0%, что значительно ниже контроля.

Стерилизация исходного растительного материала садовых культур 33%-ным пергидролем при инициации эксплантов вошла в наши методики клонального микроразмножения как наиболее эффективная. Выявлено, что обработка данным стерилизующим агентом способствовала отсутствию витрифицированных (стекловидных), некротических и экземпляров с морфозами у всех изучаемых культур, а также

хлоротических – у вишни и сливы (табл. 3). Согласно ГОСТ Р 54051–2010 [5] в процессе инициации инфицированные, хлоротические, витрифицированные, а также экспланты с наличием некрозов и морфозов отбраковывались.

Таблица 2

**Выход жизнеспособных эксплантов на питательной среде Мурасиге-Скуга в зависимости от стерилизующего агента, %**

Культура	Стерилизующий агент					
	этиловый спирт 48,0% (контроль)	пергидроль 33,0%	хлоргексидин 6,0%	сулема 0,1%	Domestos 10,0%	Amway Pursue 100%
Меристематические апексы						
Жимолость синяя	40,0	43,3	40,0	40,0	40,0	36,7
Земляника садовая с традиционным типом плодоношения	46,7	66,7	60,0	36,7	46,7	40,0
Земляника садовая с ремонтантным типом плодоношения	46,7	53,3	50,0	36,7	43,3	36,7
Вишня степная	46,7	73,3	53,3	40,0	30,0	23,3
Слива домашняя	30,0	80,0	56,7	40,0	33,3	43,3
среднее	42,0	63,3	52,0	38,7	38,6	36,0
НСР <sub>05</sub>	11,4					
Почки этиолированных подземных побегов						
Малина красная с традиционным типом плодоношения	33,3	63,3	53,3	10,0	33,3	26,7
Малина красная с ремонтантным типом плодоношения	30,0	60,0	50,0	10,0	26,7	30,0
среднее	31,6	61,6	51,6	10,0	30,0	28,3
НСР <sub>05</sub>	6,7					

Питательная среда для жимолости и малины также имела значение на этапе введения в стерильную культуру *in vitro* при стерилизации исходного растительного материала 33,0%-ным пергидролем. Выявлено, что значительно лучшие результаты выживаемости меристематических апексов жимолости получились при культивировании их на питательной среде Вуди Планта Медиум – 76,7% при 43,3% в контроле и НСР<sub>05</sub> 10,4% (табл. 4). Культивирование апексов жимолости на питательной среде

Мурасиге-Скуга модифицированной также способствовало незначительному увеличению их выживаемости до 53,3%.

Достоверно высокие результаты выживаемости почек этиолированных подземных побегов малины получены при культивировании на питательной среде с минеральной основой Кворина-Лепорье. Выживаемость почек этиолированных подземных побегов малины красной с традиционным типом плодоношения на данной питательной среде на 23,4% выше, чем в контроле (33,3%), и составила 56,7% при НСР<sub>05</sub> 16,7%. У малины красной с ремонтантным типом плодоношения выживаемость почек этиолированных подземных побегов также наибольшая на питательной среде Кворина-Лепорье – 36,7% при 30,0% в контроле и НСР<sub>05</sub>–6,4%.

При использовании питательной среды Андерсона выживаемость почек этиолированных подземных побегов малины красной с традиционным типом плодоношения составила 46,7%, малины красной с ремонтантным типом плодоношения – 33,3%, что также выше, чем в контрольном варианте, но не существенно.

Длительность субкультивирования всех садовых культур на этапе введения в *in vitro* составила 14 сут. Все выжившие экспланты были жизнеспособны и готовы к высадке на следующий пассаж.

Таблица 3

**Выживаемость эксплантов после стерилизации пергидролем на этапе введения в культуру *in vitro*, %**

Культура	Инфицированные	Витрифицированные	Хлоротические	Некрозы	Морфозы	Выживаемость
Меристематические апексы						
Жимолость синяя	23,3	0	33,3	0	0	43,4
Земляника садовая с традиционным типом плодоношения	10,0	0	23,3	0	0	66,7
Земляника садовая с ремонтантным типом плодоношения	23,3	0	23,3	0	0	53,4
Вишня степная	26,7	0	0	0	0	73,3
Слива домашняя	20,0	0	0	0	0	80,0
Почки этиолированных подземных побегов						
Малина красная с традиционным типом плодоношения	30,0	0	6,7	0	0	63,3
Малина красная с ремонтантным типом плодоношения	26,7	0	13,3	0	0	60,0

**Выживаемость эксплантов ягодных культур при стерилизации пергидролем  
в зависимости от питательной среды, %**

Питательная среда	Жимолость синяя (меристематические апексы)	Малина красная с традиционным типом плодоношения (почки этиолированных подземных побегов)	Малина красная с ремонтантным типом плодоношения (почки этиолированных подземных побегов)
Мурасиге-Скуга (контроль)	43,4	33,3	30,0
Мурасиге-Скуга модифицированная	53,4	-	-
Вуди Планта Медиум	76,7	-	-
Кворина-Лепорье	-	56,7	36,7
Андерсона	-	46,7	33,3
НСР <sub>05</sub>	10,4	16,7	6,4

### Выводы

Выявлено, что 33,0%-ный пергидроль является наиболее эффективным стерилизующим агентом для обработки исходного растительного материала жимолости, земляники, вишни, сливы, так как при инициации эксплантов *in vitro* он обеспечил достоверно высокий выход стерильных меристематических апексов: 63,3% при 42,0% в контроле и НСР<sub>05-1</sub> 1,4%.

Существенный выход стерильных жизнеспособных почек этиолированных подземных побегов малины в 61,6% получен при использовании как 33,0%-ного пергидроля, так и 6%-ного хлоргексидина: 51,6% при 31,6% в контроле (48% этиловый спирт) и НСР<sub>05-6</sub> 6,7%.

Установлено, что обработка растительного материала 33,0%-ным пергидролем обеспечила отсутствие витрифицированных (стекловидных), некротических эксплантов и экземпляров с морфозами, а также хлоротических – у вишни и сливы.

Таким образом, выявлено, что для стерилизации исходного растительного материала садовых культур более предпочтительно использовать 33,0%-ный пергидроль.

На этапе введения в культуру *in vitro* жимолости синей оптимальной питательной средой является Вуди Планта Медиум, на которой выживаемость меристематических апексов составляет 76,7%, что достоверно выше, чем на контрольной Мурасиге-Скуга. В сравнении с питательной средой Мурасиге-Скуга (контроль) культивирование почек этиолированных подземных побегов малины на среде Кворина-Лепорье существенно повышает их выживаемость: до 56,7% малины красной с традиционным типом плодоношения и 36,7% малины красной с ремонтантным типом плодоношения.

## Библиографический список

1. Бессонова В.А. Введение в культуру *in vitro* *Ginkgo biloba* (Linnaeus, 1771) / В.А. Бессонова, О.Е. Черепанова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 12 (203). – С. 43–49.
2. Вершинина О.В. Особенности развития эксплантов *rubus idaeus* L. и *ribes nigrum* L. перспективных сортов селекции ФГБНУ ФНИЦ садоводства на этапе введения в культуру *in vitro* / О.В. Вершинина, И.А. Бьядовский // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020. – Т. 63. – С. 44–52.
3. Винтер М.А. Эффективность антисептика «Биопак» при санации эксплантов в ходе клонального микроразмножения плодовых культур / М.А. Винтер, С.В. Федорович, И.Х. Тхамокова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 162. – С. 105–113.
4. Высоцкий В.А. Подходы к прогнозированию конечного выхода растений при клональном микроразмножении плодовых и ягодных культур // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 24–26.
5. ГОСТ Р 54051–2010 «Плодовые и ягодные культуры. Стерильные культуры и адаптированные микрорастения. Технические условия». – 15 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. – 350 с.
7. Еремин Г.В. Использование генофонда дикорастущих видов рода *Prunus* L. в селекции клоновых подвоев косточковых культур / Г.В. Еремин, В.Г. Еремин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – Т. 176, № 4. – С. 416–428.
8. Колбанова Е.В. Введение в культуру *in vitro* сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea* l. Var. *Kamtschatica*). Плодоводство / Е.В. Колбанова, С.Э. Семенин // Сборник научных трудов. – Минск: Республиканское унитарное предприятие Издательский дом «Белорусская наука», 2019. – С. 162–168.
9. Куликова Е.И. Особенности культивирования российских и зарубежных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis turcz.*) *in vitro* / Е.И. Куликова, С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, А.И. Чудецкий // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 4. – С. 712–722.
10. Макаров С.С. Влияние способов стерилизации и типов эксплантов жимолости синей на их жизнеспособность в условиях *in vitro* / С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, В.С. Смирнов // Лесохозяйственная информация. – 2018. – № 2. – С. 96–101.
11. Маркова М.Г. Регенерационная способность *Cerasus fruticosa* и *Prunus domestica* в культуре *in vitro* / М.Г. Маркова, Е.Н. Сомова // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 6 (209). – С. 43–52.
12. Маркова М.Г. Клональное микроразмножение ягодных культур: Монография / М.Г. Маркова, Е.Н. Сомова. – Ижевск: Изд-во «Алкид», 2020. – 102 с.
13. Мацнева О.В. Введение сортов земляники в культуру *in vitro* / О.В. Мацнева, Л.В. Ташматова, Т.М. Хромова, В.В. Шахов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2019. – Т. 56. – С. 28–34.
14. Упадышев М.Т. Технология получения оздоровленного от вирусов посадочного материала плодовых и ягодных культур: Методические указания / М.Т. Упадышев и др. – Москва: Росинформагротех, 2013. – 91 с.
15. Шахов В.В. Влияние сезонного фактора на приживаемость эксплантов вишни обыкновенной в культуре *in vitro* / В.В. Шахов, И.Э. Федотова, Л.В. Ташматова, О.В. Мацнева, Т.М. Хромова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 11–1 (101). – С. 159–162.

16. Шахов В.В. Эффективность стерилизующих агентов при введении сортов вишни в культуру *in vitro* / В.В. Шахов, И.Э. Федотова, Л.В. Ташматова, О.В. Мацнева, Т.М. Хромова // Современное садоводство. – 2018. – № 4 (28). – С. 32–37.

17. Yancheva S. *In vitro* propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material / S. Yancheva, P. Marchev, V. Yaneva et al. // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2018. – V. 24 (№ 5). – Pp. 801–806.

18. Ghasheem N.AL. *In vitro* effect of various sterilization techniques on peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) explants / N.AL. Ghasheem F. Stănică, A.G. Peticilă, O. Venat // Scientific Papers. Series B, Horticulture. – 2018. – Vol. LXII. – Pp. 227–234.

## INITIATION OF HORTICULTURAL CROP EXPLANTS *IN VITRO*

M.G. MARKOVA, E.N. SOMOVA

(«Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences»)

*The stage of introduction into sterile culture plays an important role in clonal micropropagation. The purpose of these studies was to find the optimal sterilizing agent at the stage of introducing blue honeysuckle, red raspberry, garden strawberry, steppe cherry, house plum into in vitro culture, as well as the optimal nutrient medium at this stage for blue honeysuckle and red raspberry. As sterilizing agents with optimal exposure, the following were used: 48% ethyl alcohol (control) 8–10 min., 33% perhydrol 6–8 min., 6% chlorhexidine 8–10 min., 0.1% sublimate 1–2 min., 10.0% Domestos 6–7 min., Amway pursue 10–12 min. Murashige-Skooga modified (NH<sub>4</sub> content reduced at 15%) and Woody Plant Medium nutrient media were used to identify the optimal media for blue honeysuckle, and Anderson and Quorin-Leporrier media – for raspberries. All nutrient media had a half dose of macro- and microsalts. The control medium was traditional Murashige-Skooga. The results of the experiment showed that 33.0% perhydrol is the most effective sterilizing agent for processing the initial plant material of all horticultural crops when initiating explants in vitro, since it provided a significantly high yield of sterile apices of 63.0% on average. A significantly high result was also obtained when using 6% chlorhexidine – 51.9% with 39.1% in control (48% ethyl alcohol). Treatment of plant material with 33.0% perhydrol ensured the absence of vitrified (glassy) explants in all studied cultures, as well as chlorotic explants in cherries and plums. Significantly better results of the survival rate of blue honeysuckle apices were obtained on the nutrient medium Woody Plant Medium – 76.7%. Cultivation of raspberry apices on the Kvorin-Leporie nutrient medium significantly increased their survival rate to 56.7% of red raspberry and 36.7% of remontant raspberry.*

**Keywords:** *clonal micropropagation, meristematic apex, buds of etiolated underground shoots, sterilizing agent, horticultural crops*

## References

1. Bessonova V.A., Cherepanova O.E. Vvedenie v kul'turu *in vitro* Ginkgo biloba (Linnaeus, 1771) [Introduction to *in vitro* culture of Ginkgo biloba (Linnaeus, 1771)] Agriarnyj vestnik Urala. 2020; 12 (203): 43–49. (In Rus.)

2. Vershinina O.V., B'yadovskij, I.A. Osobennosti razvitiya eksplantov rubus idaeus L. i ribes nigrum L. perspektivnyh sortov selekcii FGBNU FNC sadovodstva na etape vvedeniya v kul'turu *in vitro* [Features of the development of explants rubus idaeus L. and ribes nigrum L. of promising varieties of breeding of the Federal State Budgetary Institution of Horticulture at the stage of introduction into culture *in vitro*] Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2020; 63: 44–52. (In Rus.)

3. *Vinter M.A., Fedorovich S.V., Thamokova I.H.* Effektivnost' antiseptika "biopak" pri sanacii eksplantov v hode klonal'nogo mikrorazmnozheniya plodovyh kul'tur [The effectiveness of the antiseptic "biopak" in the rehabilitation of explants during clonal micropropagation of fruit crops] *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 162: 105–113. (In Rus.)

4. *Vysockij V.A.* Podhody k prognozirovaniyu konechnogo vyhoda rastenij pri klonal'nom mikrorazmnozhenii plodovyh i yagodnyh kul'tur [Approaches to predicting the final yield of plants during clonal micropropagation of fruit and berry crops]. *Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur*. 2019; 1(6): 24–26. (In Rus.)

5. GOST R54051–2010 Plodovye i yagodnye kultury sterilnye kultury i adaptirovannye mikrorasteniya tekhnicheskie usloviya [Fruit and berry crops. Sterile cultures and adapted microplants. Specifications]. 2010; 15 s. (In Rus.)

6. *Dospekhov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy-obrabotki rezultatov issledovanij) [Field experience methodology: (with the basics of statistical processing of research results): uchebnik dlya studentov vysshih-selskohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij po agronomicheskim specialnostyam / izd 6-e ster perepech s 5-go izd 1985g. Moscow: Alliance, 2011. 350 s. (In Rus.)

7. *Eremin G.V., Eremin V.G.* Ispol'zovanie genofonda dikorastushchih vidov roda *Prunus L.* v selekcii klonovyh podvoev kostochkovykh kul'tur [The use of the gene pool of wild species of the genus *Prunus L.* in the selection of clone rootstocks of stone crops]. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*. 2015; 4(176): 416–428. (In Rus.)

8. *Kolbanova E.V., Semenas S.E.* Vvedenie v kul'turu in vitro sortov zhimolosti sinej (*Lonicera caerulea l. Var. Kamtschatica*) [Introduction to in vitro culture of varieties of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea l. Var. Kamtschatica*)]. *Plodovodstvo. sbornik nauchnyh trudov*. Izdatel'stvo: Respublikanskoe unitarnoe predpriyatie "Izdatel'skij dom "Belorusskaya nauka". Minsk: 2019: 162–168 (In Rus.)

9. *Kulikova E.I., Makarov S.S., Kuznecova I.B., CHudeckij A.I.* Osobennosti kul'tivirovaniya rossijskih i zarubezhnyh sortov zhimolosti s"edobnoj (*Lonicera edulis turcz.*) in vitro [Features of cultivation of Russian and foreign varieties of edible honeysuckle (*Lonicera edulis turcz.*) in vitro]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*. 2020; 4 (51): 712–722. (In Rus.)

10. *Makarov S.S., Kuznecova I.B., Smirnov V.S.* Vliyanie sposobov sterilizacii i tipov eksplantov zhimolosti sinej na ih zhiznesposobnost' v usloviyah in vitro [Influence of sterilization methods and types of blue honeysuckle explants on their viability in vitro] *Lesohozyajstvennaya informaciya*. 2018; 2: 96–101. (In Rus.)

11. *Markova M.G., Somova E.N.* Regeneracionnaya sposobnost' *Cerasus fruticosa* i *Prunus domestica* v kul'ture in vitro [Regenerative capacity of *Cerasus fruticosa* and *Prunus domestica* in in vitro culture]. *Agrarnyj Vestnik Urala*. 2021; 6 (209): 43–52. (In Rus.)

12. *Markova M.G., Somova E.N.* Klonal'noe mikrorazmnozhenie yagodnyh kul'tur [Clonal micro-propagation of berry crops] *Izhevsk: Izd-vo «Alkid»*. 2020: 102. (In Rus.)

13. *Macneva O.V., Tashmatova L.V., Hromova T.M., SHahov V.V.* Vvedenie sortov zemlyaniki v kul'turu in vitro [Introduction of strawberry varieties into culture in vitro]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2019; 56: 28–34. (In Rus.)

14. *Upadyshev M.T.* Tekhnologiya polucheniya ozdorovlennogo ot virusov posadochnogo materialy plodovyh i yagodnyh kul'tur [Technology for obtaining virus-cured planting materials of fruit and berry crops]: metodicheskie ukazaniya – Moskva: Rosinformagrotekh. 2013: 91. (In Rus.)

15. *Shahov V.V., Fedotova I.E., Tashmatova L.V., Macneva O.V., Hromova T.M.* Vliyaniya sezonnogo faktora na prizhivaemost' eksplantov vishni obyknovennoj v kul'ture

in vitro [The influence of the seasonal factor on the survival rate of explants of the common cherry in culture in vitro] *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2020; 11–1(101): 159–162. (In Rus.)

16. *Shahov V.V., Tashmatova L.V., Macneva O.V., Hromova T.M.* Effektivnost' sterilizuyushchih agentov pri vvedenii sortov vishni v kul'turu in vitro [The effectiveness of sterilizing agents when introducing cherry varieties into culture in vitro] *Sovremennoe sadovodstvo*. 2018; 4 (28): 32–37 (In Rus.)

17. *Yancheva S., Marchev R., Yaneva V. et al.* In vitro propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018;5 (24): 801–806. (In Bolgariya)

18. *Ghasheem N. AL, Stănică F., Peticilă A.G., Venat O.* In vitro effect of various sterilization techniques on peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) explants. *Scientific Papers Series B, Horticulture*. 2018; LXII: 227–234.

**Маркова Марина Геннадьевна**, научный сотрудник, Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Татьяны Барамзиной, 34; тел.: (919) 912–05–07; e-mail: markovamg@udman.ru).

**Сомова Елена Николаевна**, старший научный сотрудник, Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Татьяны Барамзиной, 34; тел.: (950) 175–46–27; e-mail: somovaen@udman.ru).

**Marina G. Markova**, research, Federal State Budgetary Institution of Science «Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences» (426067, Russian Federation, Udmurt Republic, Izhevsk, st. T. Baramzinoj, 34, (919) 912–05–07, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru).

**Elena N. Somova**, research Federal State Budgetary Institution of Science «Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences» (426067, Russian Federation, Udmurt Republic, Izhevsk, st. T. Baramzinoj, 34, (950) 175–46–27, e-mail: somovaen@udman.ru).

## ОЦЕНКА БАКТЕРИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ФУНГИЦИДА РИДОМИЛ ГОЛД Р ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЧЕРНОЙ НОЖКИ КАРТОФЕЛЯ

А.А. ДАЦЮК, Ф.С.-У. ДЖАЛИЛОВ

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

С целью разработки мер защиты картофеля от черной ножки проведена оценка бактерицидного действия фунгицида Ридомил Голд Р, ВДГ. Тестирование проводили на трех изолятах фитопатогенных бактерий возбудителей черной ножки картофеля: *Dickeya chrysanthemi* (DSM 4610, Германия), *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* (РФ, Омская область), *Pectobacterium wasabiae* (РФ, Кемеровская область). Оценку проводили *in vitro* путем подсчета колоний бактерий, посеянных на среду КГА с добавлением фунгицида в концентрациях 0,1; 0,2; 0,4; 0,6 и 1% по препарату. Установлено, что фунгицид Ридомил Голд Р показывает 100%-ную биологическую эффективность по отношению ко всем исследуемым штаммам бактерий уже при концентрации препарата в среде 0,2% ( $LD_{100} = 0,2\%$ ). Дополнительно была проведена серия опытов с применением метода отпечатков листьев картофеля, обработанных бактериальной суспензией патогенов, на питательную среду с добавлением 1%-ного рабочего раствора фунгицида. Показано, что кратковременный контакт препарата с эпифитной популяцией листа картофеля приводит к полной гибели бактерий.

**Ключевые слова:** болезни растений, черная ножка картофеля, фунгициды, Ридомил Голд Р, *Dickeya chrysanthemi*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis*, *Pectobacterium wasabiae*.

### Введение

Черная ножка картофеля и ассоциированные с ней мягкие гнили клубней являются одними из наиболее опасных бактериальных заболеваний картофеля, вызываемых различными видами пектолитических бактерий из родов *Pectobacterium* (ранее – *Erwinia*) и *Dickeya*. Эти близкородственные граммотрицательные энтеробактерии продуцируют ряд ферментов пектиназ [23, 32], под действием которых происходит разрушение клеточной стенки растений с последующей обширной мацерацией растительных тканей.

Представители обоих вышеупомянутых родов, помимо картофеля, поражают множество других овощных, плодовых и декоративных культур во всем мире. В связи с этим они были внесены в топ-10 основных бактериальных патогенов растений, ограничивающих урожайность и качество сельскохозяйственных культур [5, 19]. Например, *Dickeya chrysanthemi* вызывает заболевание у самых разных растений-хозяев [18, 25], включая 16 семейств двудольных растений в 11 порядках и 10 семейств однодольных в 5 порядках [18].

Несмотря на то, что первые упоминания о данных возбудителях на картофеле были зарегистрированы еще в 1972 г. в Нидерландах [26], на территории Российской Федерации эти фитопатогенные микроорганизмы были обнаружены лишь

в 2009 г. [31]. Однако за последние 10 лет оба заболевания достигли колоссальных масштабов вредоносности, принося год за годом все больший недобор урожая в хозяйствах по всей стране. Так, в период с 2009 по 2013 гг. процент встречаемости возбудители черной ножки *Dickeya dianticola* и *Dickeya solani* на клубнях картофеля увеличивался вдвое каждый год и повысились с 4 до 30% [29]. Среди возможных причин столь активного распространения заболевания можно выделить три, наиболее распространенные.

Первая причина связана с глобальным изменением климата и, как следствие, с ежегодным повышением среднегодовой температуры, что является наиболее благоприятным условием для развития данных бактериозов, при одновременном снижении иммунитета растения и провокации повышения восприимчивости самого картофеля к патогенным микроорганизмам [13, 30].

Вторая причина обусловлена наличием у пектобактерий особого типа секреции [2, 4], называемого «Quorum Sensing», благодаря которому заболевание может долго находиться в латентной стадии и проявляется лишь при достижении наиболее благоприятных условий окружающей среды и пороговой плотности популяции бактерий [17, 20, 23]. В результате клубни со скрытой формой инфекции могут распространяться на огромные расстояния, пересекая национальные границы. В подтверждение этого было проведено сравнение результатов полногеномного секвенирования штаммов *Dickeya solani*, зафиксированных в России в 2009 г., со штаммами, вызвавшими вспышку черной ножки в Нидерландах в 2007 г., в ходе которого выяснилось практически полное сходство между штаммами [16, 27].

Третья причина обусловлена тем, что пектобактерии могут сохраняться эндофитно и эпифитно. Они способны накапливаться в ризосфере, водоемах и на поверхности растений с последующим заражением здоровых растений.

В своих исследованиях Карьялайнен и др. [14] установили, что *Pectobacterium spp.* может сохранять жизнеспособность на влажных листьях картофеля, а также размножаться на них. Берджесс и др. [3] заметили увеличение количества пектобактерий на листьях картофеля в конце вегетационного периода, откуда бактерии могут распространяться на клубни во время сбора урожая, просто в результате смывания дождем из инфицированных надземных тканей, – в частности, после разрушения ботвы [10, 21]. Так, в ходе эксперимента по распространению эпифитной популяции патогенов с листьев было доказано, что заражение клубней патогеном *P. parmentieri* может происходить за счет инокулюма, смытого с инфицированных остатков ботвы в почву, поскольку в первую неделю после уничтожения листьев количество бактериального патогена в почве значительно увеличилось [15].

Помимо распространения эпифитной популяции патогенов через дождевую воду в почву с последующим заражением клубней, была отмечена способность пектобактерий проникать с поверхности листа в сосудистую систему растения. Так, при проведении ряда экспериментов, в которых стебли и сильно поврежденные листья растений инокулировали высокой плотностью патогенов, было зафиксировано перемещение бактерий по водной поверхности к естественным отверстиям – гидатомам и устьицам. Помимо прочего, пектобактерии способны продуцировать фермент коронатин, предотвращающий закрытие устьиц и тем самым способствующий проникновению бактерий в мезофилл листа [21]. При этом бактерии с листьев среднего яруса по сосудистой системе перемещались к верхушке растения и далее – вниз по стеблям, к столонам и дочерним клубням [6], попутно передавая инфекцию в клубни нового урожая.

Несомненно, основным источником заражения картофеля черной ножкой по-прежнему являются инфицированные материнские клубни, и разработка системы сертификации семенных клубней на отсутствие патогенов *Pectobacterium* и *Dickeya*

может в значительной мере предотвратить распространение заболевания. Однако эпифитная популяция патогенов также может привести к его распространению. Ведь в дополнение к передаче патогенов через почвенную влагу заражение может происходить воздушно-капельным путем посредством переносимых ветром мелкодисперсных взвесей бактерий в воздухе [9, 22].

Положительным примером в борьбе с черной ножкой может выступать система тестирования клубней в Шотландии [7, 8], при которой все импортируемые семенные клубни должны быть проверены перед посадкой на отсутствие зараженности возбудителями черной ножки. Кроме того, в течение вегетации дважды проводятся мониторинг посадок семенного картофеля, диагностика клубней, полученных после уборки урожая, а также ежегодная плановая проверка воды из водоемов, используемых для орошения картофельных полей, на наличие патогенных штаммов *Pectobacterium* и *Dickeya* [28].

К сожалению, с учетом биологии возбудителей черной ножки, способных не только распространяться через зараженный семенной материал, но и сохраняться в эпифитных популяциях, использование сертифицированного семенного материала не может полностью исключить риск возникновения заболеваний, и наиболее эффективным средством защиты картофеля по-прежнему являются пестициды. Лишь полноценная химическая защита, включающая в себя как предпосадочную обработку клубней, так и обработку по листу в течение вегетации, может обеспечить здоровье растений и получение полноценного урожая.

В последнее время на картофеле все чаще фиксируется комплексное поражение культуры фитофторозом, альтернариозом и бактериальными гнилями, защита от которых подразумевает применение препаратов с расширенным спектром действия. Однако многие применяемые ранее в сельском хозяйстве препараты оказались токсичными и экологически небезопасными [33], а современный ассортимент препаратов для предпосадочной обработки клубней и опрыскивания посевов в период вегетации достаточно ограничен ввиду отсутствия новых препаративных форм, эффективных в первую очередь против почвенно-клубневой инфекции. При этом необходимо понимать, что чувствительность фитопатогенных бактерий к пестицидам зависит от штамма. Это следует учитывать на практике – в частности, оценка антибактериального действия различных препаратов не должна ограничиваться одним бактериальным штаммом.

В связи с вышесказанным следует отметить необходимость разработки новых препаративных форм, эффективных против как грибных, так и бактериальных фитопатогенов, при этом не оказывающих фитотоксического действия на растение и безопасных для человека и окружающей среды. В этой связи особый интерес представляют медьсодержащие препараты, ионы которых способны оказывать противогрибковое и антибактериальное действие в низких концентрациях [1]. Эффективность медьсодержащих фунгицидов обусловлена способностью меди вызывать денатурацию белковых структур грибов и бактерий, а биостатический эффект меди, препятствующий размножению бактерий на обработанной поверхности, позволяет сокращать концентрацию меди в самом препарате и кратность обработок фунгицидом [24].

Компанией Syngenta был разработан в усовершенствованной формуляции препарат Ридомил Голд Р, ВДГ. Это фунгицид комбинированного действия, применяемый для защиты картофеля, овощных культур и винограда от комплекса болезней. Благодаря двухкомпонентному составу из мефеноксана и хлорокиси меди он как обеспечивает защиту против широкого спектра заболеваний, так и обладает дополнительным профилактическим действием по отношению к бактериальным болезням.

Целью работы является оценка *in vitro* бактерицидных свойств препарата Ридомил Голд Р по отношению к возбудителям черной ножки картофеля.

## Методика исследований

Экспериментальная работа проводилась на базе лаборатории кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2020–2021 гг.

Для оценки антибактериальных свойств фунгицидов использовались референтный штамм *Dickeya chrysanthemi* (DSM 4610, Германия), изоляты бактерий *Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliensis* (РФ, Омская область) и *Pectobacterium wasabiae* (РФ, Кемеровская область), выделенные нами из зараженного посадочного материала в 2020–2021 гг. и идентифицированные при помощи коммерческих наборов реагентов «ФИТОСКРИН» для обнаружения патогенов картофеля методом ПЦР в реальном времени (РН-029, РН-044, производитель ООО «Синтол», г. Москва).

Исследование было направлено на оценку бактерицидного действия фунгицида Ридомил Голд Р, ВДГ (действующее вещество: 20 г/кг мефеноксам и 142 г/кг меди охсихлорид). Эталоном служил препарат со схожим спектром действия по отношению к возбудителям черной ножки, но с большим содержанием действующих веществ (42 г/кг цимоксанил + 689,5 г/кг меди хлорокись).

Оценку бактерицидных свойств проводили на картофельно-глюкозном агаре (КГА, производитель HiMedia) с добавлением фунгицида в концентрациях 0,1; 0,2; 0,4; 0,6 и 1% по препарату. Расчет нормы расхода рабочего раствора для внесения в питательную среду КГА осуществляли, исходя из рекомендуемых производителем норм расхода (для Ридомил Голд Р – 5 кг/га препарата при норме расхода рабочего раствора 300 л/га, для эталона – 2 кг/га при расходе рабочего раствора 400 л/га).

Необходимые концентрации препарата в среде достигались путем добавления в автоклавированную питательную среду КГА при 50°C фунгицида, разведенного в стерильной дистиллированной воде с соответствующим содержанием действующего вещества [11] из расчета 20 мл раствора на 80 мл среды. В качестве контроля использовали среду КГА с добавлением 20 мл дистиллированной воды к 80 мл питательной среды. Затем полученную смесь разливали по чашкам Петри по 20 мл.

После отверждения поверхность питательной среды засеивали бактериальными суспензиями суточной культуры бактериальных патогенов по 100 мкл, используя для этого предварительно подготовленное десятикратное разведение в трехкратной повторности. Засеянные чашки инкубировали при 28°C в течение 24 ч.

Бактерицидное действие фунгицида оценивали через сутки путем подсчета числа бактериальных колоний в различных вариантах.

Дополнительно было проведено исследование по оценке эффективности препарата против эпифитной популяции патогенов.

Для фиксации развития эпифитной популяции патогенов был применен метод отпечатков инокулированных листьев картофеля на поверхность различных питательных сред.

В подтверждение пектолической активности эпифитной популяции возбудителей черной ножки была использована селективная пектатная среда SVP-SL [12]. Для визуальной оценки наличия колоний патогена с целью последующего отбора изолятов для уточнения видовой принадлежности методом ПЦР в реальном времени была использована полуселективная среда King B. С целью обоснования влияния фунгицида Ридомил Голд Р на эпифитную популяцию фитопатогенных микроорганизмов была использована среда КГА с добавлением фунгицида в концентрации 1%.

Листья картофеля отбирали со среднего яруса вегетирующих в теплице растений, тщательно промывали в проточной воде, дезинфицировали 96%-ным этанолом. Бактериальную суспензию патогенов плотностью  $10^6$  КОЕ/мл распределяли

по поверхности листьев с помощью шприца на 1 мл из расчета 100 мкл на лист. После полного высыхания капель суспензии листья раскладывали по поверхностям трех питательных сред. Чашки Петри вместе с листьями инкубировали в термостате при температуре 28°C в течение 2 ч. Затем чашки извлекали из термостата, удаляли из каждой чашки листья и вновь помещали чашки Петри в термостат при той же температуре.

Учет роста колоний проводили для сред King B и КГА через 24 ч, для среды CVP-SL – на пятые сутки инкубации.

### Результаты и их обсуждение

Добавление фунгицида Ридомил Голд Р в питательную среду в концентрации 0,28 г/л и более (по действующему веществу хлорокись меди) препятствовало росту колоний типового штамма *Dickeya chrysanthemi*. Бактериостатический эффект препарата проявлялся при снижении концентрации фунгицида в среде до 0,14 г/л, о чем свидетельствовало уменьшение числа бактериальных колоний на 30% по сравнению с контролем (табл. 1).

Сравнение биологической эффективности фунгицида Ридомил Голд Р с эталонным препаратом показало худшую антибактериальную активность у эталона. Внесение эталонного фунгицида в питательную среду препятствовало росту бактериальных колоний только при концентрации действующего вещества хлорокись меди 6,9 г/л, что превышало более чем в 48 раз аналогичную эффективную концентрацию меди в составе Ридомила Голд Р. Дальнейшее же снижение концентрации эталонного препарата в среде вызывало бактериостатический эффект вплоть до достижения концентрации действующего вещества 0,69 г/л, при которой биологическая эффективность эталона снизилась до 0% и сравнялась с контролем.

Таблица 1

#### Оценка биологической эффективности фунгицида Ридомил Голд Р на типовом штамме *Dickeya chrysanthemi*

Концентрация рабочего раствора препарата, %	Ридомил Голд Р (меди оксихлорид, г/л рабочего раствора)	Биологическая эффективность Ридомил Голд Р, %	Эталон (меди хлорокись, г/л рабочего раствора)	Биологическая эффективность эталона, %
0,1	0,14	30	0,69	0
0,2	0,28	100	1,38	30
0,4	0,57	100	2,76	35
0,6	0,85	100	4,14	40
1,0	1,42	100	6,90	100

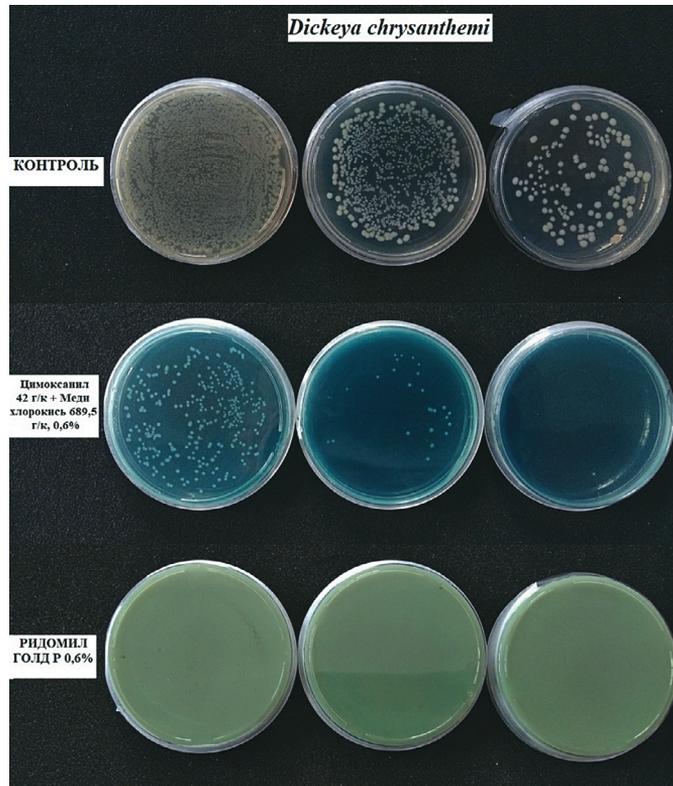
Таким образом, проведенное исследование подтвердило повышенную антибактериальную активность препарата Ридомил Голд Р в сравнении с эталонным пестицидом против возбудителя черной ножки картофеля *Dickeya chrysanthemi*. Даже при равных концентрациях рабочих растворов препаратов в среде эталонный образец показывает худший антибактериальный эффект (рис. 1) по отношению к заявленному патогену несмотря на большее содержание действующих веществ в своем составе.

Поскольку биологическая эффективность препарата Ридомил Голд Р значительно превышала эффективность эталонного препарата при тестировании на контрольном

штамме, далее исследования проводились без сравнения с эталоном.

Для дальнейшей оценки биологической эффективности фунгицида Ридомил Голд Р по отношению к возбудителям черной ножки картофеля были подобраны два изоляты в составе нашей коллекции: изолят из Омской области, идентифицированный как *Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliensis*, и изолят из Кемеровской области, идентифицированный как *Pectobacterium wasabiae*.

Результаты исследования действия фунгицида Ридомил Голд Р по отношению к изоляту *Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliensis* были аналогичными данным, полученным на типовом штамме *Dickeya chrysanthemi*. Внесение препарата в питательную среду в концентрации 0,284 г/л и более препятствовало росту бактериальных колоний. Понижение концентрации фунгицида в среде до 0,142 г/л привело к снижению биологической эффективности препарата со 100 до 30% (табл. 2).

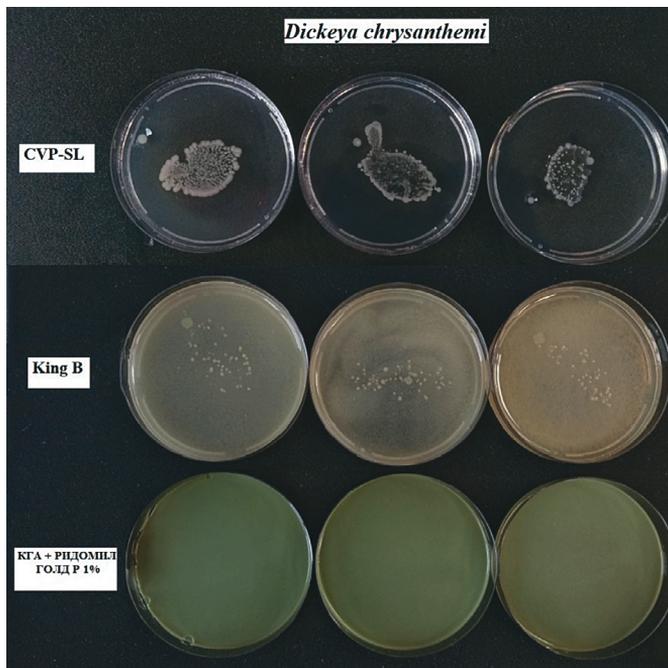


**Рис. 1.** Сравнение бактерицидного действия препаратов при равных концентрациях в среде против возбудителя черной ножки *Dickeya chrysanthemi*:  
 верхний ряд – среда КГА без добавления фунгицида;  
 средний ряд – среда КГА с добавлением 0,6% рабочего раствора эталона,  
 нижний ряд – КГА с добавлением 0,6% рабочего раствора Ридомила Голд Р (числовые значения приведены в таблице 1)

Таблица 2

**Биологическая эффективность препарата Ридомил Голд Р против двух видов возбудителей черной ножки картофеля**

Концентрация рабочего раствора препарата, %	Биологическая эффективность Ридомил Голд Р, %	
	<i>Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliensis</i>	<i>Pectobacterium wasabiae</i>
0,1	30	100
0,2	100	100
0,4	100	100
0,6	100	100
1	100	100



**Рис. 2.** Оценка бактерицидного действия Ридомил Голд Р против эпифитной популяции возбудителя черной ножки *Dickeya chrysanthemi* методом отпечатков:  
 верхний ряд – среда CVP-SL;  
 средний ряд – среда King B;  
 нижний ряд – КГА с добавлением 1% рабочего раствора Ридомила Голд Р

микробиоты перед началом эксперимента. Для подтверждения наличия на среде колоний именно *Dickeya chrysanthemi* отобранные изоляты были проверены методом ПЦР в реальном времени. В ходе проверки было подтверждено наличие на среде целевого патогена, которым проводилась инокуляция листьев.

Таким образом, нами экспериментально доказана возможность пектолитических бактерий сохраняться в эпифитной популяции на поверхности листьев картофеля.

В варианте с внесением фунгицида Ридомил Голд Р в питательную среду в концентрации 1% (по препарату) рост колоний бактерий в чашках не наблюдался, что подтверждает его высокую эффективность по отношению к эпифитной популяции патогенов черной ножки картофеля.

## Выводы

Результаты лабораторного исследования фунгицида Ридомил Голд Р при тестировании *in vitro* доказали высокую эффективность препарата против возбудителей черной ножки картофеля (*Dickeya chrysanthemi*, *Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliensis*, *Pectobacterium wasabiae*). Даже при снижении рекомендуемой нормы расхода препарата в 10 раз он успешно выполняет бактерицидную функцию в отношении заявленных патогенов в отличие от эталонного образца препарата с повышенным содержанием действующих веществ, биологическая эффективность которого существенно понижается при снижении концентрации.

По отношению к изоляту *Pectobacterium wasabiae* внесение фунгицида в питательную среду при всех исследуемых концентрациях препарата препятствовало росту бактериальных клеток.

Для оценки эффективности фунгицида Ридомил Голд Р по отношению к эпифитной популяции возбудителей черной ножки картофеля была проведена серия опытов с применением метода отпечатков листьев картофеля, обработанных бактериальной суспензией патогена.

На селективной среде CVP-SL учитывали гидролизующие пектатный гель колонии, по которым можно судить о наличии пектолитических бактерий (рис. 2). При этом на среде King B было обнаружено множество колоний различных форм и размеров, что говорит о неполной стерилизации листьев от сопутствующей

По итогам исследования по оценке эффективности препарата против эпифитной популяции патогенов методом отпечатков отмечено, что кратковременный контакт препарата с патогенами – возбудителями черной ножки картофеля – приводит к полной гибели фитопатогенных бактерий. Это доказывает перспективность использования фунгицида Ридомил Голд Р для защиты вегетирующих растений картофеля от черной ножки.

*Работа выполнена при поддержке ООО «Сингента» (договор от 26 августа 2021 г. № 24/21 на выполнение научно-исследовательских работ в рамках поддержки исследований молодых ученых аграрных образовательных и научных учреждений).*

### Библиографический список

1. ABD EL-RAHMAN, A.F. Evaluation of some fungicides effectiveness in control of blackleg and common scab of potato / A.F. ABD EL-RAHMAN, A.A. EL-KAFRAWY, O.A. ABD EL-HAFEZ, A.B.D. EL-GHANY // Egyptian Journal of Agricultural Research. – 2018. – Т. 96, № 4. – С. 1307–1323.
2. Alfano J.R. Type III secretion system effector proteins: double agents in bacterial disease and plant defense / J.R. Alfano, A. Collmer // Annu. Rev. Phytopathol. – 2004. – Т. 42. – С. 385–414.
3. Burgess P.J. Contamination and subsequent multiplication of soft rot erwinias on healthy potato leaves and debris after haulm destruction / P.J. Burgess, J.P. Blake-man M.C.M. Perombelon // Plant Pathology. – 1994. – Т. 43, № 2. – С. 286–299.
4. Charkowski A. The role of secretion systems and small molecules in soft-rot Enterobacteriaceae pathogenicity / A. Charkowski, C. Blanco, G. Condemine, D. Expert, T. Franz, C. Hayes, I. Yedidia // Annual review of phytopathology. – 2012. – Т. 50. – С. 425–449.
5. Czajkowski R. Detection, identification and differentiation of Pectobacterium and Dickeya species causing potato blackleg and tuber soft rot: a review / R. Czajkowski, M.C.M. Pérombelon S. Jafra, E. Lojkowska, M. Potrykus, Wolf J.M. Van Der W. Sledz // Annals of Applied Biology. – 2015. – Т. 166, № 1. – С. 18–38.
6. Czajkowski R. Systemic colonization of potato plants by a soilborne, green fluorescent protein-tagged strain of Dickeya sp. biovar 3 / R. Czajkowski, W.J. De Boer H. Velvis, J.M. Van der Wolf // Phytopathology. – 2010. – Т. 100, № 2. – С. 134–142.
7. Euphresco, 2013. Dickeya species in potato and management strategies (Dickeyaspp). Final report. – URL: <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>.
8. Euphresco-II, 2015. Assessment of Dickeya sp. and Pectobacterium sp. on potatoes and ornamentals (Dickeya). Final report. – URL: <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>.
9. Graham D.C. Potential spread of Erwinia spp. in aerosols / D.C. Graham, M.D. Harrison // Phytopathology. – 1975. – Т. 65, № 6. – С. 739–741.
10. Greiner B.W. Inoculation and spread of Dickeya in potatoes. – North Dakota State University, 2019.
11. Hu, J.H. Mefenoxam sensitivity and fitness analysis of Phytophthora nicotianae isolates from nurseries in Virginia, USA / J.H. Hu, C.X. Hong, E.L. Stromberg, G.W. Moorman // Plant Pathology. – 2008. – Т. 57, № 4. – С. 728–736.
12. Hélias V. Two new effective semiselective crystal violet pectate media for isolation of Pectobacterium and Dickeya / V. Hélias, P. Hamon, E. Huchet, J.M. Van der Wolf D. Andrivon // Plant pathology. – 2012. – Т. 61, № 2. – С. 339–345.
13. Jatav M.K. Impact of Climate Change on Potato Production in India / M.K. Jatav, V.K. Dua, P.M. Govindakrishnan, R.P. Sharma // Sustainable Potato Production and the Impact of Climate Change. – IGI Global, 2017. – С. 87–104.

14. *Karjalainen R.* Piilevän tyvimädän tunnistaminen perunasta PCR-tekniikalla ja taudin torjuntamahdollisuudet / R. Karjalainen, S. Lehtimäki, M. Toivonen // Kohti huippulaatuista siemenperunaa. – 2000. – С. 47.
15. *Kastelein P.* Systemic colonization of potato plants resulting from potato haulm inoculation with *Dickeya solani* or *Pectobacterium parmentieri* / P. Kastelein, M.G. Förch, M.C. Krijger, P.S. Van der Zouwen W. Van den Berg J.M. Van der Wolf // Canadian Journal of Plant Pathology. – 2021. – Т. 43, № 1. – С. 1–15.
16. *Khayl S.* Complete genome anatomy of the emerging potato pathogen *Dickeya solani* type strain IPO 2222 T / S. Khayl, P. Blin, T.M. Chong, K.G. Chan, D. Faure // Standards in genomic sciences. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 1–6.
17. *Krzyzanowska D.M.* Compatible mixture of bacterial antagonists developed to protect potato tubers from Soft Rot caused by *Pectobacterium* spp. and *Dickeya* spp / D.M. Krzyzanowska, T. Maciag, J. Siwinska, M. Krychowiak, S. Jafra, R. Czajkowski // Plant disease. – 2019. – Т. 103, № 6. – С. 1374–1382.
18. *Ma, B.* Host range and molecular phylogenies of the soft rot enterobacterial genera *Pectobacterium* and *Dickeya* / B. Ma, M.E. Hibbing, H.S. Kim, R.M. Reedy, I. Yedidia, J. Breuer, A.O. Charkowski // Phytopathology. – 2007. – Т. 97, № 9. – С. 1150–1163.
19. *Mansfield J.* Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology / J. Mansfield, S. Genin, S. Magori, V. Citovsky, M. Sriariyanum, P. Ronald, G.D. Foster // Molecular plant pathology. – 2012. – Т. 13, № 6. – С. 614–629.
20. *Papenfort K.* Quorum sensing signal – response systems in Gram-negative bacteria / K. Papenfort, B.L. Bassler // Nature Reviews Microbiology. – 2016. – Т. 14, № 9. – С. 576–588.
21. *Pasanen M.* Characterization of *Pectobacterium* strains causing soft rot and blackleg of potato in Finland, 2020.
22. Pérombelon M.C.M. Potato blackleg: epidemiology, host-pathogen interaction and control // Netherlands Journal of Plant Pathology. – 1992. – Т. 98, № 2. – С. 135–146.
23. *Pöllumaa L.* Quorum sensing and expression of virulence in *pectobacteria* / L. Pöllumaa, T. Alamäe, A. Mäe // Sensors. – 2012. – Т. 12, № 3. – С. 3327–3349.
24. *Rusjan D.* Copper in horticulture // Fungicides for plant and animal diseases. – IntechOpen, 2012.
25. *Samson R.* Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al. 1953) Brenner et al. 1973 and *Brenneria paradisiaca* to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zaeae* sp. nov. / R. Samson, J.B. Legendre, R. Christen, M. Fischer-Le Saux W. Achouak, L. Gardan // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2005. – Т. 55, № 4. – С. 1415–1427.
26. *Toth I.K.* *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe / I.K. Toth, J.M. Van der Wolf G. Saddler, E. Lojkowska, V Hélias., M. Pirhonen, J.G. Elphinstone // Plant Pathology. – 2011. – Т. 60, № 3. – С. 385–399.
27. *Виноградова С.В.* Полногеномное секвенирование фитопатогенных бактерий / С.В. Виноградова, Е.И. Кырова, А.Н. Игнатов // Защита картофеля. – 2014. – № 2. – С. 15–17.
28. *Ерохова М.Д.* «Черная ножка» – опасное для отечественного картофелеводства заболевание / М.Д. Ерохова, М.А. Кузнецова // Аграрная наука. – 2019. – Т. 3. – С. 44–48.
29. *Игнатов А.Н.* Распространение бактериальных и фитоплазменных болезней растений в России / А.Н. Игнатов, М.С. Егорова, М.В. Ходыкина // Защита и карантин растений. – 2015. – № 5. – С. 6–10.

30. *Игнатов А.Н.* Динамика видового состава патогенов картофеля в Европейской части РФ / А.Н. Игнатов, Ю.С. Панычева, М.В. Воронина, Д.М. Васильев Ф.С.У. Джалилов // Картофель и овощи. – 2019. – Т. 9. – С. 28–32.

31. *Карлов А.Н.* *Dickeya dianthicola*-новый для России бактериальный патоген картофеля / А.Н. Карлов, В.С. Зотов, Э.Ш. Пехтерева, Е.В. Матвеева Ф.С.У. Джалилов И.А. Фесенко, Г.И. Карлов // Известия ТСХА. – 2010. – № 3. – С. 134–141.

32. *Ковтунов Е.А.* Ферменты деградации рамногалактуронана как факторы вирулентности фитопатогенной бактерии *Pectobacterium atrosepticum* / Е.А. Ковтунов, В.Ю. Горшков, Н.Е. Гоголева, О.Е. Петрова, Е.В. Осипова, Ч.Б. Нуриахметова, Ю.В. Гоголев // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 3. – С. 566–574.

33. *Мыца Е.Д.* Новый препарат «Зерокс» – оценка фунгицидного и бактерицидного эффекта *in vitro* / Е.Д. Мыца, С.Н. Еланский, Л.Ю. Кокаева, М.А. Побединская, А.Н. Игнатов, М.А. Кузнецова, Ю.А. Крутяков // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 12. – С. 16–19.

## EFFICACY OF RIDOMIL GOLD R AS BACTERICIDE AGAINST POTATO BLACK LEG PATHOGEN

A. A. DATSYUK, F.S.-U. DZHALILOV

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*Bactericidal activity of copper-containing fungicide Ridomil Gold R (WDG) was tested in framework of potato black leg control. Three strains of bacteria causing potato black leg were employed in the trials: Dickeya chrysanthemi (DSM 4610, Germany), Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliensis (Russia, Omsk region), Pectobacterium wasabiae (Russia, Kemerovo reg.). The activity was estimated in vitro by counting colony number on PDA agar with 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, and 1.0% of the fungicide. According to the results, for all the tested bacteria Ridomil Gold R had LD100 = 0.2%. Additional test has been done by potato leafprint method, after spraying leaves by bacterial suspension. The leaves were imprinted on PDA agar with 1% fungicide. No viable bacteria were found after incubation.*

**Keywords:** blackleg of potato, soft-rot bacterial pathogens, plant protection, fungicides, copper preparations, Ridomil Gold R, *Dickeya chrysanthemi*, *Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliensis*, *Pectobacterium wasabiae*

## References

1. *ABD EL-RAHMAN A. F., EL-KAFRAWY, A. A., ABD EL-HAFEZ, O. A., EL-GHANY, A. B.D.* Evaluation of some fungicides effectiveness in control of blackleg and common scab of potato // Egyptian Journal of Agricultural Research. – 2018. – Т. 96. – № 4. – С. 1307–1323.

2. *Alfano J.R., Collmer A.* Type III secretion system effector proteins: double agents in bacterial disease and plant defense // Annu. Rev. Phytopathol. – 2004. – Т. 42. – С. 385–414.

3. *Burgess P.J., Blakeman J.P., Perombelon, M.C.M.* Contamination and subsequent multiplication of soft rot erwinias on healthy potato leaves and debris after haulm destruction // Plant Pathology. – 1994. – Т. 43. – № 2. – С. 286–299.

4. *Charkowski A., Blanco C., Condemine G., Expert D., Franza T., Hayes C., Yedidia I.* The role of secretion systems and small molecules in soft-rot Enterobacteriaceae pathogenicity // Annual review of phytopathology. – 2012. – Т. 50. – С. 425–449.

5. *Czajkowski R., Pérombelon M.C. M., Jafra S., Lojkowska E., Potrykus M., Van der Wolf J.M., Sledz W.* Detection, identification and differentiation of *Pectobacterium*

- and *Dickeya* species causing potato blackleg and tuber soft rot: a review // *Annals of Applied Biology*. – 2015. – T. 166. – № . 1. – C. 18–38.
6. Czajkowski R., De Boer W.J., Velvis H., Van der Wolf J.M. Systemic colonization of potato plants by a soilborne, green fluorescent protein-tagged strain of *Dickeya* sp. biovar 3 // *Phytopathology*. – 2010. – T. 100. – № . 2. – C. 134–142.
7. Euphresco, 2013. *Dickeya* species in potato and management strategies (*Dickeya* spp). Final report, <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>
8. Euphresco-II, 2015. Assessment of *Dickeya* sp. and *Pectobacterium* sp. on potatoes and ornamentals (*Dickeya*). Final report, <https://www.euphresco.net/projects/portfolio>
9. Graham D.C., Harrison M.D. Potential spread of *Erwinia* spp. in aerosols // *Phytopathology*. – 1975. – T. 65. – № . 6. – C. 739–741.
10. Greiner B.W. Inoculation and spread of *Dickeya* in potatoes: dis. – North Dakota State University, 2019.
11. Hu J.H., Hong C.X., Stromberg E.L., Moorman G.W. Mefenoxam sensitivity and fitness analysis of *Phytophthora nicotianae* isolates from nurseries in Virginia, USA // *Plant Pathology*. – 2008. – T. 57. – № . 4. – C. 728–736.
12. Hélias V., Hamon P., Huchet E., Van der Wolf J.M., Andrivon D. Two new effective semiselective crystal violet pectate media for isolation of *Pectobacterium* and *Dickeya* // *Plant pathology*. – 2012. – T. 61. – № . 2. – C. 339–345.
13. Jatav M.K., Dua V.K., Govindakrishnan P.M., Sharma R.P. Impact of Climate Change on Potato Production in India // *Sustainable Potato Production and the Impact of Climate Change*. – IGI Global, 2017. – C. 87–104.
14. Karjalainen R., Lehtimäki S., Toivonen M. Piilevän tyvimädän tunnistaminen perunasta PCR-tekniikalla ja taudin torjuntamahdollisuudet // *Kohti huippulaatuista siemenperunaa*. – 2000. – S. 47.
15. Kastelein P., Förch M.G., Krijger M.C., Van der Zouwen P.S., Van den Berg W., Van der Wolf J.M. Systemic colonization of potato plants resulting from potato haulm inoculation with *Dickeya solani* or *Pectobacterium parmentieri* // *Canadian Journal of Plant Pathology*. – 2021. – T. 43. – № . 1. – S. 1–15.
16. Khayi S., Blin P., Chong T.M., Chan K.G., Faure D. Complete genome anatomy of the emerging potato pathogen *Dickeya solani* type strain IPO 2222 T // *Standards in genomic sciences*. – 2016. – T. 11. – № . 1. – C. 1–6.
17. Krzyzanowska D.M., Maciag T., Siwinska J., Krychowiak M., Jafra S. Czajkowski, R. Compatible mixture of bacterial antagonists developed to protect potato tubers from Soft Rot caused by *Pectobacterium* spp. and *Dickeya* spp // *Plant disease*. – 2019. – T. 103. – № . 6. – S. 1374–1382.
18. Ma B., Hibbing M.E., Kim H.S., Reedy R.M., Yedidia I., Breuer J., Charkowski A.O. Host range and molecular phylogenies of the soft rot enterobacterial genera *Pectobacterium* and *Dickeya* // *Phytopathology*. – 2007. – T. 97. – № . 9. – C. 1150–1163.
19. Mansfield J., Genin S., Magori S., Citovsky V., Sriariyanum M., Ronald P., Foster G.D. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology // *Molecular plant pathology*. – 2012. – T. 13. – № . 6. – S. 614–629.
20. Papenfort K., Bassler B.L. Quorum sensing signal–response systems in Gram-negative bacteria // *Nature Reviews Microbiology*. – 2016. – T. 14. – № . 9. – S. 576–588.
21. Pasanen M. Characterization of *Pectobacterium* strains causing soft rot and blackleg of potato in Finland. – 2020.
22. Pérombelon M.C.M. Potato blackleg: epidemiology, host-pathogen interaction and control // *Netherlands Journal of Plant Pathology*. – 1992. – T. 98. – № . 2. – S. 135–146.
23. Pöllumaa L., Alamäe T., Mäe A. Quorum sensing and expression of virulence in *pectobacteria* // *Sensors*. – 2012. – T. 12. – № . 3. – S. 3327–3349.

24. *Rusjan D.* Copper in horticulture // Fungicides for plant and animal diseases. – IntechOpen, 2012.
25. *Samson R., Legendre J.B., Christen R., Fischer-Le Saux M., Achouak W., Gardan L.* Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al. 1953) Brenner et al. 1973 and *Brenneria paradisiaca* to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zae* sp. nov. // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2005. – Т. 55. – № . 4. – С. 1415–1427.
26. *Toth I.K., Van der Wolf J.M., Saddler G., Lojkowska E., Hélias V., Pirhonen M., Elphinstone J.G.* *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe // Plant Pathology. – 2011. – Т. 60. – № . 3. – С. 385–399.
27. *Vinogradova S.V., Kyrova E.I., Ignatov A.N.* Polnogenomnoe sekvenirovanie fitopatogennykh bakterij // Zashchita kartofelya. – 2014. – № . 2. – С. 15–17.
28. *Erohova M.D., Kuznecova M.A.* “СHyornaya nozhka”-опасное для оteчественного картоfeлеводства заболевание // Agrarnaya nauka. – 2019. – Т. 3. – С. 44–48.
29. *Ignatov A.N., Egorova M.S., Hodykina M.V.* Rasprostranenie bakterial’nykh i fitoplazmennyykh boleznej rastenij v Rossii // Zashchita i karantin rastenij. – 2015. – № . 5. – С. 6–10.
30. *Ignatov A.N., Panycheva, YU. S., Voronina M.V., Vasil’ev D. M., Dzhililov F.S.U.* Dinamika vidovogo sostava patogenov kartofelya v evropejskoj chasti RF // Kartofel’ i ovoshchi. – 2019. – Т. 9. – С. 28–32.
31. *Karlov A.N., Zotov V.S., Pekhtereva E.Sh., Matveeva E.V., Dzhililov F.S.U., Fesenko I.A., Karlov G.I.* *Dickeya dianthicola*-novyj dlya Rossii bakterial’nyj patogen kartofelya // Izvestiya Timiryazevskoj sel’skohozyajstvennoj akademii. – 2010. – № . 3. – С. 134–141.
32. *Kovtunov E.A., Gorshkov V.Yu., Gogoleva N.E., Petrova O.E., Osipova E.V., Nuriahmetova, Ch. B., Gogolev, Yu.V.* Fermenty degradacii ramnogalakturonana kak faktory virulentnosti fitopatogennoj bakterii *Pectobacterium atrosepticum* // Sel’skohozyajstvennaya biologiya. – 2019. – Т. 54. – № . 3. – С. 566–574.
33. *Myca E.D., Elanskij S.N., Kokaeva L.Yu., Pobedinskaya M.A., Ignatov A.N., Kuznecova M.A., Krutyakov, Yu.A.* Novyj preparat «zeroks»-ocenka fungicidnogo i baktericidnogo effekta in vitro // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № . 12. – С. 16–19.

**Дацюк Анна Андреевна**, аспирант кафедры защиты растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: annadacyk@rgau-msha.ru).

**Джалилов Февзи Сеид-Умерович**, д-р биол. наук, заведующий кафедрой защиты растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dzhililov@rgau-msha.ru).

**Anna A. Datsyuk**, PhD student, Department of Plant protection, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryzevskaya Str., 49; e-mail: annadacyk@rgau-msha.ru).

**Fevzi S.-U. Dzhililov**, DSc (Bio), Head of the Department of Plant Protection of the Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryzevskaya Str., 49; e-mail: dzhililov@rgau-msha.ru).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДАПТОГЕНОВ  
РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

И.М. ХАБИБУЛЛИН<sup>1</sup>, И.В. МИРОНОВА<sup>1,2</sup>, Р.М. ХАБИБУЛЛИН<sup>1</sup>,  
Ю.А. ЮЛДАШБАЕВ<sup>3</sup>, В.И. КОСИЛОВ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»;

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»;

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет  
МСХА имени К.А. Тимирязева;

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет)

*Статья посвящена определению целесообразности и эффективности применения адаптогенов растительного и животного происхождения в кормлении крупного рогатого скота. Проведен научно-хозяйственный опыт на бычках казахской белоголовой породы, в рацион которых вводили в виде настоек (из расчета 0,01 мл настойки на 1 кг массы тела) адаптоген левзею (для животных II опытной группы), трутневый гомогенат (III опытная группа) и пантокрин (IV опытная группа), причем животные I группы были отнесены к контрольной группе и добавку не получали. Эффективность использования тестируемых компонентов определяли по данным весового роста бычков, морфологическому и биохимическому составу крови, химическому составу говядины. Результаты оценки живой массы бычков по возрастным периодам свидетельствуют о том, что молодняк, потребляющий растительный адаптоген, превосходил контрольных сверстников к 18-месячному возрасту на 18,60 кг (3,72%), молодняк, потребляющий адаптоген животного происхождения, – на 28,50 кг (5,71%;  $P \leq 0,05$ ) и 21,00 кг (4,21%). У всех животных, участвующих в эксперименте, показатели крови находились в пределах физиологических норм, но с незначительным увеличением в сторону верхних нормативных границ в опытных образцах. Отмечается улучшение качественного состава конечной животноводческой продукции. Так, показатель биологической полноценности говядины был выше в пробах, отобранных от опытных животных, на 0,18–0,36 ед. ( $P \leq 0,05$ ). Наибольшей пищевой, биологической и энергетической ценностью характеризовалась говядина, полученная от животных, в рацион которых вводили трутневый гомогенат. Таким образом, результаты комплексных исследований свидетельствуют об эффективности введения в рацион адаптогенов как растительной, так и животной природы, но наилучший эффект получен от использования трутневого гомогената.*

**Ключевые слова:** бычки, адаптоген, левзея, трутневый гомогенат, пантокрин, продуктивность, химический состав, мясо.

### Введение

В Российской Федерации были реализованы государственные программы, направленные на развитие сельского хозяйства, которые дали определенные результаты в части увеличения мясной продукции, но не достигли своего максимума. В этой

связи работа по развитию мясного животноводства продолжается, поскольку направлена на продовольственное обеспечение страны и среди различных направлений сельского хозяйства находится в приоритете [2, 6, 12, 17–19].

В условиях промышленного содержания животных важно создавать и поддерживать прочную кормовую базу, производить балансирование рационов, прибегая к более доступным способам, позволяющим снижать экономические затраты на единицу продукции. Необходимо уделять внимание работе с иммунной системой, осуществляющей регулирование обменных процессов в организме животных. Для этого привлекают использование препаратов с адаптационными свойствами [1, 4, 8, 11].

К растениям с адаптационными свойствами можно отнести левзею сафлоровидную, или, как ее еще называют, большеголовник, или маралий корень. Растение является сравнительно дешевым компонентом, технологичным и, как следствие, доступным для применения. Оно произрастает преимущественно на территории Центральной Азии в Ферганском хребте Тянь Шаня, на Алтае, в Саянах. В составе растения обнаруживаются витамины А, С, инулин, щавелекислый кальций, соли фосфорной кислоты, дубильные вещества, эфирное масло, фитостерины, алкалоиды, тритерпеновые и антоциановые гликозиды, флавоноиды [7, 9, 14].

Ко второй группе адаптогенов мы относим препараты животного происхождения. Наиболее распространенным и активным представителем этой группы является пантокрин. Его производстве осуществляется из пантов марала. Зона их обитания – Дальний Восток России. Исследование состава свидетельствует о том, что препарат включает в себя липиды, пептиды, аминокислоты, нуклеиновые кислоты и минералы [10, 13, 15]. К этой же группе адаптогеновых препаратов следует отнести такой продукт пчеловодства, как трутневый расплод (гомогенат), изучение которого активно осуществляется в нашей стране [3, 5, 16].

**Цель исследований:** повышение продуктивности крупного рогатого скота за счет использования в составе рационов адаптогенов растительной и животной природы.

Исходя из поставленной цели определены задачи исследований, а именно:

- изучить динамику живой массы бычков;
- определить среднесуточный прирост живой массы молодняка;
- оценить химический состав и биологическую полноценность длиннейшей мышцы спины животных.

### **Методика исследований**

Условия проведения исследований – Оренбургская область (КФХ «Жуково», Бугурусланский район). Условия содержания всех животных были одинаковыми. Период проведения эксперимента – с сентября 2019 г. по февраль 2021 г.

Объекты исследований: 40 бычков казахской белоголовой породы в возрасте 6 мес. до достижения 18-месячного возраста. Все животные были разделены по 4 группы по 10 животных в каждой по принципу групп-аналогов, которым присвоены номера: I группа (контрольная), II, III, IV группы (опытные).

Материал проведения эксперимента: адаптогены растительной природы (левзея сафлоровидная) и животной природы (трутневый гомогенат и пантокрин). Изучаемые компоненты вводили в виде готовых настоек, норму введения которых определяли из расчета 0,01 мл на 1 кг массы тела животного. Рассчитанный объем растворяли в 200 мл воды и задавали животным с питьем в утренние часы. Тестируемые препараты задавали в течение двух недель с перерывами в две недели.

Подготовительный период длился в течение 1 мес., для достижения однородности групп. Рационы кормления составляли по детализированным нормам кормления,

и по питательности они были сходными для всех групп животных. При подборе учитывали физиологическое состояние животных, качество корма, уровень мясной продуктивности, что периодически корректировалось. Балансирование состава рациона осуществлялось в программе, предназначенной для расчета его питательности, планирования заготовок и расхода кормов для различных периодов их содержания.

Рост бычков фиксировали по данным индивидуальных взвешиваний в утренние часы до кормления и поения. Полученные результаты легли в основу расчетов абсолютного и среднесуточного прироста, относительной скорости роста и коэффициента увеличения массы животного.

Химический состав длиннейшего мускула спины изучали по методике ВНИИМС и подкрепляли исследованием биологической ценности мяса. Триптофан (незаменимая аминокислота) определяли по методу G.E. Graham, E.P. Smith в модификации E. Wierbicki и E. Deatherage, оксипролин (заменимая аминокислота) – по методике, предложенной R.E. Neuman, M.A. Logan в модификации Стеджмана-Стальдера.

В целом использовали общезоотехнические исследовательские методы. Результаты экспериментальных данных подвергали математической статистической обработке по трем уровням вероятности P согласно таблице Стьюдента.

Животные обслуживались по инструкциям и рекомендациям Russian Regulations, а также Washington. В ходе исследований были приняты меры, чтобы животные страдали минимально и число используемых образцов было наименьшим.

### Результаты и их обсуждение

Важным прогнозирующим зоотехническим и экономическим показателем мясной продуктивности является определение живой массы животного. В нашем опыте это позволило объективно оценить влияние различных по природе происхождения адаптогенов на молодняк казахской белоголовой породы.

Анализ полученных данных свидетельствует о целесообразности обогащения рациона адаптогенами как растительной, так и животной природы (табл. 1).

Таблица 1

#### Возрастная динамика живой массы бычков, кг

Достигший возраст, мес.	Группа			
	I (контрольная)	II	III	IV
6	181,8±1,52	180,8±1,68	181,3±1,71	181,9±1,75
9	251,2±2,58	255,0±2,74	257,7±1,94	256,6±2,17
12	329,7±2,83	337,9±3,81	343,1±2,87	340,1±3,09
15	417,8±3,10	431,9±4,25	440,4±2,99*	435,0±3,75
18	499,4±4,37	518,0±4,53	527,9±3,14*	520,4±4,10

\*P > 0,05.

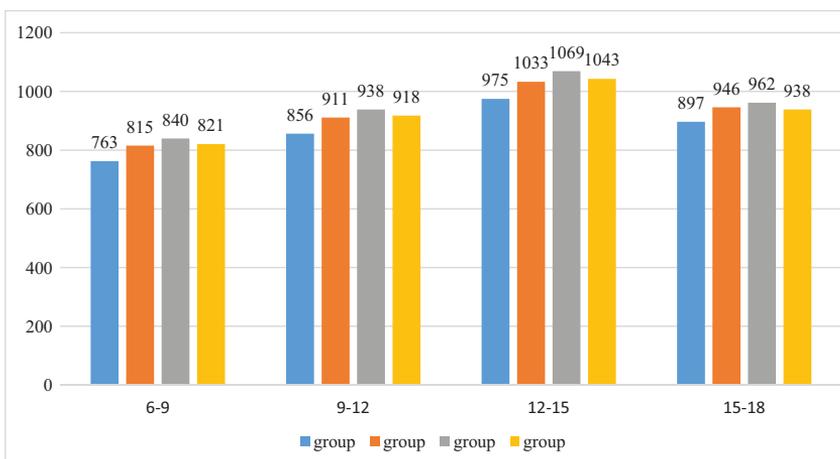
Отмечается, что циклический период дачи адаптогеновых препаратов с двухнедельным перерывом демонстрирует прирост живой массы. Так, у бычков, потреблявших растительных адаптоген, к 9-месячному возрасту масса тела повысилась по сравнению

с контрольными аналогами на 3,8 кг (1,5%), к 12-месячному – на 8,2 кг (2,5%), к 15-месячному – на 14,1 кг (3,4%), к 18-месячному возрасту – на 18,6 кг (3,7%).

По группам молодняка, потреблявших адаптоген животной природы, прослеживается аналогичная тенденция. Так, бычки III опытной группы на фоне потребления продукта биологического генеза росли лучше, чем сверстники I (контрольной) группы, и к 9, 12, 15 и 18 мес. стали больше на 6,5 кг (2,6%); 13,4 кг (4,1%); 22,6 кг (5,4%;  $P \leq 0,05$ ) и 28,5 кг (5,7%;  $P \leq 0,05$ ) соответственно. У молодняка IV опытной группы с пантокриновым обогащением рациона живая масса увеличивалась по периодам роста на 5,4 кг (2,2%); 10,4 кг (3,2%); 17,2 кг (4,1%) и 21,0 кг (4,2%) по сравнению с животными I группы.

Подводя промежуточный итог, можно заметить, что наибольший прирост живой массы зафиксирован у группы бычков, рацион которых обогащался трутневым гомогенатом в дозе 0,01 мл на 1 кг массы тела. Абсолютный (валовый) прирост за период от 6 до 18 мес. у них составил 346,6 кг, что выше, чем у аналогов II группы, на 9,4 кг (2,8%); чем у IV группы – на 8,1 кг (2,4%); чем у аналогов I группы – на 29 кг (9,1%).

Среднесуточный прирост живой массы в межгрупповом распределении был аналогичным (рис. 1).



**Рис. 1.** Возрастная динамика среднесуточного прироста живой массы бычков, кг

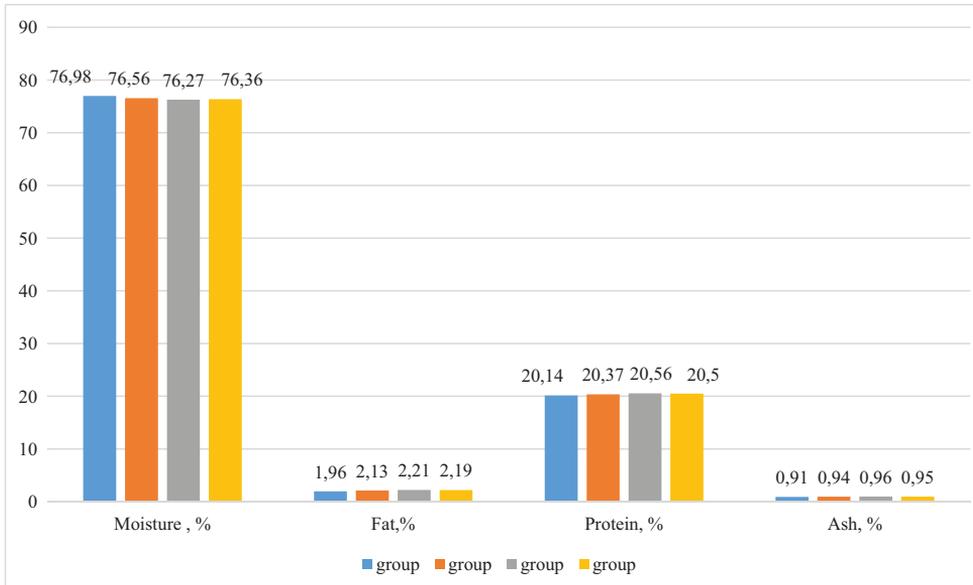
Исследуемый показатель у животных всех подопытных групп постепенно повышался до 15-месячного возраста, а к 18-месячному возрасту снижался. Так, у бычков, принадлежавших контрольной группе, среднесуточный прирост ко второму периоду (9–12 мес.) увеличился на 93,4 г (12,3%), к третьему периоду (12–15 мес.) – на 118,7 г (13,9%), а к четвертому (15–18 мес) уменьшился на 78,0 г (8,7%); у животных II–IV опытных групп – на 95,6–98,9 г (11,7–11,8%); 122,0–130,8 г (13,4–13,9%); 86,8–107,7 г (9,2–11,2%) соответственно.

Максимальный среднесуточный прирост живой массы демонстрировали бычки III опытной группы, получавшие с рационом адаптоген трутневый гомогенат, который составлял 949,6 г и который был выше, чем у сверстников, потребляющих левзею, на 25,8 г (2,8%), пантокрин – на 22,2 г (2,4%), основной рацион – на 79,5 г (9,1%;  $P \leq 0,05$ ).

Относительную скорость роста бычков рассчитывали по возрастным периодам, и результаты свидетельствует о превосходстве животных опытных групп. Важно отметить, что за весь период опыта, от 6 до 18 мес., величина изучаемого показателя у контрольного молодняка находилась на уровне 93,2%, что ниже, чем у опытных аналогов, – на 3,3–4,4% ( $P \leq 0,05$ – $0,001$ ). Максимальную относительную скорость роста

проявили бычки, потреблявшие адаптоген трутневый гомогенат, превосходя аналогичных сверстников опытной группы с левзеёй на 1,3%, с пантокринном – на 1,3%.

Чтобы провести качественный анализ мышечной ткани, оценить распределение в ней внутримышечного жира, для исследования отбирали образец длиннейшего мускула спины. Он же позволил дать комплексное заключение по всей мышечной ткани туши. Физико-химические исследования длиннейшей мышцы спины проводили по содержанию воды, белка, жира, золы, а также энергетической и биологической полноценности мяса (рис. 2).



**Рис. 2.** Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков

Установлено, что содержание белка во всех исследуемых образцах было достаточно высоким и составило 20,1–20,6%, с максимальной концентрацией в III опытном образце. Аналогичная тенденция прослеживается по содержанию жира. В образце мяса бычков II опытной группы данный показатель был выше на 0,17%, III группы – на 0,25%, IV группы – на 0,23% по сравнению с I контрольным образцом.

На фоне увеличения доли внутримышечного жира в длиннейшем мускуле спины в опытных образцах количество влаги снижалось. Установленная закономерность отразилась на энергетической ценности 1 кг мускула. Максимальной энергетической ценностью характеризовалось мясо, полученное от бычков, потребляющих адаптоген – трутневый гомогенат 4391 МДж, превосходя контроль на 169 МДж (4,0%), опытных сверстников, потреблявших левзею, – на 64 МДж (1,5%), потреблявших пантокрин – на 20 МДж (0,5%).

С точки зрения химического состава наибольшей ценностью обладает белок мяса вследствие содержания незаменимых аминокислот, которые неспособны синтезироваться в организме человека. Для этого определили содержание лимитирующих аминокислот триптофана и оксипролина. Первая аминокислота – представитель группы полноценных белков, вторая – соответственно неполноценных белков.

Лабораторный анализ подтвердил, что большая концентрация триптофана была сосредоточена в опытных образцах (334,7–344,2 мг%), меньшая – в контрольном образце (326,7 мг%). Межгрупповой расчет показал, что у бычков I группы доля триптофана снизилась относительно сверстников II группы на 8,0 мг% (2,5%), относительно III группы – 17,5 мг% (5,4%;  $P \leq 0,01$ ), относительно IV группы – на 15,2 мг% (4,7%;  $P \leq 0,01$ ).

Накопление оксипролина было противоположным, что отразилось на белковом качественном показателе (БКП). Несмотря на то, что показатель качества белка у всех животных, участвующих в опыте, был достаточно высоким (5,57–5,93), превышая показатель, равный 5, несколько большие значения были у бычков опытных групп, превосходя контроль на 0,18–0,36 ( $P \leq 0,05$ ). Это указывает на его высокое качество. Следовательно, анализ химического состава, локализации внутримышечного жира, белкового качественного показателя позволяет дать высокую пищевую оценку мяса бычков всех подопытных групп. При этом на фоне применения адаптогенов растительной и животной природы качественный состав говядины улучшается.

### Выводы

Данные проведенных исследований позволили определить максимально эффективный вид адаптогена, используемого в составе рациона бычков. Установлено, что у бычков казахской белоголовой породы в условиях Оренбургской области на фоне применения трутневого гомогената повышается живая масса к концу опыта на 28,5 кг (5,71%;  $P \leq 0,05$ ), среднесуточный прирост живой массы повысился на 79,5 г (9,1%;  $P \leq 0,05$ ), содержание белка в длиннейшей мышце спины – на 0,42%, белковый качественный показатель – на 0,36 ( $P \leq 0,05$ ).

### Библиографический список

1. Буяров В.С. Экономико-технологические аспекты производства продукции животноводства и птицеводства // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 6 (81). – С. 77–88.
2. Воротников И.Л. Рекомендационная система импортозамещения животноводческой продукции / И.Л. Воротников, М.В. Муравьева, К.А. Петров // Агрофорсайт. 2019. – № 1 (19). – С. 3.
3. Гришина Ж.В. Исследование белков и пептидов в личинках трутневого расплода на разных стадиях развития / Ж.В. Гришина, М.Т. Генгин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 3 (15). – С. 57–63.
4. Дунин И.М. Отечественное животноводство на пороге третьего десятилетия XXI века / И.М. Дунин, Е.Н. Суслина, Л.Н. Григорян, Е.Е. Тяпугин, М.И. Дунин, В.К. Аджибеков // Зоотехния. – 2021. – № 1. – С. 7–10.
5. Ефанова Н.В. Влияние трутневого гомогената на элементный и метаболический статус собак / Н.В. Ефанова, Л.М. Осина, С.В. Баталова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2019. – № 2 (24). – С. 58–63.
6. Ильченко И. Мясное скотоводство нуждается в интенсивном развитии и здоровой конкуренции // Эффективное животноводство. – 2021. – № 5 (171). – С. 91–99.
7. Кароматов И.Дж. Левзея сафроровидная, большеголовник, маралий корень – растение-адаптоген / И., Дж. Кароматов А.Т. Абдувохидов // Биология и интегративная медицина. – 2017. – № 2. – С. 180–186.
8. Квочкин А.Н. О резервах развития мясного скотоводства / А.Н. Квочкин, В.И. Квочкина // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 1.
9. Костина А.А. Разработка технологии и стандартизация экстрактов левзеи сафлоровидной / А.А. Костина, М.С. Макиева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–2. – С. 418–421.
10. Миронова И.В. Гистологические изменения мышечной ткани мышей при применении адаптогенов на фоне работоспособности / И.В. Миронова, Р.М. Хабибуллин, И.М. Хабибуллин, И.М. Хабибуллин, А.Х. Дашкин // Все о мясе. – 2020. – № 5S. – С. 217–220.

11. *Насамбаев Е.Г.* Рост и развитие молодняка мясных пород в зависимости от породной принадлежности и сезона рождения / Е.Г. Насамбаев, А.Б. Ахметалиева, А.Е. Нугманова, А.О. Досжанова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (82). – С. 206–212.

12. *Осянин Д.Н.* Современное состояние и тенденции развития российского мясного скотоводства / Д.Н. Осянин, И.В. Петрунина // Мясная индустрия. – 2021. – № 4. – С. 32–35.

13. *Рогожин В.В.* Иммуобилизованные препараты пантокрина на растворимых и нерастворимых носителях / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина, Т.Т. Курилюк // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 11. – С. 41–42.

14. *Тимофеев Н.П.* Сравнительная активность и эффективность растительных адаптогенов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – № 12. – С. 502–505.

15. *Хабибуллин Р.М.* Нормализация физиологических процессов при физических нагрузках на фоне применения адаптогенов / Р.М. Хабибуллин, И.М. Хабибуллин, И.В. Миронова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 4 (65). – С. 193–199.

16. *Червяков Д.Э.* Трутневый гомогенат для повышения резистентности организма животных / Д.Э. Червяков, С.Н. Луцук, К.В. Ерко // Пчеловодство. – 2019. – № 10. – С. 52–53.

17. *Чинаров А.В.* Резервы производства мяса: породное районирование мясного скотоводства в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. – № 12. – С. 23–26.

18. *Шевхужев А.Ф.* Мясное скотоводство России и перспективы его развития / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, В.В. Голембовский, С.С. Гостищев // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 4 (14). – С. 53–60.

19. *Шичкин Г.И.* Производство говядины: состояние и перспективы / Г.И. Шичкин, С.В. Лебедев, Р.В. Костюк, Д.Г. Шичкин // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 8. – С. 2–5.

## EFFICIENCY OF USE OF ADAPTOGENS OF DIFFERENT ORIGINS ON THE MEAT PRODUCTIVITY OF CATTLE

I.M. KHABIBULLIN, I.V. MIRONOVA, R.M. KHABIBULLIN,  
Y.A. YULDASHBAEV, V.I. KOSILOV

(Bashkir State Agrarian University;  
Ufa State Petroleum Technological University;  
Russian State Agrarian University Moscow Agricultural Academy named after  
K.A. Timiryazev; Orenburg State Agrarian University)

*The article is devoted to determining the feasibility and effectiveness of the use of adaptogens of plant and animal origin in the feeding of cattle. A scientific and economic experiment was carried out on bulls of the Kazakh white-headed breed, in the diet of which they were introduced in the form of tinctures (at the rate of 0.01 ml of tincture per 1 kg of body weight) adaptogen levzeyya (for animals of the II experimental group), drone homogenate (III experimental group) and pantocrine (experimental group IV), while the animals of group I were assigned to the control group and did not receive supplements. The effectiveness of the use of the tested components was determined according to the weight growth of bulls, the morphological and biochemical composition of blood, and the chemical composition of beef. The results of assessing the live weight of bulls by age periods indicate that young animals consuming a plant*

adaptogen exceeded control peers by 18 months of age by 18.60 kg (3.72%); animal origin – by 28.50 kg (5.71%;  $P \leq 0.05$ ) and 21.00 kg (4.21%). In all animals participating in the experiment, the blood parameters were within the physiological norms, but with a slight increase towards the upper normative limits in the experimental samples. There is an improvement in the qualitative composition of the final livestock products. Thus, the indicator of the biological usefulness of beef was higher in samples taken from experimental animals by 0.18–0.36 units. ( $P \leq 0.05$ ). The greatest nutritional, biological and energy value was characterized by milk obtained from cows, in the diet of which drone homogenate was introduced. Thus, the results of comprehensive studies indicate the effectiveness of introducing adaptogens of both plant and animal nature into the diet, but the best effect was obtained from the use of drone homogenate.

**Key words:** bulls, adaptogen, leuzea, drone homogenate, pantocrine, productivity, chemical composition, meat.

## References

1. Buyarov V.S. Economic and technological aspects of livestock and poultry production // Bulletin of Agrarian Science. 2019. No. 6 (81). pp. 77–88.
2. Vorotnikov I.L., Muravyeva M.V., Petrov K.A. Recommendation system of import substitution of livestock products // Agroforsite. 2019. No. 1 (19). p. 3.
3. Grishina Zh.V., Gengin M.T. Study of proteins and peptides in drone larvae brood at different stages of development // News of higher educational institutions. Volga region. Natural sciences. 2016. No. 3 (15). pp. 57–63.
4. Dunin I.M., Suslina E.N., Grigoryan L.N., Tyapugin E.E., Dunin M.I., Adjibekov V.K. Domestic animal husbandry on the threshold of the third decade of the XXI century // Zootechnia. 2021. No. 1. pp. 7–10.
5. Efanova N.V., Osina L.M., Batalova S.V. Influence of drone homogenate on the elemental and metabolic status of dogs // Innovations and food security. 2019. No. 2 (24). pp. 58–63.
6. Ilchenko I. Meat cattle breeding needs intensive development and healthy competition // Efficient animal husbandry. 2021. No. 5 (171). pp. 91–99.
7. Karomatov I.J., Abduvokhidov A.T. Levzea saffrolovidnaya, bolshegolovnik, maral root – plant adaptogen // Biology and integrative medicine. 2017. No. 2. pp. 180–186.
8. Kvochkin A.N., Kvochkina V.I. On reserves for the development of beef cattle breeding // Science and Education. 2021. Vol. 4. No. 1.
9. Kostina A.A., Makieva M.S. Development of technology and standardization of extracts of Leuzea safflower // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2016. No. 4–2. pp. 418–421.
10. Mironova I.V., Khabibullin R.M., Khabibullin I.M., Khabibullin I.M., Dashkin A.H. Histological changes in mouse muscle tissue when using adaptogens against the background of working capacity // All about meat. 2020. No. 5S. pp. 217–220.
11. Nasambaev E.G., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Doszhanova A.O. Growth and development of young meat breeds depending on breed affiliation and season of birth // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 2 (82). pp. 206–212.
12. Osyanin D.N., Petrunina I.V. The current state and development trends of Russian beef cattle breeding // Meat industry. 2021. No. 4. pp. 32–35.
13. Rogozhin V.V., Rogozhina T.V., Kurylyuk T.T. Immobilized pantocrine preparations on soluble and insoluble carriers // Storage and processing of agricultural raw materials. 2010. No. 11. pp. 41–42.
14. Timofeev N.P. Comparative activity and effectiveness of plant adaptogens // New and unconventional plants and prospects for their use. 2016. No. 12. pp. 502–505.
15. Khabibullin R.M., Khabibullin I.M., Mironova I.V. Normalization of physiological processes during physical exertion against the background of the use of adaptogens // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov. 2021. No. 4 (65). pp. 193–199.

16. *Chervyakov D.E., Lutsuk S.N., Yerko K.V.* Drone homogenate for increasing the resistance of the animal organism // *Beekeeping*. 2019. No. 10. pp. 52–53.
17. *Chinarov A.V.* Reserves of meat production: breed zoning of beef cattle breeding in Russia // *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2020. No. 12. pp. 23–26.
18. *Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A., Golembovsky V.V., Gostischev S.S.* Meat cattle breeding of Russia and prospects of its development // *Agricultural magazine*. 2021. No. 4 (14). pp. 53–60.
19. *Shichkin G.I., Lebedev S.V., Kostyuk R.V., Shichkin D.G.* Beef production: state and prospects // *Dairy and meat cattle breeding*. 2021. No. 8. pp. 2–5.

**Хабибуллин Ильвир Муллахметович**, аспирант, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34; тел.: (995) 943–10–10; e-mail: [ilmir.khabibullin.91@bk.ru](mailto:ilmir.khabibullin.91@bk.ru)).

**Миронова Ирина Валерьевна**, д-р биол. наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет (450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34).

Уфимский государственный нефтяной технический университет (450001, Российская Федерация, г. Уфа (450064, ул. Космонавтов 1; тел.: (919) 619–75–73; e-mail: [mironova\\_irina-v@mail.ru](mailto:mironova_irina-v@mail.ru), ORCID: 0000–0002–5948–9563).

**Хабибуллин Рузель Муллахметович**, канд. биол. наук, доцент, Башкирский государственный аграрный университет (450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34; тел.: (965) 938–85–55; e-mail: [ruzel-msmk@bk.ru](mailto:ruzel-msmk@bk.ru), ORCID: 0000–0003–3437–9381).

**Юлдашбаев Юсупжан Артыкович**, д-р с.-х. наук, академик РАН, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: [zoo@rgau-msha.ru](mailto:zoo@rgau-msha.ru) ORCID0000–0002–7150–1131).

**Косилов Владимир Иванович**, д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии производства продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет (460014, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18; e-mail: [kosilov\\_vi@bk.ru](mailto:kosilov_vi@bk.ru), ORCID0000–0003–4754–1771).

**Khabibullin Ilvir Mullakhmetovich**, post-graduate student, Bashkir State Agrarian University, Ufa (450001, st. 50th Anniversary of October, 34, [ruzel-msmk@bk.ru](mailto:ruzel-msmk@bk.ru)).

**Mironova Irina Valerievna**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa (450001, st. 50th anniversary of October, 34, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa (450064, Kosmonavtov str. 1, [mironova\\_irina-v@mail.ru](mailto:mironova_irina-v@mail.ru), ORCID: 0000–0002–5948–9563).

**Khabibullin Ruzel Mullakhmetovich**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Bashkir State Agrarian University, Ufa (450001, st. 50th Anniversary of October, 34, [ruzel-msmk@bk.ru](mailto:ruzel-msmk@bk.ru), ORCID: 0000–0003–3437–9381).

Yuldashbayev Yusupzhan Artykovich – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University of the Moscow Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127434, Russia; e-mail: [zoo@rgau-msha.ru](mailto:zoo@rgau-msha.ru) ORCID0000–0002–7150–1131).

Kosilov Vladimir Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production of Animal Products, Orenburg State Agrarian University (460014 Russia, Orenburg, Chelyuskintsev str., 18; e-mail: [kosilov\\_vi@bk.ru](mailto:kosilov_vi@bk.ru), ORCID0000–0003–4754–1771).

## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОВЕЦ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ МЯСНОЙ И КУЛУНДИНСКОЙ ТОНКОРУННОЙ ПОРОД ПО ГЕНАМ *CAST*, *GDF9* И *KRT1.2*

О.Л. ХАЛИНА, С.Н. МАГЕР, Г.М. ГОНЧАРЕНКО,  
Т.С. ХОРОШИЛОВА, Н.Б. ГРИШИНА

(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук, СФНЦА РАН)

*Цель исследований – анализ генотипической структуры и популяционно-генетических параметров западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород овец по генам *CAST*, *GDF9*, *KRT1.2* и группам крови. Молекулярно-генетические и иммуногенетические исследования проведены в лаборатории биотехнологии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. ПЦР-ПДРФ-анализ для определения генотипов проводили согласно описанным и апробированным методикам на амплификаторе С 1000 «BioRad», результаты визуализировали с помощью гельдокументирующей системы E-Vox-CX5.TS-20.M. Установлено, что по частоте генотипов и аллелей гена *CAST* западно-сибирская мясная и кулундинская тонкорунная породы не имеют значимых различий. В обеих породах *CAST<sup>MM</sup>* был преобладающим, с частотой 69,0–75,0%, носителей *CAST<sup>NN</sup>* – всего 1,6–5,1%. Кулундинская тонкорунная порода характеризуется очень высокой частотой генотипа *GDF9<sup>GG</sup>* – 92,7%, что выше, чем у овец западно-сибирской мясной породы, на 26,3%. *GDF9<sup>AA</sup>*-генотип в породах встречается крайне редко (0–5%). Аллель *GDF9<sup>G</sup>* у сравниваемых пород выявлен в диапазоне 0,811–0,960, а аллель *GDF9<sup>A</sup>* – 0,189–0,040. По соотношению генотипов гена *KRT1.2* в сравниваемых породах наблюдаются различия. В кулундинской тонкорунной породе подавляющее большинство животных имеют гомозиготный генотип *KRT1.2<sup>MM</sup>* (95,5%), тогда как в западно-сибирской мясной породе таких овец 32,8%. Соответственно частота аллеля *KRT1.2<sup>M</sup>* составляет 0,565–0,978, аллеля *KRT1.2<sup>N</sup>* – 0,435–0,022. Генное равновесие в изученных генах не нарушено,  $\chi^2 = 0,033–1,025$ . Индекс генетического сходства между породами, вычисленный на основе частот генотипов и групп крови, составляет  $0,901 \pm 0,028$  и  $0,833 \pm 0,024$ . Популяционно-генетические характеристики практически одинаковы у сравниваемых пород, за исключением гомозиготности генов ( $C_a$ ), которая выше в кулундинской тонкорунной породе по гену *GDF9* на 24,3%, *KRT1.2* – на 29,1% в сравнении с западно-сибирской мясной породой овец. Число эффективно действующих аллелей незначительно (1,04–1,46). Генетическая изменчивость ( $V$ ) по отдельным генам в породах варьирует от 5,0 до 49,6%. Отрицательное значение коэффициента  $F_{is}$  свидетельствует об отсутствии инбридинга у овец изучаемых пород.*

**Ключевые слова:** овец, западно-сибирская мясная, кулундинская тонкорунная, генотип, аллель, частота, гомозиготность, инбридинг.

### Введение

Несмотря на определенную стабилизацию отрасли овцеводства в последние годы и наметившееся увеличение общей численности поголовья овец, происходит сокращение племенных животных на племенных предприятиях разного уровня [2]. Отчасти снижение поголовья и производство шерсти произошло в результате замены натуральных шерстяных изделий более дешевыми из химических волокон, составляя им конкуренцию [4].

В сложившейся ситуации для сохранения генофонда отечественных пород овец необходимо разрабатывать комплекс мер, где важнейшим звеном должна быть научно

обоснованная система координации селекционно-племенной работы с учетом форм собственности и использованием современных технологических приемов. При этом, по мнению авторов, в племенных хозяйствах нельзя допускать скрещивания чистопородных животных с зарубежными породами, а для экспериментов следует использовать товарные хозяйства [1]. Одним из наиболее перспективных методов совершенствования продуктивных и адаптационных свойств сельскохозяйственных животных является использование молекулярно-генетического анализа, значимость которого доказана многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных авторов.

В овцеводстве также осуществляется активный поиск перспективных генов-маркеров. В этой связи интерес представляет ген дифференциального фактора роста *GDF9*, находящийся на 5 хромосоме протяженностью 2,5 т.п.н., оказывающий влияние на рост, развитие, воспроизводительные качества овец, а также мясную продуктивность и качество мяса [23, 25]. Полиморфизм этого гена был выявлен в ряде пород. Так, у овец татарстанской породы соотношение частот генотипов *GDF9* – *GDF9<sup>AA</sup>*: *GDF9<sup>AG</sup>*: *GDF9<sup>GG</sup>* – находится в пределах 10:11:79 [7]. Практически такое же распределение генотипов выявлено и в молочной породе лакон (7:6:87) [12]. У овец мясных пород, эдильбаевской и волгоградской, генотип *GDF9<sup>AA</sup>* не выявлен, гетерозиготный генотип находится на уровне 10–16%, а абсолютное большинство животных являются носителями гомозиготного генотипа *GDF9<sup>BB</sup>* [3].

Таким образом, можно сделать заключение о приоритетности в отборе генотипа *GDF9<sup>GG(BB)</sup>* и его потенциальной связи с энергией роста молодняка.

В активно развивающемся в настоящее время мясном овцеводстве одними из важнейших показателей являются качество мяса, его химический состав и вкусовые свойства, и исследования многих ученых направлены на изучение этого вопроса. Установлено, что выраженность структуры и нежности мяса овец находится под влиянием функций фермента кальпастина, в одноименном гене которого обнаружен полиморфизм. Так, у овец калмыцкой курдючной породы и их помесей с дорпер частота генотипов гена *CAST* составляет [11]: *CAST<sup>MM</sup>* – 30,0%; *CAST<sup>MN</sup>* – 70%; генотип *CAST<sup>NN</sup>* не выявлен. У овец мясного направления продуктивности, эдильбаевской и мясошерстной татарстанской породах, напротив, наиболее распространенным генотипом был *CAST<sup>MM</sup>* (0,88 и 0,89), тогда как доля гетерозиготного генотипа *CAST<sup>M</sup>* составила 0,12 и 0,09 [8]. Аналогичные результаты были получены при изучении этого гена в ставропольской, дагестанской горной шерстного направления продуктивности и волгоградской мясо-шерстной породах [10, 18, 29]. Такое единообразие в частотах генотипов гена *CAST* в исследованных породах, за исключением калмыцкой курдючной, может быть обусловлено отсутствием давления селекции по этому признаку, так как качественные показатели мяса можно оценить только после убоя животных. В связи с этим невозможно определить данный показатель прижизненно, а значит, затруднительно его оценивать и вести отбор по нему.

Напротив, качественные характеристики шерсти (тонина, длина, уравненность) фенотипически хорошо поддаются описанию у каждого животного, причем это можно оценить неоднократно в течение жизни. Исходя из этого, можно предположить, что гены, оказывающие влияние на проявление шерстных качеств, должны иметь разную частоту генотипов в породах противоположного направления продуктивности (шерстное и мясное). В качестве такого гена можно рассматривать ген *KRT1.2*, продуцирующий белки кератина, основного компонента шерсти, копытного рога, кожи. От уровня его содержания в организме овец зависят блеск и прочность шерсти. В исследованиях [15] у овец шерстного направления продуктивности (черноземельный меринос, грозненская тонкорунная), мясо-сального (эдильбаевская) и мясо-шерстного (кавказская), преобладают аллель *KRT1.2<sup>M</sup>* (0,88–0,91) и генотип

*KRT1.2<sup>MM</sup>* (0,76–0,84). Однако по данным [26], у 11 пород овец Индии наблюдалась существенная вариативность этого гена

Для изучения генетических особенностей овец в качестве дополнительного инструмента может использоваться иммуногенетический анализ, позволяющий получить новые данные по генетическому разнообразию стад, пород, проводить мониторинг генетического сходства и различия пород, типов, линий, более эффективно осуществлять подбор [16, 17].

В настоящее время генетические маркеры приобретают особое значение при сохранении и совершенствовании пород, созданных и адаптированных к местным условиям. Западно-Сибирская мясная порода выведена методом воспроизводительного скрещивания местных маток под общим названием «Кулундинская короткожирнохвостая», с разной долей крови эдильбаевской курдючной, романовской и некоторых других пород с баранами улучшенного мясного типа (УМТ – южная мясная) (патент № 5728, 11.01.2011 г.). Овцы западно-сибирской мясной породы характеризуются хорошей шерстной продуктивностью: настриг у баранов-производителей составлял 5,92 кг, у маток – 3,37 кг при выходе чистой шерсти 68%, шерстный покров – в основном штапельного и штапельно-косичного строения. К 6–8-месячному возрасту вес баранчиков достигает 36–45 кг. Овцематки имеют повышенную плодовитость и полиэстричность, что обеспечивает получение дополнительной продукции за счет интенсификации воспроизводства [5].

Кулундинская тонкорунная порода овец создана путем скрещивания алтайской породы с баранами грозненской, австралийской и маньчжурской меринос с последующим разведением помесей желательного типа «В себе» [9]. Овцы этой породы хорошо приспособлены к условиям холодной зимы и жаркого лета в Сибири. Они имеют следующие показатели: настриг чистой шерсти в отарах селекционных маток колеблется в пределах 3,4–3,7 кг, основных баранов-производителей – 6,9–8,6 кг; толщина шерсти у баранов-производителей составляет 20,6–26,0 мкм (93,3%), у маток и ремонтных баранчиков – 20,6–24 мкм (95,5–97,9%); длина шерсти на боку у баранов-производителей составляет 11,0 см, у ремонтных баранов – 11,7 см, у маток – 9,1 см, у ярок-годовиков – 10,4 см [14].

Цель исследований заключалась в изучении генотипических особенностей и популяционно-генетической характеристики овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород с использованием генов *CAST*, *GDF9*, *KRT1.2* и групп крови.

### Методика исследований

Исследования выполнены на двух породах овец, отличающихся по направлению продуктивности: шерстная (кулундинская тонкорунная) и мясная (западно-сибирская), общей численностью 240 животных.

Молекулярно-генетические исследования проведены в аккредитованной лаборатории биотехнологии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. Материалом для исследований служила цельная кровь овец, консервированная ЭДТА КЗ, из которой выделяли геномную ДНК с применением набора экстракции из клинического материала «Ампли Прайм ДНК-сорб-В» по прописи изготовителя ООО «НекстБио» (Москва). Качество, концентрацию выделенной ДНК и идентификацию генотипов оценивали в агарозном геле методом горизонтального электрофореза с использованием геледокументирующей системы E-Box-CX5.TS-20.M. Амплификацию проводили стандартным методом ПЦР анализа на ДНК-амплификаторе С 1000 Touch Thermal Cycler «BioRad» (Singapore). При проведении ПЦР применялись наборы БиоМастер HS-Tag ПЦР производства ООО «Биолабмикс» (Новосибирск). Генотипирование проводили согласно описанным и апробированным методикам ПЦР-ПДРФ: для гена *CAST* [24],

*GDF9* [23] и *KRT1.2* [26]. При этом использовали эндонуклеазы рестрикции производства СибЭнзим Msp I (*CAST*, и *KRT1.2*) BstHI (*GDF9*).

Иммуногенетический анализ проводили с использованием 14 сывороток-реагентов производства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (Ставрополь).

Популяционно-генетическая характеристика пород включала в себя следующие показатели: генетическое равновесие ( $\chi^2$ ), гомозиготность по отдельным генам ( $C_a$ ), число эффективно действующих аллелей ( $N_a$ ), степень генетической изменчивости ( $V$ ), коэффициент инбридинга ( $F_{is}$ ).

Полученные данные обрабатывались с использованием методов вариационной статистики [6] и компьютерной программы Excel.

### Результаты и их обсуждение

Сравнительным анализом частот генотипов генов *CAST*, *GDF9* и *KRT1.2* у овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород выявлены их генетические особенности, связанные как с породной принадлежностью, так и с предшествующей селекцией. Частота генотипов гена *CAST* у сравниваемых пород практически одинакова, что можно объяснить слабым вовлечением его в селекционный процесс (табл. 1). Самая высокая частота – генотипа *CAST<sup>MM</sup>* (69,0–75,0%), около 1/3 животных гетерозиготные по этому гену, и незначительная часть овец имеют генотип *CAST<sup>NN</sup>* (1,6–2,5%).

Данные согласуются с источниками литературы, где показано, что у всех исследуемых пород, включая эдильбаевскую, отличающуюся высокими мясными качествами, наиболее высокая частота (88–89%) приходится на гомозиготный генотип *CAST<sup>MM</sup>*, тогда как доля альтернативного генотипа *CAST<sup>NN</sup>* составляет от 0 до 9% [20, 28].

Таблица 1

**Частота генотипов генов *CAST*, *GDF9* и *KRT1.2* у овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород**

Генотип	Западно-сибирская мясная (n = 116)	Кулундинская тонкорунная (n = 124)
<i>CAST<sup>MM</sup></i>	69,0 ± 4,30	75,00 ± 3,89
<i>CAST<sup>MN</sup></i>	28,5 ± 4,19	23,4 ± 3,80
<i>CAST<sup>NN</sup></i>	2,5 ± 1,47	1,6 ± 1,13
<i>GDF9<sup>AA</sup></i>	5,1 ± 2,04	0,0 ± 0,0
<i>GDF9<sup>AG</sup></i>	28,5 ± 4,19***	7,3 ± 2,33
<i>GDF9<sup>GG</sup></i>	66,4 ± 4,39	92,7 ± 2,33**
<i>KRT1.2<sup>MM</sup></i>	32,8 ± 4,36	95,5 ± 1,79***
<i>KRT1.2<sup>MN</sup></i>	47,4 ± 4,64	4,5 ± 1,79
<i>KRT1.2<sup>NN</sup></i>	19,8 ± 3,70	0,0 ± 0,0

\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$  – различия между группами статистически значимы при соответствующем  $p$ .

Несколько иная ситуация наблюдается по гену *GDF9*, ассоциативная связь которого с живой массой, молочной и мясной продуктивностью показана в исследованиях [21, 20, 28]. В исследуемых нами породах овец установлено существенное варьирование генотипов этого гена. В кулундинской тонкорунной породе частота *GDF9<sup>GG</sup>* приближается к мономорфизму и достигает 92,7%, что выше на 26,3%, чем в западно-сибирской мясной породе ( $p < 0,01$ ). Высокая встречаемость генотипа *GDF9<sup>GG</sup>* выявлена и у овец породы лакон – 87,0% [12]. Гетерозиготный генотипа *GDF9<sup>AG</sup>* имеет почти 1/3 животных западно-сибирской мясной породы, у овец кулундинской тонкорунной породы он выявлен только у 7,3%, что меньше на 21,2% ( $p < 0,001$ ). Генотип *GDF9<sup>AA</sup>* можно отнести к редко встречающимся вариантам этого гена.

Шерсть – один из главных признаков тонкорунных и полутонкорунных овец, поэтому ведутся поиски генов, связанных не только с настригом шерсти, но и с тониной, длиной, извитостью и другими показателями волокна. Перспективным геном, как показали исследования [19, 22, 27], оказывающим влияние на формирование шерстного волокна, является ген *KRTI.2* (keratins, или KIF, – keratin intermediate filaments). Анализ его частот у овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород показал их различия. Так, у овец шерстного направления продуктивности (кулундинской) преобладающим генотипом был *KRTI.2<sup>MM</sup>* (95,5%), тогда как в породе мясного направления (западно-сибирская мясная) их меньше на 62,7% ( $p < 0,001$ ), что может служить косвенным доказательством связи генотипа *KRTI.2<sup>MM</sup>* с настригом шерсти или ее качеством.

Следует отметить более равномерное соотношение всех генотипов в западно-сибирской мясной породе (32,8:47,4:19,8). Однако по данным литературы, такие различия в частотах генотипов у овец шерстного и мясного направления продуктивности не наблюдаются. Так, установлено практически одинаковое соотношение генотипов в породах шерстного и мясного направлений продуктивности [15], где представителем мясной породы была эдильбаевская, а шерстной – 3 породы: кавказская, черноземельный меринос, грозненская тонкорунная.

При проведении анализа аллельного профиля пород установлено, что аллели *CAST<sup>M</sup>* и *CAST<sup>N</sup>* у овец западно-сибирской мясной и кулундинской пород имеют одинаковую частоту, в двух других генах выявлено различие (табл. 2). В гене *GDF9* у овец западно-сибирской мясной породы частота варианта аллеля *GDF9<sup>A</sup>* находится на уровне 0,189, тогда как у овец кулундинской тонкорунной породы этот аллель встречается крайне редко – 0,040 ( $p < 0,001$ ). Превалирующим аллелем в обеих сравниваемых породах был *GDF9<sup>G</sup>* (0,811–0,960). Породы отличаются также и по частоте аллелей гена *KRTI.2*. Овцы кулундинской тонкорунной породы характеризуются высокой частотой аллеля *KRTI.2<sup>M</sup>* (0,978), а в западно-сибирской мясной породе таких животных чуть больше половины – 0,565 ( $p < 0,001$ ).

В качестве дополнительной характеристики породного профиля овец может служить иммуногенетический анализ по группам крови (табл. 3).

Сравниваемые породы характеризуются определенным сходством частоты антигенов (*Aa, Bd, Bi, Mb*), однако по большинству антигенов выявлены различия. Так, в западно-сибирской мясной чаще (на 21,32–27,60%) встречаются антигены *Cb* и *Da*, реже – антигены *Ab, Bb, Bg, Be, Ca, Ma, R, O* (на 17,38–40,63%), чем в кулундинской тонкорунной породе ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,01$ ). Выявленные различия по частоте групп крови можно объяснить их породной принадлежностью или возможностью сцепления антигенов с локусами количественных признаков QTL.

На основании частот антигенов групп крови и генотипов генов *CAST, GDF9, KRTI.2* вычислены индексы генетического сходства ( $r$ ), которые практически имеют равную величину ( $0,901 \pm 0,028$  и  $0,833 \pm 0,024$ ).

С использованием данных частот генотипов и аллелей рассчитаны популяционно-генетические параметры изучаемых пород овец (табл. 4).

Таблица 2

**Частота аллелей по генам *CAST*, *GDF9*, *KRT1.2* у овец  
западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород**

Аллель	Западно-сибирская мясная (n = 116)	Кулундинская тонкорунная (n = 124)
CAST <sup>M</sup>	0,832 ± 0,024	0,867 ± 0,01
CAST <sup>N</sup>	0,168 ± 0,024	0,133 ± 0,01
GDF9 <sup>A</sup>	0,189 ± 0,025	0,040 ± 0,01
GDF9 <sup>G</sup>	0,811 ± 0,025	0,960 ± 0,01
KRT1.2 <sup>M</sup>	0,565 ± 0,033	0,978 ± 0,009
KRT1.2 <sup>N</sup>	0,435 ± 0,033	0,022 ± 0,009

Таблица 3

**Частота антигенов крови овец западно-сибирской мясной  
и кулундинской тонкорунной пород**

Антиген	Западно-сибирская мясная (n = 116)	Кулундинская тонкорунная (n = 124)
Aa	54,31 ± 4,62	54,10 ± 4,51
Ab	59,48 ± 4,56	89,34 ± 2,79
Bb	50,00 ± 4,64	77,05 ± 3,81
Bd	34,48 ± 4,41	31,07 ± 4,21
Bi	60,34 ± 4,54	63,11 ± 4,37
Bg	17,24 ± 3,51	85,25 ± 3,21
Be	13,79 ± 3,20	44,26 ± 4,49
Ca	46,55 ± 4,63	63,93 ± 4,34
Cb	83,62 ± 3,43	62,30 ± 4,38
Ma	47,41 ± 4,63	70,49 ± 4,12
Mb	59,48 ± 4,56	63,11 ± 4,36
R	40,52 ± 4,56	81,15 ± 3,54
O	14,66 ± 3,28	38,52 ± 4,40
Da	61,21 ± 4,52	33,61 ± 4,27

Следует отметить, что генное равновесие в исследуемых генах не нарушено ( $\chi^2 = 0,033-1,025$ ).

Обращает на себя внимание показатель доли гомозиготных генотипов  $C_a$ , процентное содержание которых выше в кулундинской тонкорунной породе по генам *GDF9* и *KRT1.2* на 24,3 и 44,80% соответственно по сравнению с западно-сибирской мясной породой ( $p < 0,001$ ). Число эффективно действующих аллелей является незначительным (1,04–1,46). Степень генетической изменчивости ( $V$ ) сильно варьирует по отдельным генам. Наиболее высокая изменчивость выявлена по гену *KRT1.2* в западно-сибирской мясной породе (49,6), что выше аналогичного показателя в кулундинской тонкорунной породе на 44,6% ( $p < 0,001$ ). Несколько меньше, но также значимые различия генетической изменчивости отмечены по гену *GDF9*: 31,5 против 7,0% ( $p < 0,001$ ). Отрицательное значение коэффициента  $F_{is}$  свидетельствует об отсутствии инбридинга у овец в изучаемых породах.

Таблица 4

**Популяционно-генетические параметры овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород**

Показатель	Западно-сибирская мясная	Кулундинская тонкорунная
CAST		
$\chi^2$	0,033	0,039
$C_a$ , %	72,04 ± 4,16	76,94 ± 3,78
$N_a$	1,38 ± 1,08	1,30 ± 1,02
$V$	28,2 ± 4,17	23,3 ± 3,80
$F_{is}$	-0,137	-0,218
GDF9		
$\chi^2$	1,025	0,047
$C_a$ , %	68,7 ± 4,31	93,00 ± 2,29
$N_a$	1,46 ± 1,11	1,08 ± 0,92
$V$	31,5 ± 4,79	7,0 ± 2,29
$F_{is}$	-0,249	-0,301
KRT1.2		
$\chi^2$	0,152	0,067
$C_a$ , %	50,8 ± 4,64	95,6 ± 1,83
$N_a$	1,96 ± 1,28	1,04 ± 0,91
$V$	49,6 ± 4,64	5,0 ± 1,95
$F_{is}$	-0,202	-0,178

**Примечание.**  $\chi^2$  – хи-квадрат (HWE), генетическое равновесие;  $C_a$  – доля гомозиготных животных;  $N_a$  – число эффективно действующих аллелей;  $V$  – степень генетической изменчивости;  $F_{is}$  – коэффициент инбридинга.

## Выводы

Сложившийся полиморфизм генов *CAST*, *GDF9* и *KRT1.2* овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород является результатом селекции по шерстной и мясной продуктивности и адаптации к местным условиям юга Сибири. Равнозначная частота генотипов гена *CAST* у исследованных пород может быть следствием слабого вовлечения этого гена в процесс отбора при затруднительной прижизненной оценке данного показателя.

Наблюдаемые существенные отличия по частоте генотипов генов *GDF9* и *KRT1.2* обусловлены их ассоциативными связями с настригом шерсти и ее качественными признаками, энергией роста молодняка, воспроизводительными способностями, оценка которых служит критерием для отбора и подбора пар. Индекс генетического сходства, вычисленный по группам крови и генотипам исследуемых генов, составляет  $0,901 \pm 0,028$  и  $0,833 \pm 0,024$ .

Высокий уровень гомозиготности по генам *GDF9*, *KRT1.2* у овец кулундинской тонкорунной породы (93,0 и 95,6%) может быть результатом давления селекции и их консолидированности. В стадах осуществляется контроль подбора животных,  $F_{is}$  – коэффициент инбридинга – отрицательный.

Полученная информация о генотипической структуре, приоритетных генотипах и популяционно-генетических параметрах у овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород может служить основой для дальнейших углубленных исследований по доказательству гипотезы ассоциативных связей генотипов с хозяйственно ценными признаками для разработки научно обоснованного перспективного плана с породами.

## Библиографический список

1. Абонеев В.В. О проблемах сохранения племенных ресурсов овцеводства России / В.В. Абонеев, Ю.А. Колосов // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 1. – С. 43–45.
2. Абонеев В.В. К вопросу о племенных ресурсах овцеводства / В.В. Абонеев, Ю.А. Колосов, А. Лагода // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК: Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 24 декабря 2021 года. Том II. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2021. – С. 177–180. – EDN MOVCUU.
3. Горлов И.Ф. Генетическая структура стада по генам *GDF9*, *GH* у овец волгоградской и эдильбаевской пород / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Ю.А. Колосов, Н.В. Широкова // Аграрно-пищевые инновации. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 51–59.
4. Ерохин А.И. Состояние, динамика и тенденции в развитии овцеводства в мире и в России / А.И. Ерохин, Е.А. Карасев, С.А. Ерохин // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2019. – № 3. – С. 3–7.
5. Катаманов С.Г. Западно-Сибирская мясная порода овец / С.Г. Катаманов, А.Н. Ульянов, А.Я. Куликова, В.В. Абонеев, И.И. Селькин, А.И. Афанасьева, Ю.Г. Катаманов, Н.Д. Лобода, В.А. Мороз, В.И. Трухачев, А.С. Катаманов, А.Н. Чиботаев, М.А. Чмырев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – № 3. – С. 6–12.
6. Кузнецов В.М. Основы научных исследований в животноводстве: Монография. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. – 568 с.
7. Лушиников В.П. Полиморфизм генов соматотропина (*GH*), кальпастина (*CAST*), дифференциального фактора роста (*GDF9*) у овец татарстанской

- породы / В.П. Лушников, Т.О. Фетисова, М.И. Селионова, Л.Н. Чиждова, Е.С. Суржикова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 1. – С. 2–3.
8. *Лушников В.П.* Полиморфизм гена CAST у овец татарстанской и эдильбаевской пород / В.П. Лушников, Т.Ю. Фетисова, А.А. Стрильчук // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 2. – С. 9–11.
9. *Мороз В.А.* Новая тонкорунная порода овец – Кулундинская / В.А. Мороз, С.Г. Катаманов, Ю.Г. Катаманов, П.С. Бида, В.И. Трухачев, Н.Ф. Кеслер, С.И. Сторожук, И.В. Рыбалко, И.И. Селькин // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2008. – № 3. – С. 6–9.
10. *Оздеримов А.А.* Полиморфизм генов CAST, GH, GDF9 дагестанской горной породы / А.А. Оздеримов, Л.Н. Чиждова, А.А. Хожиков, Е.С. Суржикова, Г.Д. Догеев, С.Ш. Абдулмагомедов // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16, № 2. – С. 39–44.
11. *Погодаев В.А.* Полиморфизм генов кальпастина и соматотропина у овец калмыцкой курдючной породы и помесей (1/2 калмыцкая курдючная + 1/2 Дорпер) / В.А. Погодаев, Л.В. Кононова, Б.К. Адучиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3 (47). – С. 141–145.
12. *Селионова М.И.* Полиморфизм гена GDF9 и его связь с молочной продуктивностью овец породы Лакон / М.И. Селионова, Д.Д. Евлагина, С.И. Светличный // Молекулярно-генетические технологии анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных: Материалы Третьей Международной научно-практической конференции в рамках года науки и технологий Российской Федерации по тематике «Генетика и качество жизни», Москва, 2021. – М., 2021. – С. 396–403.
13. *Селионова М.И.* Полиморфизм генов CAST, GH, GDF9 овец горно-алтайской породы / М.И. Селионова, Л.Н. Чиждова, Е.С. Суржикова, Н.А. Подкорытов, А.Т. Подкорытов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 92–100.
14. *Селькин И.И.* Живая масса, настриг и свойства шерсти новой Кулундинской тонкорунной породы овец / И.И. Селькин, А.С. Катаманов // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2009. – № 1. – С. 8–10.
15. *Сенина Р.Ю.* Полиморфизм гена KRT1.2 у отечественных пород овец / Р.Ю. Сенина, Л.А. Калашникова, В.П. Лушников, М.Б. Павлов // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 3. – С. 20–23.
16. *Хамируев Т.Н.* Иммуногенетическая характеристика овец забайкальской породы разного направления продуктивности // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 2. – С. 53–55.
17. *Чиждова Л.Н.* Иммуногенетическая сочетаемость родительских пар и морфоструктурные показатели плаценты овец / Л.Н. Чиждова, В.В. Абонеев, Д.В. Абонеев, С.Н. Шумаенко // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы Международной научно-практической конференции; Под общ. ред. И.Ф. Горлова / ГНУ Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции Россельхозакадемии, Волгоградский государственный технический университет. – 2014. – С. 144–147.
18. *Чиждова Л.Н.* Полиморфизм гена CAST, особенности жирнокислотного состава липидов крови овец разных генотипов в онтогенезе / Л.Н. Чиждова, Е.С. Суржикова, Е.Д. Луцива, Н.И. Ефимова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 6. – С. 47–51.
19. Abbott J.K.R. Gene markers for wool fibre traits / J.K.R. Abbott J.G.H. Hickford R.M.W. Summer // Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. – 2006. – 66 (Napier). – Pp. 139–144.

20. Al-Khuzai F.L.J.J. Polymorphism of GDF9 (exon-1) gene and its association with milk production and prolificacy of Awassi sheep / F.L.J.J. Al-Khuzai R. Ahmed // *Plant Archives*. – 2019. – Vol. 19, № 2. – Pp. 4037–4040.
21. *Getmantseva L.* Effect of the gene GDF9 on weight of lambs at birth / G L. etmantseva, N. Bakoev, N. Shirokova, M. Kolosova, S. Bakoev, A. Kolosov et al. // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2019. – Vol. 25, № 1. – Pp. 153–157.
22. *Gong H.* Wool keratin-associated protein genes in sheep-A Review / H. Gong, H. Zhou, H.J. Rachel et al. // *Genes*. – 2016. – Pp. 7–24.
23. *Hanrahan J.P.* Mutations in the genes for oocytederived growth factors GDF9 and BMP15 are associated with both increased ovulation rate and sterility in Cambridge and belclare ship (*Ovis aries*) / J.P. Hanrahan, S.M. Gregan, P. Milsant et al. // *Biology Of Reproduction*. – 2004. – Vol. 70, № 4. – Pp. 900–909.
24. *Khederzadeh S.* Genetic diversity of myostatin and calpastatin genes in Zandi sheep / S. Khederzadeh, M. Iranmanesh, R. Motamedi-Mojdehi // *Journal of Livestock Science and Technologies*. – 2016. – Vol. 4 (1). – Pp. 45–52.
25. *Kolosov Yu.A.* Polymorphism of the GDF9 Gene in Russian Sheep Breeds Yu.A. Kolosov L.V., *Getmantseva N.V.* Shirokova et al. // *J. Cytol Histol*. – 2015. – № 6. – P. 305.
26. *Kumar R.* Polymorphism of KRT 1.2 and KAP 1.3 genes in Indian sheep breeds / R. Kumar, A.S. Meena, R. Kumari, B. Jyotsana L.L.L. Prince and S. Kumar // *Indian Journal of Small Ruminants*. – 2016. – № 22 (1). – Pp. 28–31.
27. *Rogers G.* Potential QTL for wool strength located on ovine chromosome 11 / G. Rogers, J. Hickford, R.A. Bickerstaffe // *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. – 1994. – Vol. 21. – Pp. 291–294.
28. *Selionova M.I.* Polymorphism of GDF9 in sheep of Prikatun type of Altai Mountains breed and its correlations with indices of meat rate productivity / M.I. Selionova, N.A. Podkorytov // *Theory and Practice of Meat Processing*. – 2021. – Vol. 6, № 1. – Pp. 4–9.
29. *Kolosov Yu.A.* Determination of CAST gene polymorphism in sheep of the Volgograd breed / Yu.A. Kolosov, I.F. Gorlov, A.Yu. Kolosov N.V. Shirokova, A.Ya. Kulikova M.A. Kolosova, M.I. Slozhenkina, E.S. Vorontsova and N.N. Kolosova // *IV international conference on agribusiness, environmental engineering and biotechnologies – Agritech-iv-2020 IOP conference series: earth and environmental science, Krasnoyarsk, 2021. – 2021. – C. 1–7.*

## GENETIC STRUCTURE OF WEST SIBERIAN MEAT SHEEP AND KULUNDA FINE-WOOL SHEEP BY *CAST*, *GDF9* AND *KRT1.2* GENES

O.L. KHALINA, S.N. MAGER, G.M. GONCHARENKO,  
T.S. KHOROSHILOVA, N.B. GRISHINA

(Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences)

*The purpose of the study is to analyze the genotypic structure and population-genetic parameters of the West Siberian meat and Kulunda fine-wool breed of sheep by the *CAST*, *GDF9* and *KRT1.2* genes and blood groups. Molecular genetic and immunogenetic studies were carried out in the SRIAH (Siberian Research Institute of Animal Husbandry SFSCA RAS) biotechnology laboratory. PCR-RFLP analysis to determine genotypes was performed according to the described and approved methods on a C1000 “BioRad” amplifier; the results were visualized using an E-Box-CX5.TS-20.M gel documentation system. It was found that the frequency of genotypes and alleles of the *CAST* gene of West Siberian meat and Kulunda fine-wool breeds have no significant differences. In both breeds, *CAST<sup>MM</sup>* was predominant, with a frequency*

of 69.0–75.0%, CAST<sup>NN</sup> carriers being only 1.6–5.1%. The Kulunda fine-wool breed is characterized by a very high frequency of the GDF9<sup>GG</sup> genotype 92.7%, which is higher than that of the West Siberian meat sheep by 26.3%. GDF9<sup>AA</sup> genotype is extremely rare in breeds (0–5%). The GDF9<sup>G</sup> allele in the compared breeds was found to range from 0.811–0.960 and the GDF9<sup>A</sup> allele from 0.189–0.040. There are differences in the ratio of genotypes of the KRT1.2 gene in the compared breeds. In the Kulunda fine-wool breed, the vast majority of animals have homozygous genotype KRT1.2<sup>MM</sup> (95.5%), whereas in the West Siberian meat breed such sheep constitute 32.8%. Consequently, the frequency of the KRT1.2<sup>M</sup> allele is 0.565–0.978 and the KRT1.2<sup>N</sup> allele is 0.435–0.022. The genetic balance in the studied genes is not disturbed,  $\chi^2 = 0,033–1,025$ . The index of genetic similarity between breeds, calculated on the basis of the frequencies of genotypes and blood groups is  $0.901 \pm 0.028$  and  $0.833 \pm 0.024$ . Population and genetic characteristics are practically identical in the compared breeds, except for gene homozygosity ( $C_a$ ), which is higher in the Kulunda fine-wool sheep breed by 24.3% for the GDF9 gene and KRT1.2 by 29.1%, compared to the West Siberian meat sheep breed. The number of effective alleles is insignificant (1.04–1.46). The genetic variability ( $V$ ) by individual genes in the breeds varies from 5.0 to 49.6%. The negative value of the  $F_{is}$  coefficient indicates the absence of inbreeding in sheep the studied breeds.

**Key words:** sheep, West Siberian meat sheep, Kulunda fine-wool sheep, genotype, allele, frequency, homozygosity, inbreeding.

## References

1. Aboneev V.V., Kolosov Ju.A. O problemah sohraneniya plemennykh resursov ovcevodstva Rossii [On the problems of preserving the breeding resources of sheep breeding in Russia] // *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo*. 2020; 1: 43–45. (in Rus.)
2. Aboneev V.V., Kolosov Ju.A., Lagoda A. K voprosu o plemennykh resursah ovcevodstva [On the issue of breeding resources of sheep breeding] // *Prioritetnye napravleniya razvitiya sel'skokozyaistvennoi nauki i praktiki v APK. Materialy vsrossiiskoi (nacional'noi) nauchno-prakticheskoi konferencii. V 3-h tomah. pos. Persianovskii*, 2021: 177–180. (in Rus.)
3. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Kolosov Ju.A., Shirokova N.V. Geneticheskaya struktura stada po genam GDF9, GH u ovec volgogradskoi i edil'baevskoi porod [Genetic structure of the herd according to the GDF9, GH genes in sheep of the Volgograd and Edilbaev breeds] // *Agrarno-pishevye innovacii*. 2021; 14; 2: 51–59. (in Rus.)
4. Erohin A.I., Karasev E.A., Erohin S.A. Sostoyanie, dinamika i tendencii v razvitiu ovcevodstva v mire i v Rossii [Status, dynamics and trends in the development of sheep breeding in the world and in Russia] // *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo*. 2019; 3: 3–7. (in Rus.)
5. Katamanov S.G., Ul'janov A.N., Kulikova A.Ja., Aboneev V.V., Sel'kin I.I., Afanas'eva A.I., Katamanov Ju.G., Loboda N.D., Moroz V.A., Truhachev V.I., Katamanov A.S., Chebotaev A.N., Chmyrev M.A. Zapadno-Sibirskaya myasnaya poroda ovec [West Siberian meat breed of sheep] // *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo*. 2012; 3: 6–12. (in Rus.)
6. Kuznecov V.M. *Osnovy nauchnykh issledovaniy v zhivotnovodstve*. [Fundamentals of scientific research in animal husbandry] Kirov, Zonal'nyi NIISKH Severo-Vostoka, 2006: 568. (in Rus.)
7. Lushnikov V.P., Fetisova T.O., Selionova M.I., Chizhova L.N., Surzhikova E.S. Polimorfizm genov somatotropina (GH), kal'pastatina (CAST), differencial'nogo faktora rosta (GDF9) u ovec tatarstanskoi porody [Polymorphism of somatotropin (GH), calpastatin (CAST), differential growth factor (GDF9) genes in sheep of the Tatarstan breed] // *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo*. 2020; 1: 2–3. (in Rus.)
8. Lushnikov V.P., Fetisova T.Ju., Stril'chuk A.A. Polimorfizm gena CAST u ovec tatarstanskoi i edil'baevskoi porod [Polymorphism of the CAST gene in sheep of the Tatarstan and Edilbaev breeds] // *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo*. 2020; 2: 9–11. (in Rus.)

9. Moroz V.A., Katamanov S.G., Kotomanov Ju.G., Bida P.S., Truhachev V.I., Kesler N.F., Storozhuk S.I., Rybalko I.V., Sel'kin I.I. Novaya tonkorunnaya poroda ovec – Kulundinskaya [New fine-wool breed of sheep – Kulunda] // *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*. 2008; 3: 6–9. (in Rus.)

10 Ozderimov A.A., Chizhova L.N., Hozhokov A.A., Surzhikova E.S., Dogeev G.D., Abdulmagomedov S.Sh. Polimorfizm genov CAST, GH, GDF9 dagestanskoi gornoj porody [Polymorphism of the CAST, GH, GDF9 genes of the Dagestan breed] // *Jug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2021; 16; 2: 39–44. (in Rus.)

11. Pogodaev V.A., Kononova L.V., Aduchiev B.K. Polimorfizm genov kal'pastatina i somatotropina u ovec kalmyckoi kurdyuchnoj porody i pomesei (1/2 kalmyckaya kurdyuchnaya + 1/2 dorper) [Polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in sheep of the Kalmyk fat-tailed breed and crossbreeds (1/2 Kalmyk fat-tailed + 1/2 Dorper)] // *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skohozyajstvennoi akademii*. 2019; 3 (47): 141–145. (in Rus.)

12. Selionova M.I., Evlagina D.D., Svetlichnyj S.I. Polimorfizm gena GDF9 i ego svyaz' s molochnoj produktivnost'yu ovec porody Lakon [Polymorphism of the GDF9 gene and its relationship with the milk productivity of sheep of the Lacon breed] // *Materialy 3-ei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii «Molekulyarno-geneticheskie tehnologii analiza ekspressii genov produktivnosti i ustoychivosti k zabolevaniyam zhyvotnykh» v ramkakh goda nauki i tekhnologii Rossiiskoi Federacii po tematike «Genetika i kachestvo zhizni» Moskva, 2021: 396–403. (in Rus.)*

13. Selionova M.I., Chizhova L.N., Surzhikova E.S., Podkorytov N.A., Podkorytov A.T. Polimorfizm genov CAST, GH, GDF9 ovec gorno-altajskoj porody [Polymorphism of CAST, GH, GDF9 genes in Mountain-Altai sheep] // *Sibirskii vestnik sel'skohozyaistvennoi nauki*. 2020; 50; 1: 92–100. (in Rus.)

14. Sel'kin I.I., Katamanov A.S. Zhivaja massa, nastrig i svoistva shersti novoi Kulundinskoi tonkorunnoj porody ovec [Live weight, shearing and wool properties of the new Kulunda fine-wool breed of sheep] // *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*. 2009; 1: 8–10. (in Rus.)

15. Senina R.Ju., Kalashnikova L.A., Lushnikov V.P., Pavlov M.B. Polimorfizm gena KRT1.2 u otechestvennykh porod ovec [Polymorphism of the KRT1.2 gene in domestic breeds of sheep] // *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*. 2018; 3: 20–23. (in Rus.)

16. Hamiruev T.N. Immunogeneticheskaya kharakteristika ovec zabaikal'skoi porody raznogo napravleniya produktivnosti [Immunogenetic characteristics of sheep of the Transbaikal breed of different directions of productivity] // *Rossiiskaya sel'skohozyaistvennaya nauka*. 2019; 2: 53–55. (in Rus.)

17. Chizhova L.N., Aboneev V.V., Aboneev D.V., Shumaenko S.N. Immunogeneticheskaja sochetaemost' roditel'skih par i morfostrukturnye pokazateli placenty ovec [Immunogenetic compatibility of parental pairs and morphostructural parameters of sheep placenta] // *Novye podkhody, principy i mekhanizmy povysheniya effektivnosti proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produkcii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii. Pod obshhej redakciej I.F. Gorlova; GNU Povolzhskij NII proizvodstva i pererabotki myasomolochnoj produkcii Rossel'hozakademii, Volgogradskii gosudarstvennyi tehnikeskii universitet*, 2014: 144–147. (in Rus.)

18. Chizhova L.N., Surzhikova E.S., Luciva E.D., Efimova N.I. Polimorfizm gena CAST, osobennosti zhirnokislотноgo sostava lipidov krovi ovec raznyh genotipov v ontogeneze [Polymorphism of the CAST gene, features of the fatty acid composition of blood lipids in sheep of different genotypes in ontogenesis] // *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2020; 6: 47–51. (in Rus.)

19. Abbott J.K.R., Hickford J.G.H., Summer R.M.W. Gene markers for wool fibre traits // *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 2006, 66: 139–144.

20. *Al-Khuzai F.L.J. J., Ahmed R.* Polymorphism of GDF9 (exon-1) gene and its association with milk production and prolificacy of Awassi sheep // *Plant Archives*. 2019; 19; 2: 4037–4040.
21. *Getmantseva L Bakoev N., Shirokova N., Kolosova M., Bakoev S., Kolosov A. et al.* Effect of the gene GDF9 on weight of lambs at birth // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019; 25; 1: 153–157.
22. *Gong H., Zhou H., Rachel H.J. Forrest, Shaobin Li, Jiqing Wang, Jolon M. Dyer, Yuzhu Luo, and Jon G.H. Hickford* // *Wool keratin-associated protein genes in sheep-A Review* // *Genes*. 2016; 7; 24: 1–16.
23. *Hanrahan J.P., Gregan S.M., Milsant P., et al.* Mutations in the genes for oocytederived growth factors GDF9 and BMP15 are associated with both increased ovulation rate and sterility in Cambridge and belclare ship (*Ovis aries*) // *Biology Of Reproduction*. 2004; 70; 4: 900–909.
24. *Khederzadeh S.* Genetic diversity of myostatin and calpastatin genes in Zandi sheep / *S. Khederzadeh, M. Iranmanesh, R. Motamedi-Mojdehi* // *Journal of Livestock Science and Technologies*. 2016; 4(1): 45–52.
25. *Kolosov Yu.A., Getmantseva L, V., Shirokova N.V. et.al.* Polymorphism of the GDF9 Gene in Russian Sheep Breeds // *J. Cytol Histol*. 2015; 6: 305.
26. *Kumar R., Meena A.S., Kumari R., Jyotsana B., Prince L.L.L. and Kumar S.* Polymorphism of KRT 1.2 and KAP 1.3 genes in Indian sheep breeds // *Indian Journal of Small Ruminants*. 2016; 22(1): 28–31.
27. *Rogers G., Hickford J., Bickerstaffe R.A.* Potential QTL for wool strength located on ovine chromosome 11 // *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 1994; 21: 291–294.
28. *Selionova M.I., Podkorytov N.A.* Polymorphism of GDF9 in sheep of Prikatun type of Altai Mountains breed and its correlations with indices of meat rate productivity // *Theory and Practice of Meat Processing*, 2021; 6; 1: 4–9.
29. *Kolosov Yu.A., Gorlov I.F., Kolosov A. Yu., Shirokova N.V., Kulikova A. Ya., Kolosova M.A., Slozhenkina M.I., Vorontsova E.S. and Kolosova N.N.* Determination of CAST gene polymorphism in sheep of the Volgograd breed // *IV international conference on agribusiness, environmental engineering and biotechnologies – Agritech-iv – 2020 IOP conference series: earth and environmental science, Krasnoyarsk*. 2021: 1–7.

**Халина Ольга Леонидовна**, научный сотрудник лаборатории биотехнологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501 Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск; e-mail: halinaolga@mail.ru; тел.: (913) 951–28–82).

**Магер Сергей Николаевич**, руководитель Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501 Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск; e-mail: mager\_s.n.@mail.ru; тел.: (383) 348–49–36).

**Гончаренко Галина Моисеевна**, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии, доктор биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501 Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск; e-mail: gal.goncharenko@mail.ru; тел.: (913) 378–55–43).

**Хорошилова Татьяна Сергеевна**, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии, кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501 Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск; e-mail: tatagoryacheva@mail.ru; тел.: (913) 455–98–62).

**Гришина Наталья Борисовна**, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии, кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (630501 Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск; e-mail: natalja.grishina@gmail.com; тел.: (953) 894–75–77).

**Olga L. Khalina**, Researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS) (630501, Russia, Novosibirsk Region, Krasnoobsk. E-mail: halinaolga@mail.ru; phone: (913) 951–28–82).

**Sergey N. Mager**, Head of Siberian Research and Design Institute of Animal Husbandry, Doctor of Science in Biology. Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS) (630501, Russia, Novosibirsk Region, Krasnoobsk. E-mail: mager\_s.n.@mail.ru; phone: (383) 348–49–36).

**Galina M. Goncharenko**, Chief research Scientist, Doctor of Science in Biology, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS) (630501, Russia, Novosibirsk region, Krasnoobsk. E-mail: gal.goncharenko@mail.ru; phone:(913) 378–55–43).

**Tatyana S. Khoroshilova**, Senior research Scientist, Candidate of Science in Biology, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS) (630501, Russia, Novosibirsk Region, Krasnoobsk. E-mail: tatagoryacheva@mail.ru; phone: (913) 455–98–62).

**Natalya B. Grishina**, Senior research Scientist, Candidate of Science in Biology, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS) (630501, Russia, Novosibirsk Region, Krasnoobsk. E-mail: natalja.grishina@gmail.com; phone: (953) 894–75–77).

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПЛОДОВО-ЯГОДНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

Л.А. ВЕЛИБЕКОВА

(Институт социально-экономических исследований ДФИЦ РАН)

*В статье обсуждаются вопросы развития интенсивного садоводства, функционирования сложившихся в подотрасли форм хозяйствования и предприятий плодоперерабатывающей промышленности Республики Дагестан на современном этапе. В качестве исходных данных использованы региональные статистические материалы за период 2015–2021 гг. Цель статьи – раскрыть возможности восстановления и эффективного функционирования плодового подкомплекса посредством организационных преобразований в регионе. Актуальность исследований заключается в разработке современной модели функционирования сельскохозяйственных и плодоперерабатывающих предприятий. Представлено, как решение данной проблемы затрагивает широкий круг актуальных задач экономической аграрной науки включая вопросы технико-технологического обновления, инновационного развития, кооперации и агропромышленной интеграции, государственной поддержки. Результаты исследований показывают, что структура производства плодов и ягод в регионе не изменилась, и по-прежнему лидирующее положение занимают личные подсобные хозяйства населения (88%). За вышеуказанный анализируемый период наблюдается тенденция увеличения доли сельскохозяйственных предприятий с 4,4 до 8%, крестьянских (фермерских) хозяйств – с 1,1 до 4%. Социологический опрос показал положительное отношение сельхозтоваропроизводителей к процессу кооперации в республике, но при этом выявлено нежелание объединения в каком-либо направлении. Предложен экономико-организационный подход к созданию в регионе корпорации, которая включает в свой состав сельхозпроизводителей, плодоперерабатывающий комплекс, торговую, товаропроводящую инфраструктуру, обслуживающие агросервисные, финансовые, научные подразделения. Имплементация предложенной модели корпорации, как представляется, позволит повысить конкурентоспособность всех участников, а также будет способствовать решению ключевых социально-экономических проблем сельской местности республики. Материалы проведенных исследований будут полезными при составлении программ развития агропромышленного комплекса региона.*

**Ключевые слова:** садоводство, формы хозяйствования, перерабатывающая промышленность, эффективность, сельские территории, кооперация, производство.

**Введение**

В последние годы в целом по стране, особенно в южных регионах, наблюдается положительная динамика развития ведущей подотрасли сельского хозяйства – садоводства. В частности, Дагестан располагает природно-климатическим потенциалом, возможностью террасного садоводства, трудовыми ресурсами, а также многолетним опытом местных садоводов, что делает республику одним из российских лидеров. Здесь имеются условия и возможности для развития плододоконсервной промышленности.

Это обуславливает стратегическую важность подотрасли с точки зрения продовольственной безопасности, а также возможности решения многих социально-экономических проблем, лимитирующих развитие сельских территорий, особенно в горных и предгорных районах.

В настоящее время в республике ставятся принципиальные задачи расширения зоны садоводства, обеспечения насыщения внутреннего рынка и усиления экспортной активности на всероссийском уровне. В связи с этим особое значение приобретают перевод сельскохозяйственного производства на промышленную основу и ускоренная неиндустриализация экономики плодоперерабатывающей промышленности.

### **Методика исследований**

Теоретической базой исследований явились труды отечественных экономистов-аграрников по вопросам развития садоводства и плодоперерабатывающей промышленности. Были использованы экономико-статистические методы. Информационной базой послужили данные Федеральной службы государственной статистики России и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Дагестан.

### **Результаты и их обсуждение**

Природно-климатические условия Юга России являются благоприятными для развития садоводства, получения стабильных урожаев экологически чистой продукции. Анализ показателей развития подотрасли показывает, что на данный регион, охватывающий практически весь Северный Кавказ, приходится до 50,7% общероссийского объема производства плодово-ягодной продукции и 38,2% площадей многолетних насаждений.

Проводимая с 2014 г. в стране политика импортозамещения обусловила государственную поддержку, которая способствовала бурному развитию промышленного садоводства. Сопоставляя данные России в целом и регионах ЮФО и СКФО за период 2015–2021 гг., можно увидеть, что тенденции развития показателей в динамике имеют схожие направления. Так, рост валового сбора в России составил 48,9%, в ЮФО – 43,7%, в СКФО увеличился в 2,5 раза. Урожайность возросла в России на 46,7%, в ЮФО – на 31,1%, в СКФО – в 2 раза. По площадям наблюдается незначительное сокращение: в России – на 3,8 тыс. га, или на 1%, а в регионах ЮФО и СКФО, наоборот, – увеличение, что явилось следствием активного развития интенсивного садоводства (табл. 1).

В Республике Дагестан, в самом южном регионе России, садоводство является приоритетной подотраслью сельского хозяйства, здесь имеются все условия для отработки интенсивных технологий. Принимаемые меры и оказываемая государственная поддержка дают возможность наращивать поставки на продовольственный рынок свежей качественной плодово-ягодной продукции.

Площади садов республики в 2021 г. составили 29,0 тыс. га, из них в плодоносящем возрасте – 22,0 тыс. га. Ежегодно закладываются около 1,5 тыс. га новых садов, в том числе интенсивных, площадь которых в 2021 г. увеличилась до 4 тыс. га – это 7-е место по России. Валовой сбор составил 182,3 тыс. т [1–3].

По объему производства плодов, особенно косточковых культур (слива, черешня, абрикос, персик), республика традиционно занимает первые позиции, в том числе среди регионов Юга России (рис. 1, 2).

В 2021 г., в рамках мер поддержки по линии Минсельхоза РФ, в Дагестане построено 3 фруктохранилища на 5,2 тыс. т. В настоящее время продолжается реализация нескольких других проектов [3].

## Динамика показателей развития садоводства в России (составлено автором [1])

Регион / Показатели	Площадь многолетних насаждений, тыс. га			В плодоносящем возрасте, тыс. га			Валовый сбор, тыс. т			Урожайность, ц/га		
	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2015 г.	2020 г.	2021 г.
Российская Федерация	467,1	462,6	463,3	374,2	356,5	358,0	2676,1	3661,4	3985,5	77,2	106,6	113,3
Южный федеральный округ	94,1	98,9	100,6	71,8	73,3	74,9	745,8	883,2	1071,9	109,2	123,8	143,2
Северо-Кавказский федеральный округ, всего	61,1	74,6	76,4	44,4	50,7	55,2	372,9	861,4	949,2	86,4	169,5	168,4
в том числе Республика Дагестан	27,8	28,9	28,8	21,7	21,4	21,9	135,3	182,4	200,4	67,9	87,6	93,7
Доля ЮФО в общероссийском объеме, %	20,1	21,4	21,7	19,2	20,6	20,9	27,9	24,1	26,9	-	-	-
Доля СКФО в общероссийском объеме, %	13,1	16,1	16,5	11,9	14,2	15,4	13,9	23,5	23,8	-	-	-
Доля Республики Дагестан в объеме СКФО, %	45,5	38,7	37,7	48,9	42,2	39,7	36,3	21,2	21,1	-	-	-
Доля Республики Дагестан в общероссийском объеме, %	6,0	6,2	6,2	5,8	6,0	6,1	5,1	5,0	5,0	-	-	-



Рис. 1. Доля регионов-лидеров в общероссийском объеме производства косточковых культур по итогам 2021 г., % (составлено автором [1])



**Рис. 2.** Доля регионов-лидеров в общероссийском объеме производства семечковых культур по итогам 2021 г., % (составлено автором [1])

Стоит отметить и тенденцию роста потребления, которое в 2020 г. составило 76 кг на душу населения. Несмотря на то, что уровень установленных рациональных норм потребления (90–100 кг в год на 1 чел.) не достигается, он все же больше, чем в других российских регионах и в целом по стране, и составляет 61 кг [4].

Республика Дагестан занимает лидирующие позиции в СКФО по количественным показателям благодаря природно-климатическим условиям, но экономические и технико-технологические факторы нивелируют положительный эффект, только усиливая нереализованный имеющийся потенциал социально-экономического развития этой территории. Вместе с тем, несмотря на рост собственного производства плодов и ягод, в республику продолжает импортироваться как свежая, так и переработанная плодово-ягодная продукция.

Подчеркнем, что технологическое развитие отрасли существенно отстает даже от соседних регионов Северо-Кавказского федерального округа. Об этом можно судить по показателю урожайности плодовых и ягодных культур, по которым республика значительно отстает. Если в 2021 г. в России в целом она составляла 113,3 ц/га, в регионах СКФО – 168,4 ц/га, то в Дагестане – всего лишь 93,7 ц/га (табл. 1).

Все это указывает на то, что важная роль анализируемой подотрасли в контексте глобальных вызовов пока недостаточно оценена, а на региональном уровне отсутствует активная государственная политика обеспечения благоприятных экономических условий для ее динамического развития. Это снижает инвестиционную привлекательность отрасли, и она остается малоэффективной, не создавая возможностей для улучшения социально-экономического положения.

Безусловно, устойчивое и эффективное развитие садоводства невозможно без перехода к сильным сельскохозяйственным организациям. Ресурсный потенциал республиканских сельскохозяйственных садоводческих предприятий по сегодняшний день находится на крайне низком технико-технологическом уровне.

Одной из наиболее актуальных проблем для республики является восстановление сельскохозяйственных садоводческих предприятий. На протяжении пореформенного периода наблюдается их крайне тяжелое финансовое и технологическое состояние, о чем свидетельствует сокращение количества предприятий, удельного веса в республиканских объемах производства и площадях многолетних насаждений, а также высокая задолженность перед бюджетом. Вместе с тем увеличение оказываемой государственной поддержки, наблюдаемое в последние годы, позволило достичь положительных тенденций в их деятельности. Как следует из данных таблицы 2, по сравнению с 2015 г. объем оказываемой господдержки увеличился в 1,3 раза. В общественном секторе наблюдается тенденция роста площади многолетних насаждений, и прирост составил 10,2%. В плодоносящем возрасте, наоборот, она уменьшилась на 11,1%, что

связано с раскорчевкой старых садов. Урожайность возросла в 3,3 раза, валовый сбор увеличился в 3,0 раза (табл. 2).

С 2020 г. значительно возросли производственные затраты – в 6,5 раза по сравнению с 2015 г. Выручка от реализации продукции возросла в 10,1 раза. Это связано как с выгодными реализационными ценами, так и с увеличением объемов производства и реализации плодовой продукции. В 2021 г. уровень рентабельности в сельскохозяйственных предприятиях достиг максимального значения – 68%.

Таблица 2

**Производственно-экономические показатели развития садоводства  
в сельскохозяйственных предприятиях Республики Дагестан  
(составлено автором [3])**

Показатель	2015 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г., %, к 2015 г.
Государственная поддержка садоводства, млн руб.	199,9	211,6	332,3	371,6	260,2	в 1,3 раза
Площадь в сельскохозяйственных организациях	4,9	5,5	5,3	5,2	5,4	в 1,1 раза
в плодоносящем возрасте площадь в сельскохозяйственных организациях, тыс. га	2,7	1,5	1,7	2,1	2,4	88,9
Урожайность, ц/га	21,0	29,8	24,5	48,1	69,2	в 3,3 раза
Валовой сбор в сельскохозяйственных организациях, тыс. т	5,6	4,5	4,1	10,1	16,6	в 3,0 раза
Реализовано, тыс. т	1,5	2,0	2,7	8,0	9,8	в 3,3 раза
Затраты на производство, млн руб.	22,9	31,6	30,6	158,3	153,7	в 6,5 раза
Выручка от реализации, млн руб.	25,6	31,5	33,5	160,5	258,1	в 10,1 раза
Прибыль, млн руб.	2,7	-0,01	2,9	2,2	104,4	в 38,7 раза
Уровень рентабельности, %	12,0	-0,0	9,5	1,4	68,0	в 5,7 раза

Проблема повышения эффективности садоводческих предприятий имеет многоплановый характер и рассматривается как необходимое условие для восстановления подотрасли [5–8]. Пути ее решения и возникающие сложности тесно связаны с такими аспектами функционирования, как технологическое перевооружение на основе ускорения обновления основных фондов, переход на современные интенсивные технологии садоводства, рост инновационной активности, внедрение передовых методов хозяйствования и рост производительности труда, повышение квалификации работников. Преодоление перечисленных проблем требует времени и существенной государственной поддержки.

За вышеуказанный анализируемый период в республике наблюдается тенденция увеличения доли сельскохозяйственных предприятий в общереспубликанском объеме производства с 4,4 до 8,0%, крестьянских (фермерских) хозяйств – с 1,1 до 4,0%.

Но значительная часть плодово-ягодной продукции производится в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) – 88% (рис. 3), что не может не сказаться на экономической отсталости подотрасли, примитивности технологий, неэффективности производства, неспособности к крупным технико-технологическим преобразованиям.



**Рис. 3.** Динамика структуры производства плодово-ягодной продукции по категориям хозяйств, % (составлено автором [1])

На наш взгляд, в связи со сложностью ведения отрасли, с высокой трудоемкостью, капиталоемкостью, в ближайшие годы основная доля производства плодов сохранится за хозяйствами населения. Но сохранение данной архаичной формы хозяйствования в регионе – это прямой путь к стагнации экономики подотрасли.

Как показывает практика, необходимо развивать подобные хозяйства в направлении кооперации с общественным производством и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами. Это помогло бы снизить производственно-хозяйственные издержки, организовать собственные мощности по переработке, способствовало бы налаживанию альтернативных стабильных каналов реализации [9, 10].

Вместе с тем наши исследования показали, что несмотря на очевидные преимущества кооперации, постоянную информационную поддержку со стороны научных учреждений, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Дагестан, у сельскохозяйственных товаропроизводителей отсутствует желание пойти по пути самоорганизации, создать кооперативы и вступить в них, хотя при этом они отмечают положительное отношение к данной организационной форме. Так, по данным анкетного опроса (150 домохозяйств), значительная доля респондентов высказалась в поддержку кооперативного движения (68,7%), кооперативы в финансовой сфере поддержали 13,4%, кооперативы по переработке продукции поддержали 28,0%, кооперативы по оказанию услуг в области сбыта продукции ЛПХ – 38%, производственные кооперативы – 10,0%. Не выявлено желание объединиться ни в каком направлении у 2,6% опрошенных (табл. 3).

Заметим, что на вопрос о необходимости внесения вступительного взноса при организации кооператива большая часть респондентов ответила, что отказалась бы от кооперации с другими домохозяйствами (54%). Это связано с тем, что сельские жители получают мизерные доходы, не позволяющие им выделить средства из своего бюджета на организационные взносы. Вместе с тем существует много причин и общих интересов сельхозтоваропроизводителей для создания потребительских кооперативов. Например, все понимают, как важна кооперация в сфере реализации выращенной плодово-ягодной продукции. Как известно, основной целью хозяйств населения является обеспечение средств к существованию. При этом с увеличением

объемов производства сельскохозяйственной продукции возрастает и необходимость продажи излишков продукции. В настоящее время для большей части мелких хозяйств, особенно расположенных в горных районах, в связи со сложностью или отсутствием возможности вывести продукцию на потребительский рынок, приходится сдавать ее перекупщикам, которые получают большую прибыль. Также лишают сельхозпроизводителя даже минимальной прибыли перерабатывающие предприятия, устанавливающие монопольные цены на закупку сырья.

Таблица 3

**Социологический опрос по созданию кооператива в сельских территориях Республики Дагестан (составлено автором)**

Вопрос	Число респондентов, чел.	Процент опрошенных, %
<b>Как Вы смотрите на идею создания в Вашем районе кооператива?</b>		
Положительно	103	68,7
Отрицательно	42	28,0
Затрудняюсь ответить	5	3,3
Всего	150	100
<b>В какой сфере Вы желали бы объединиться с другими хозяйствами?</b>		
– В сфере производства	15	10,0
– В сфере переработки	42	28,0
– В сфере реализации	57	38,0
– В сфере использования техники	9	6,0
– В финансово-кредитной сфере	20	13,4
– Ни в какой сфере	7	2,6
Всего	150	100
<b>В каких из вышеназванных кооперативов Ваша семья готова принять участие, учитывая, что придется внести вступительный взнос в размере 3–5 тыс. руб.?</b>		
– В сфере производства	10	6,7
– В сфере переработки	22	14,7
– В сфере реализации	28	18,6
– В сфере использования техники	-	-
– В финансово-кредитной сфере	9	6,0
– Ни в какой сфере	81	54,0
Всего	150	100

Таким образом, дезинтеграция сельскохозяйственных товаропроизводителей приводит к формированию разных экономических интересов, что в целом не ведет к стимулированию роста производства. Очевидно, что развитие потребительской кооперации как оптимальной и одной из эффективных форм ведения агробизнеса позволило бы организовать свою систему сбыта продукции и решить многие проблемы сельхозтоваропроизводителей. В сегодняшних условиях данные процессы постепенно начинают развиваться.

Проводимые нами исследования показали, что получает развитие неформальная кооперация, поскольку ЛПХ и фермеры уже сами пытаются создать свои собственные институциональные условия, чтобы поддержать свое дело. Например, посредством социальных сетей домохозяйства создают группы, и их объединение больше касается вопросов выхода на рынки сбыта, поиска покупателей, приобретения техники, оказания финансовых услуг.

На наш взгляд, можно выделить следующие причины, сдерживающие развитие кооперации в республике:

- нерешенные проблемы в сфере земельных отношений;
- недоверие сельхозтоваропроизводителей между собой, к органам государственной власти, а также нежелание брать на себя ответственность;
- слабое развитие инфраструктуры сельских территорий, устаревшая материально-техническая база;
- высокая миграция населения, особенно молодежи, не только из сельских, но уже и из городских территорий;
- сложное финансовое положение сельских товаропроизводителей;
- недостаточность и неэффективность государственной поддержки и регулирования сельскохозяйственного производства;
- волатильность цен на материально-технические ресурсы.

Безусловно, решение перечисленных проблем является крайне важным для перехода к практической реализации приоритетов потребительской кооперативной политики. Широко известно, что кооперативное движение – мощнейший инструмент, и если мы не реализуем этот механизм, то останемся весьма уязвимыми в вопросе восстановления сельскохозяйственного производства.

Для преодоления сдерживающего фактора – недоверия сельских товаропроизводителей к кооперации – необходимы развитие системы взаимодействия с региональными и местными органами власти, решение проблем малого агробизнеса на селе, постоянное развитие сельских территорий. Сельхозпроизводители находятся сейчас в ожидании определенных шагов в этом направлении, и государственные органы власти занимаются поиском путей выхода из сложившейся ситуации.

Главным направлением развития кооперации является государственная поддержка малых форм хозяйствования, а именно: техническая, кредитно-финансовая, страхование рисков, предоставление инфраструктурных возможностей, создание экологических, социальных условий, а также научное консультирование и обучение. Так, с 2021 г. Россельхозбанк запустил новый сервис «Свое Фермерство», который дает возможность создания чата для общения продавца и покупателя в десктопной версии, а в перспективе – разработку мобильного приложения с онлайн-витриной товаров для владельцев ЛПХ. Цифровая экосистема РСХБ «Свое» включает в себя развитие маркетплейсов продуктов питания «Свое Родное», сельхозтехники и семян. Предлагаются также банковские сервисы, услуги ВЭД на базе платформы «Свое Фермерство» [11]. В 2022 г. внесены изменения в госпрограмму развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельхозпродукции, сырья и продовольствия, которая дополнена важным направлением – развитием личных подсобных хозяйств [12].

Сегодня в Республике Дагестан приняты соответствующие законодательные акты, позволяющие собственникам ЛПХ получить господдержку (субсидии, гранты) [4, 13, 14]. Это позволит им расширить свое хозяйство, нарастить объемы производства продукции, вовлечь население в сельскохозяйственную деятельность.

Таким образом, целенаправленно развивая мелкотоварный сектор, мы одновременно стимулируем развитие кооперации, которая будет способствовать:

- образованию экономически полноценных, инновационно самодостаточных межотраслевых структур, что обеспечит возможность эффективного управления;
- обеспечению занятости населения и формированию доходов, а следовательно, увеличению внутреннего конечного спроса;
- усилению рыночной конкуренции товаропроизводителей, что в свою очередь будет благоприятствовать экономической агрополитике в регионе, формированию благоприятной среды для инноваций и повышению производительности труда.

Немаловажным для АПК республики является вопрос функционирования плодоперерабатывающей промышленности, результаты деятельности которой напрямую связаны с объемами производства сырья и его качества. Вступление новых интенсивных садов в полную эксплуатацию позволит загрузить плодохранилища и увеличить объемы поступления сырья на перерабатывающую промышленность [15].

Рынок переработанной плодово-ягодной продукции всегда являлся высокодоходным. Однако отечественные производители до сих пор не могут создать серьезную конкуренцию на российском рынке. На сегодняшний день к числу главных проблем для перерабатывающих заводов можно отнести:

- недостаток качественного сырья в необходимых для загрузки производственных мощностей объемах;
- отсутствие взаимосвязи производственной деятельности сельхозпроизводителей плодовой продукции, входящих в сырьевую зону консервных предприятий, потребностей консервной промышленности;
- ценовые расхождения с производителями и поставщиками плодов;
- рост степени износа и низкий уровень обновления основных производственных фондов, сокращение инвестиций.

Ретроспективный анализ показывает, что в советский период дагестанские консервы были востребованы по всей стране. Продукция консервных предприятий, за исключением 8–10% реализуемых в пределах республики, вывозилась в другие российские регионы, а 1–2% ее экспортировалось в другие страны [16].

В плодоперерабатывающей промышленности полностью завершен процесс приватизации, что позволило организациям адаптироваться к условиям рыночной экономики. В республике функционируют всего лишь 18 предприятий. Основные производители по республике – АО «МЗБНС «Ириб», КФХ «Габулакал», ООО «Кикунинский консервный завод», ООО «Ширван», СППК «Зирани», ООО «АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМБИНАТ НАГОРНЫЙ ДАГЕСТАН», ООО Завод безалкогольных напитков «Сулак», ООО «Аквариус» и СПоК «Аракани» [17].

Практически перед всеми перерабатывающими предприятиями региона стоят большие финансовые проблемы, решение которых требует значительных средств и времени на реконструкцию. Большинство предприятий не могут конкурировать ввиду высокой себестоимости производства, хотя вкусовые качества выпускаемой ими продукции являются довольно высокими. До введения эмбарго серьезную конкуренцию составляли страны ЕС, главными поставщиками среди стран ближнего зарубежья являются республики Беларусь и Армения.

Производство плодовых консервов в республике находится в динамике ежегодного падения и роста. В 2021 г. прирост данного показателя по сравнению с 2015 г. составил

12%. Уменьшение объемов производства в 2020 г. связано в основном с имевшим место неурожаем плодовых культур (табл. 4).

Ассортимент плодовых консервов, выпускаемых республиканскими предприятиями, не соответствует рыночному спросу и является ограниченным. Более того, при переходе на рыночные отношения резко снизилась роль стандартов и системы контроля качества. Консервные предприятия предпочитают вырабатывать фруктовые соки и нектары из импортных и завезенных из других регионов страны концентратов. В структуре выпускаемой продукции 80% составляют соки. Широкой популярностью пользуются соки, изготовленные из абрикосов местных сортов, гимринской груши, соки яблочные, черешневые и вишневые, сливовые.

Как показывают данные таблицы 5, ситуация в плодopерерабатывающей промышленности характеризуется спадом производства практически всех основных видов плодовой консервной продукции. Так, по сравнению с 2015 г. производство сока яблочного сократилось на 38%, смеси из фруктовых и овощных консервов – на 44%, соков из фруктов и овощей – на 78%; незначительно возросло производство нектаров из фруктов и овощей (0,1%).

Таблица 4

**Динамика производства плодовоовощных консервов по Республике Дагестан (составлено автором [1, 3])**

Показатель	Годы							2021 г., %, к 2015 г.
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Консервы плодово-овощные, туб.	24800,0	38224,5	40379,7	17764,1	23178,4	18974,0	29433,3	118,6
Из них плодовые	17360,0	27441,2	27036,3	14390,7	16099,2	12728,5	19425,9	112,0

Таблица 5

**Производство продукции консервного производства в Республике Дагестан в 2015–2020 гг. (составлено автором [1, 3])**

Показатели	Годы							2021 г., %, к 2015 г.
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Сок яблочный, туб.	3129,6	3391,7	4100,4	1526,3	1941,0	1563,3	1946,7	62,2
Смеси фруктовых и овощных соков, туб.	3813,5	4359,3	3511,3	3503,1	5160,7	2892,8	2148,5	56,3
Соки из фруктов и овощей прочие, туб.	13831,2	14400,1	14127,0	2790,3	4401,5	3988,1	3076,1	22,2
Нектары фруктов и овощей, туб.	4812,9	5290,0	9398,0	6571,0	4596,0	4284,3	4852,8	101,0

Спрос на переработанную плодово-ягодную продукцию на потребительском рынке является высоким, так как она обладает полезными вкусовыми и лечебными качествами, долго хранится и не требует дополнительных усилий для приготовления [18].

На российском рынке конкуренция является недостаточно высокой. В большей части переработка сосредоточена в Московской области, г. Санкт-Петербурге, Краснодарском крае, Белгородской области. В несколько меньшем объеме продукция перерабатывается в Республиках Дагестан, Кабардино-Балкария и в Ставропольском крае. Поэтому повышение объемов производства перерабатывающей промышленности имеет важное значение для экономики регионального АПК.

Пути повышения экономической эффективности перерабатывающего производства являются многообразными и во многом обусловлены специфическими условиями отрасли. Сегодня возникает объективная необходимость инновационного подхода к решению проблем повышения эффективности производства и выработки конкурентоспособной продукции [19]. С целью решения проблемы загрузки производственных мощностей перерабатывающей промышленности сельскохозяйственные товаропроизводители должны использовать сортовой посадочный материал и применять прогрессивные технологии для выращивания высокоурожайного сырья [20–22]. Залогом успеха являются коренная реконструкция перерабатывающих предприятий, оснащение их современной техникой, создание принципиально новых, энергетически выгодных, экологически безопасных технологий, обеспечивающих глубокую комплексную безотходную переработку, автоматизация и компьютеризация производственных процессов. Организационно-экономические мероприятия следует направить в первую очередь:

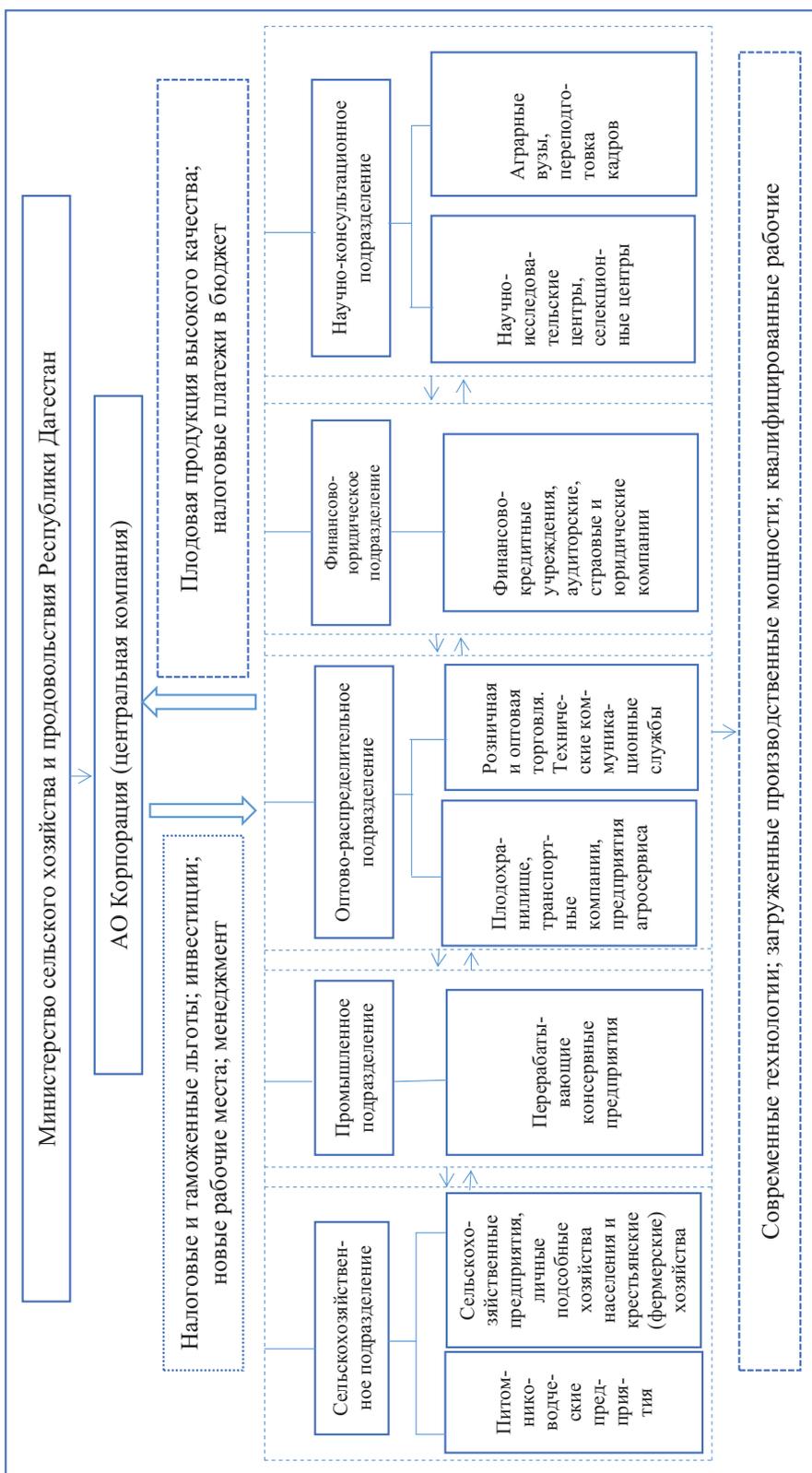
- на изменение структуры ассортимента вырабатываемой продукции, внедрение инновационных разработок;
- на оптимизацию пространственного размещения сырьевой базы;
- на повышение квалификации кадров, совершенствование форм организации производства и труда;
- на использование внутренних резервов и создание гибкой системы управления производственно-сбытовой деятельностью;
- на государственную поддержку и совершенствование элементов организационно-экономического механизма хозяйствования.

Современные тенденции развития рынка плододоконсервной продукции свидетельствуют о том, что эффективное его функционирование невозможно вне развития интегрированных и кооперированных связей между всеми участниками единого производственного цикла создания конечного продукта. Дальнейшему повышению эффективности функционирования сельскохозяйственных производителей и перерабатывающих предприятий будут способствовать кооперация и агропромышленная интеграция, направленные на упорядочение системы производственно-экономических связей между участниками цикла производства и реализации конечного продукта. Изучение приемлемых организационных форм показало, что для Республики Дагестан создание вертикально интегрированных организационных структур с современной системой управления, позволяющих координировать усилия предприятий подкомплекса, является наиболее подходящим.

Нами предлагается модель-схема вертикального интегрированного формирования – корпорации (рис. 4).

Базируясь на учете региональных особенностей экономического развития, можно прогнозировать следующий вариант ее формирования.

Модель корпорации имеет трехступенчатую организационно-производственную структуру: региональные органы власти; центральный аппарат управления; структурные подразделения (сельхозпроизводители разных форм хозяйствования, плодоперерабатывающие предприятия, товаропроводящая инфраструктура, обслуживающие агросервисные, финансовые, научные учреждения). Все участники остаются самостоятельными юридическими лицами и взаимодействуют на договорной (контрактной) основе, что обусловлено их стремлением к снижению транзакционных издержек, а также всевозможных рисков в производственно-финансовой деятельности.



**Рис. 4.** Перспективная модель-схема корпорации в плодовом подкомплексе Республики Дагестан (составлено автором)

Очевидно, на первоначальном этапе невозможно обойтись без государственной поддержки в связи с наличием финансовых проблем как у сельскохозяйственных товаропроизводителей, так и у предприятий перерабатывающей промышленности. По их инициативе Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Дагестан создает корпорацию в форме акционерного общества с владением контрольного пакета акций, то есть такое объединение можно считать государственным [23].

Со стороны органов власти упор делается на внедрение адресных инструментов государственной помощи, охватывающей полный цикл производства продукции, а также вопросы технического перевооружения: налоговые льготы, льготы по аренде региональной и муниципальной собственности, кредитная поддержка, прямая финансовая поддержка бизнеса, поддержка занятости населения, снижение контрольно-надзорной нагрузки.

Центральная компания корпорации координирует деятельность объединенных субъектов хозяйствования, распределяет материальные и денежные ресурсы, способствует расширению и углублению производственно-технологических связей, созданию благоприятных условий для осуществления экономической деятельности, снятию взаимных барьеров. Каждый из участников создает добавленную стоимость на своем этапе непрерывной технологической цепочки. Экономический и синергетический эффект деятельности такой корпорации в итоге складывается из прибыли от произведенной, переработанной, реализованной плодово-ягодной продукции.

Расчет пропорций распределения дохода интегрированного формирования следует осуществлять с учетом уровней затрат отраслей, участвующих в процессе производства и реализации конечного продукта.

Функционирование данной интегрированной структуры позволит преодолеть деструктивный фактор разногласий между сельхозтоваропроизводителями, а также сформировать более сбалансированные и устойчивые экономические условия, обеспечивающие эффекты синергизма и эмерджентности деятельности.

В дальнейшем возможна эволюционная трансформация государственной корпорации в цивилизованные рыночные акционерные общества, обладающие реальной конкурентоспособностью на внутреннем и внешнем рынках.

На наш взгляд, представленный формат взаимодействия государства и субъектов корпорации позволит организациям выйти на новый технико-технологический уровень, повысить самообеспеченность, укрепить экспортный потенциал республики в части свежей и переработанной плодово-ягодной продукции.

## **Выводы**

Садоводство Дагестана имеет большой потенциал развития. Несмотря на трудности и непростую политическую ситуацию, подотрасль выходит на рекордные показатели и по праву считается лидером среди других регионов нашей страны. Однако тенденции развития являются неоднозначными: на фоне роста количественных показателей сохраняются серьезные проблемы в области материально-технической базы, агротехнологий, селекции, недостаточности мощностей перерабатывающих предприятий, логистики, инфраструктуры. Очевидно, наличие таких дисбалансов приведет в обозримом будущем скорее к стагнации, нежели к развитию. В этой связи на первый план выходят вопросы преодоления глубокой технико-технологической отсталости подотрасли, что представляется весьма нетривиальной задачей.

Переход к политике импортозамещения обеспечил отечественных сельхозпроизводителей мощным стимулом к развитию. Благодаря оказываемой государственной поддержке в республике происходит медленное развитие институциональной структуры:

улучшились показатели функционирования сельскохозяйственных предприятий, обозначилась тенденция роста объемов производства в данном секторе. Личные подсобные хозяйства населения, хотя и имеют высокую долю в общереспубликанском объеме производства, также нуждаются в поддержке с целью последующего перехода в товарное производство. В этих условиях крайне важно сосредоточить усилия на развитии кооперативного сектора.

Несмотря на неготовность и недоверие большей части сельского населения к кооперации, эта организационная форма остается одним из ключевых направлений преодоления имеющихся в отрасли экономических и организационных проблем. Возрастающая значимость задачи повышения эффективности плодового подкомплекса республики связана с процессами агропромышленной интеграции, направленными на развитие и углубление производственно-технологических, экономических, информационных связей сельскохозяйственного и перерабатывающего производства, сферы услуг и научного обеспечения.

В проведенных исследованиях предложена модель корпорации в плодном подкомплексе Республики Дагестан, позволяющая объединить в замкнутый цикл сельское хозяйство с перерабатывающими, обслуживающими, финансовыми, торговыми и другими предприятиями и организациями. В пользу такого объединения накоплены весомые аргументы: приток необходимых инвестиций, внедрение инновационных, в том числе цифровых технологий, снижение риска коммерческих потерь, повышение производительности труда, эффективности деятельности, повышение квалификации персонала.

На наш взгляд, углубление процессов кооперации и агропромышленной интеграции будет сопровождаться структурным усложнением и ростом динамичности экономики подотрасли, увеличением добавленной стоимости в производимой продукции, повышением уровня занятости населения его благосостояния, заселенности сельских территорий, особенно горных районов, возникновением местных брендов.

Безусловно, первостепенное значение для стабильной производственной деятельности садоводства и плодоперерабатывающей промышленности имеет всемерная государственная поддержка. Все это предопределяет долгосрочное устойчивое развитие садоводства и в условиях экономических санкций, и в дальнейшей перспективе.

### **Библиографический список**

1. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство. – URL: <https://showdata.gks.ru/finder/> (дата обращения: 05.04.2022).
2. В Дагестане площадь многолетних плодово-ягодных насаждений составляет 28,8 тысячи гектаров. – [Электронный ресурс]. – URL: [https://riadagestan.ru/news/selskoe\\_khozyaystvo/sharip\\_sharipov\\_v\\_dagestane\\_ploshchad\\_mноголетnikh\\_plo\\_dovo\\_yagodnykh\\_nasazhdeniy\\_sostavlyayet\\_28\\_8\\_tysyachi\\_gektarov/](https://riadagestan.ru/news/selskoe_khozyaystvo/sharip_sharipov_v_dagestane_ploshchad_mноголетnikh_plo_dovo_yagodnykh_nasazhdeniy_sostavlyayet_28_8_tysyachi_gektarov/) (дата обращения: 25.05.22).
3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Дагестан. – URL: <http://mcxrd.ru/> (дата обращения: 25.05.22).
4. Федеральная служба государственной статистики. Потребление продуктов питания в расчете на душу населения в год. – URL: <https://showdata.gks.ru/report/279038/> (дата обращения: 25.05.22).
5. Колесников А.В. Оценка технико-технологических возможностей производства сельскохозяйственной продукции как составной части аграрной политики // Экономика сельского хозяйства России. – 2021. – № 10. – С. 16–25.
6. Алтухов А.И. Социальное развитие сельских территорий / А.И. Алтухов, А.В. Колесников // Modern Economy Success. – 2019. – № 6. – С. 152–162.

7. *Агирбов Ю.И.* Основные тенденции развития российского продовольственного садоводства / Ю.И. Агирбов, Р.Р. Мухаметзянов // Доклады ТСХА. – 2020. – С. 66–70.
8. *Рыкова И.Н.* Проблемы и перспективы развития садоводства и виноградарства в России / И.Н. Рыкова, С.С. Аксенов, Р.С. Губанов // Вестник Института дружбы народов Кавказа (Теория экономики и управления народным хозяйством). Экономические науки. – 2019. – № 4 (52). – С. 7.
9. *Сушенцова С.С.* Производственная кооперация крестьянских (фермерских) хозяйств: современные реалии, организационно-экономические механизмы // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2016. – № 12. – С. 36–39.
10. *Сушенцова С.С.* Направления участия ЛПХ в межхозяйственном взаимодействии / С.С. Сушенцова, А.Ю. Манашева // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2016. – № 3 (28). – С. 39–44.
11. РСХБ запускает онлайн-витрину товаров для владельцев личных подсобных хозяйств. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rshb.ru/news/449518/>.
12. Самозанятые владельцы ЛПХ смогут получать поддержку в рамках госпрограммы развития сельского хозяйства // Постановление Правительства России от 24 декабря 2021 г. № 2451. – [Электронный ресурс]. – URL: [http://government.ru/dep\\_news/44290/](http://government.ru/dep_news/44290/).
13. *Шарипов Ш.И.* Государственная поддержка комплексного развития сельских территорий / Ш.И. Шарипов, Г.У. Яхьяев, Б.Ш. Ибрагимова // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. – 2020. – № 3. – С. 14–21.
14. В горных районах Дагестана личные подсобные хозяйства могут рассчитывать на господдержку. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://mcxrd.ru/news/item/6512>.
15. *Третьяков Н.А.* Современное состояние и возможное направление развития плодоовощной перерабатывающей промышленности // Научный журнал НИУ ИТМО. – Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – № 1. – С. 167–172.
16. *Ахмедова Ж.А.* Плодоовощеконсервная промышленность Дагестана: состояние и перспективы / Ж.А. Ахмедова, Г.М. Гимбатов // Региональные проблемы преобразования экономики. – № 8. – 2016. – С. 31–37.
17. Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности Республики Дагестан: Аналитическая записка / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Дагестан. – Махачкала, 2021. – 24 с.
18. Глубокая переработка продукции садоводства: перспективы отрасли. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://apknews.su/article/213/1090/>.
19. *Агирбов Ю.И.* Современные тенденции и экономические проблемы развития садоводства в России / Ю.И. Агирбов, Р.Р. Мухаметзянов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 12. – С. 14–20.
20. Казиев М.–Р.А. Совершенствование ассортимента интенсивного садоводства Дагестана / М.–Р.А. Казиев, Р.А. Шахмирзоев // Аграрная наука. – 2021. – № 10. – С. 94–98.
21. *Загиров Н.Г.* Оценка продуктивности различных зимних сортов яблони в условиях приморской низменности равнинной зоны Дагестана // Плодоводство и ягодоводство России. – 2021. – Т. 65. – С. 21–29.
22. *Загиров Н.Г.* Биохимическая оценка интродуцированных зимних сортов яблони для пополнения коллекций геноресурсов в условиях южного Дагестана // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – № 76. – С. 100–107.
23. Об акционерных обществах: Федеральный закон от 2 июля 2021 г. – [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/Cons\\_doc\\_LAW\\_8743/](http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_8743/).

# CURRENT DEVELOPMENT TRENDS PRODUCTION AND PROCESSING OF FRUIT AND BERRY PRODUCTS IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

L.A. VELIBEKOVA

(Institute of Socioeconomic Studies of the DFRC of the RAS)

*The article discusses the development of intensive horticulture, the functioning of the existing forms of management in the sub-sector and enterprises of the fruit processing industry of the Republic of Dagestan at the present stage. Regional statistical materials for the period 2015–2021 were used as initial data. The purpose of the article is to reveal the possibilities of restoration and effective functioning of the fruit subcomplex through organizational transformations in the region. The relevance of this research lies in the development of a modern model of the functioning of agricultural and fruit processing enterprises. It is shown that the solution of this problem affects a wide range of urgent tasks of economic agrarian science, including issues of technical and technological renewal, innovative development, cooperation and agro-industrial integration, state support. The results of the study show that the structure of fruit and berry production in the region has not changed, personal subsidiary farms of the population still occupy the leading position (88%). During the above-mentioned analyzed period, there is a tendency to increase the share of agricultural enterprises from 4.4 to 8% and peasant (farm) farms – from 1.1 to 4%. The sociological survey showed a positive attitude of agricultural producers to the process of cooperation in the republic, but at the same time their unwillingness to unite in any direction was revealed. The article proposes an economic and organizational approach to the creation of a corporation in the region, which includes agricultural producers, a fruit processing complex, trade, commodity infrastructure, agricultural service, financial, scientific units. The implementation of the proposed model of the corporation, it seems, will increase the competitiveness of all participants, and will also contribute to solving key socio-economic problems of rural areas of the republic. The materials of this study will be useful for drawing up programs for the development of the agro-industrial complex of the region.*

*Keywords: gardening, forms of management, processing industry, efficiency, rural areas, cooperation, production.*

## References

1. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Sel'skoe khozyaistvo [Federal State Statistics Service. Agriculture]. Available at: <https://showdata.gks.ru/finder/> (accessed 05 april 2022). (In Rus.)
2. V Dagestane ploshchad' mnogoletnih plodovo-yagodnyh nasazhdenij sostavlyayet 28,8 tysyachi gektarov [In Dagestan, the area of perennial fruit and berry plantations is 28.8 thousand hectares]. Available at: [https://riadagestan.ru/news/selskoe\\_khozyaystvo/sharip\\_sharipov\\_v\\_dagestane\\_ploshchad\\_mnogoletnikh\\_plodovo\\_yagodnykh\\_nasazhdeniy\\_sostavlyayet\\_28\\_8\\_tysyachi\\_gektarov/](https://riadagestan.ru/news/selskoe_khozyaystvo/sharip_sharipov_v_dagestane_ploshchad_mnogoletnikh_plodovo_yagodnykh_nasazhdeniy_sostavlyayet_28_8_tysyachi_gektarov/) (accessed 25 may 2022). (In Rus.)
3. Ministerstva sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Respubliki Dagestan [Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Dagestan]. Available at: <http://mcxrd.ru/> (accessed 26 may 2022). (In Rus.)
4. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Potreblenie produktov pitaniya v raschete na dushu naseleniya v god [Federal State Statistics Service. Food consumption per capita per year]. Available at: <https://showdata.gks.ru/report/279038/> (accessed 26 may 2022). (In Rus.)
5. Kolesnikov A. V. Ocenka tekhniko-tekhnologicheskikh vozmozhnostej proizvodstva sel'skohozyajstvennoj produkcii kak sostavnoj chasti agrarnoj politiki [Assessment of technical and technological capabilities of agricultural production as an integral part of agricultural

- policy]. *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii* [The economics of agriculture in Russia]. 2021; 10: 16–25. (In Rus.)
6. *Altuhov A.I., Kolesnikov A.V.* Social'noe razvitie sel'skih territorij [Social development of rural territories]. *Modern Economy Success*. 2019; № 6: 152–162. (In Rus.)
7. *Agirbov Y.U., Muhametzyanov R.R.* Osnovnye tendencii razvitiya rossijskogo prodovol'stvennogo sadovodstva [The main trends in the development of Russian food gardening]. V *sbornike: Doklady TSKHA* [Reports of the Timiryazev Agricultural Academy]. 2020: 66–70. (In Rus.)
8. *Rykova I.N., Aksenov S.S., Gubanov R.S.* Problemy i perspektivy razvitiya sadovodstva i vinogradarstva v Rossii [Problems and prospects of horticulture and viticulture development in Russia]. *Vestnik Instituta druzhby narodov Kavkaza (Teoriya ekonomiki i upravleniya narodnym hozyajstvom). Ekonomicheskie nauki. [Bulletin of the Institute of Friendship of the Peoples of the Caucasus (Theory of economics and management of the national economy). Economic sciences.]*. 2019; 4 (52): 7. (In Rus.)
9. *Sushencova S.S.* Proizvodstvennaya kooperaciya krest'yanskih (fermerskih) hozyajstv: sovremennye realii, organizacionno-ekonomicheskie mekhanizmy [Production cooperation of peasant (farmer) farms: modern realities, organizational and economic mechanisms]. *Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij* [Economics of agricultural and processing enterprises]. 2016; 12: 36–39. (In Rus.)
10. *Sushencova S.S., Manasheva A.YU.* Napravleniya uchastiya LPH v mezhkhozyajstvennom vzaimodejstvii [Directions of LPH participation in inter-farm interaction]. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom hozyajstve* [Economics, labor, management in agriculture]. 2016; № 3 (28): 39–44. (In Rus.)
11. RSKHB zapuskaet onlain roblem tovarov dlia vladeltcev lichnykh podsobnykh khoziaistv [RSHB launches an online showcase of goods for owners of personal subsidiary farms]. Available at: <https://www.rshb.ru/news/449518/> (accessed June 22 2022). (In Rus.)
12. Samozaniatye vladeltcy LPKH smogut poluchat podderzhku v ramkakh gosprogrammy razvitiia selskogo khoziaistva. Postanovlenie Pravitelstva Rossii ot 24 dekabria 2021 goda № 2451 [Self-employed owners of private farms will be able to receive support under the state program for the development of agriculture. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2451 of December 24, 2021]. Available at: [http://government.ru/dep\\_news/44290/](http://government.ru/dep_news/44290/) (accessed June 22 2022). (In Rus.)
13. *Sharipov S.H.I., Yahyaev G.U., Ibragimova B.S.H.* Gosudarstvennaya podderzhka kompleksnogo razvitiya sel'skih territorij. [State support for integrated rural development] UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sociologiya [UEPS: management, economics, politics, sociology]. 2020; № 3; 14–21. (In Rus.)
14. V gornyh rajonah Dagestana lichnye podsobnye hozyajstva mogut rasschityvat' na gospodderzhku [In the mountainous regions of Dagestan, private subsidiary farms can count on state support]/ Available at: <http://mcxrd.ru/news/item/6512> (accessed 05 april 2022). (In Rus.)
15. *Tret'yakov N.A.* Sovremennoe sostoyanie i vozmozhnoe napravlenie razvitiya plodoovoshchnoj pererabatyvayushchej promyshlennosti [The current state and possible direction of development of the fruit and vegetable processing industry]. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv»* [Scientific Journal of the ITMO Research Institute. Series "Processes and devices of food production"]. 2015; 1: 167–172. (In Rus.)
16. *Ahmedova ZH. A., Gimbatov G.M.* Plodoovoshchekonservnaya promyshlennost' Dagestana: sostoyanie i perspektivy [Fruit and vegetable canning industry of Dagestan: state and prospects]. *Regional'nye roblem preobrazovaniya ekonomiki* [Regional problems of economic transformation]. 2016; 8: 31–37. (In Rus.)

17. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pishchevoj promyshlennosti Respubliki Dagestan. [The current state and prospects of development of the food industry of the Republic of Dagestan]. Analiticheskaya zapiska. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Dagestan [Analytical note. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Republic of Dagestan]. Mahachkala. 2021. 24. (In Rus.)

18. Glubokaya pererabotka produkcii sadovodstva: perspektivy otrasli [Deep processing of horticultural products: prospects of the industry]. Available at: <https://apknews.su/article/213/1090/> (accessed 05 april 2022). (In Rus.)

19. *Agirbov Iu.I., Mukhametdzianov R.R.* Sovremennye tendencii i ekonomicheskie roblem razvitiia sadovodstva v Rossii [Modern trends and economic problems of horticulture development in Russia]. *Ekonomika selskokhoziaistvennykh i pererabatyvaiushchikh predpriatii* [Economics of agricultural and processing enterprises]. 2017; 12: 14–20. (In Rus.)

20. *Kaziev M. – R. A., Shahmirzoev R.A.* Sovershenstvovanie sortimenta intensivnogo sadovodstva Dagestana [Improving the assortment of intensive gardening in Dagestan]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science]. 2021; 10: 94–98. (In Rus.)

21. *Zagirov N.G.* Ocenka produktivnosti razlichnyh zimnih sortov yabloni v usloviyah primorskoj nizmennosti ravninnoj zony Dagestana [Assessment of productivity of various winter apple varieties in the conditions of the coastal lowland plain zone of Dagestan]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing in Russia]. 2021; T. 65: 21–29. (In Rus.)

22. *Zagirov N.G.* Biohimicheskaya ocenka introducirovannyh zimnih sortov yabloni dlya popolneniya kollekcij genoresursov v usloviyah yujnogo Dagestana [Biohimicheskaya ocenka introducirovannyh zimnih sortov yabloni dlya popolneniya kollekcij genoresursov v usloviyah yujnogo Dagestana]. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo* [Subtropical and decorative gardening]. 2021; 76: 100–107. (In Rus.)

23. FZ «Ob akcionerных obshchestvah. V red. FZ ot 02.07.2021» [On Joint-Stock Companies. In ed. Federal Law of 02.07.2021]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/Cons\\_doc\\_LAW\\_8743/](http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_8743/) (accessed 05 april 2022). (In Rus.).

**Велибекова Луиза Аликовна**, старший научный сотрудник, канд. экон. наук, доцент. ORSID0000–0003–2104–3424, Институт социально-экономических исследований ДФИЦ РАН (367030, Российская Федерация, г. Махачкала, ул. Ярагского, 75; e-mail: [l.a.\\_velibecova@mail.ru](mailto:l.a._velibecova@mail.ru); тел.: (928) 579–16–65).

**Velibekova Luiza Alikovna**, PhD in Economics, ORSID0000–0003–2104–3424, Research Associate, Institute of Socioeconomic Studies of the DFRC of the RAS Address: Russia (367030, Russia, Makhachkala, Yaragского str., 75, 8th floor; [l.a.\\_velibecova@mail.ru](mailto:l.a._velibecova@mail.ru), tel.: (928) 579–16–65).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫЗОВОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА – ОСНОВА СТРАТЕГИЧЕСКОГО ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ СФЕРЫ

Р.А. МИГУНОВ, А.А. СЮТКИНА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*На основе системного подхода исследованы основные макроэкономические глобальные и национальные вызовы развития отечественного агропромышленного комплекса, влияющие на устойчивое развитие отрасли и достижение национальных целей развития Российской Федерации. Показано, что определение основных вызовов, стоящих перед развитием отечественного агропромышленного комплекса, является первичной основой для выработки целей стратегического развития аграрной сферы. На основе комплекса источников определены основные глобальные вызовы: демографический рост и голод; дефицит ресурсов в рамках существующей модели АПК 3.0; этические ограничения и риски; рост угроз распространения опасных инфекционных заболеваний; природно-климатические изменения; внешнее геополитическое и санкционное давление. Также определены национальные барьеры: отставание от развитых стран в процессе перехода на новый технологический уклад; импортозависимость в условиях обостряющихся внешних ограничений и вызовов для России; продовольственные отходы и потери продукции на стадиях хранения, переработки, логистики; ценностные ограничения; социально-физиологические факторы. Ответы на данные вызовы и ограничения являются основой для выработки новой модели экономического развития АПК России.*

**Ключевые слова:** макроэкономическая политика, вызовы, барьеры, институты, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, стратегическое планирование.

### Введение

Тенденции развития современной мировой агропродовольственной системы, основные макроэкономические треки развития российского агропромышленного комплекса последнего времени требуют, чтобы аграрная сфера развивалась ускоренными темпами (выше среднемировых), опираясь на устойчивые положительные темпы роста валовой продукции сельского хозяйства, развитие сельских территорий и повышение социального благополучия на них, качественное построение инфраструктуры с опорой на «зеленую экономику», достижение показателей и критериев доктрины продовольственной безопасности и независимости России.

Государственное регулирование отечественного агропромышленного комплекса направлено на достижение следующих основных макроэкономических целей:

1. Долгосрочное развитие АПК России.
2. Импортозамещение критически важной сельскохозяйственной продукции и усиление продовольственной безопасности России.
3. Развитие экспортного потенциала отечественного АПК.
4. Эффективное управление и воспроизводство земель сельскохозяйственного назначения.
5. Цифровая трансформация сельского хозяйства [18, с. 1].

Выполнение макроэкономических целей развития агропромышленного комплекса должно быть направлено на решение национальных вызовов, стоящих перед

отечественной аграрной сферой, и нивелирование рисков, возникающих ввиду глобальных вызовов мировой агропродовольственной системы.

Целью работы является исследование макроэкономических глобальных и национальных вызовов развития отечественного агропромышленного комплекса, влияющих на устойчивое развитие отрасли и достижение национальных целей развития Российской Федерации.

### Методика исследований

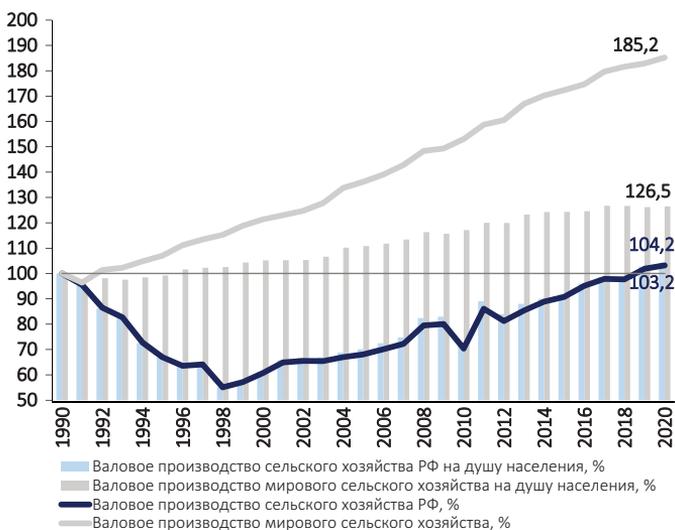
Исследования основываются на системном подходе, в рамках которого рассматриваются вопросы глобальных и национальных вызовов устойчивого экономического роста аграрной сферы с опорой на принципы соответствия экономической теории и практики. Для анализа динамики развития агропромышленного комплекса использованы методы статистического анализа, исходной информацией для применения которых послужили официальные статистические данные.

### Результаты и их обсуждение

Национальные цели развития Российской Федерации [24, с. 1] предполагают сохранение населения, здоровье и благополучие людей, достойный и эффективный труд, что в области агропромышленного комплекса предполагает эффективный поступательный, устойчивый рост отрасли. Развитие отечественной аграрной сферы и в 1950–1990-е гг. [11, с. 227–231], и на протяжении последних 30 лет характеризуется следующими периодами:

- экономический спад во время трансформационной реформы (1990–1998 гг.);
- восстановительный экономический рост (1999–2001 гг.);
- стагнация объемов валовой продукции сельского хозяйства (2002–2005 гг.);
- качественный экономический рост (2006–2008 гг.), замедление развития (2009–2012 гг.), ускорение развития (2013 г. – настоящее время) (рис. 1).

В 2020 г. индекс валового производства сельского хозяйства в Российской Федерации превышал уровень 1990 г. на 3,2%, подушевое производство – на 4,2%.



**Рис. 1.** Индексы производства продукции сельского хозяйства в Российской Федерации и мире (1990 = 100%): валовые и подушевые, % [20, 21]

В то же самое время мировое агропроизводство возросло на 85,2%, а подушевое – на 26,5%. Подобная динамика в России связана как с историческим эволюционным развитием отечественного сельского хозяйства и неудачными процессами институциональной трансформации отечественного АПК в 90-е гг. XX в., так и с выстроенной не до конца логикой стратегического планирования развития отрасли.

Процесс разработки новых правил поведения экономических агентов в рамках макроэкономического регулирования экономики согласно теории проектирования

механизмов [22] представляет собой частный случай общей логики процесса принятия решений и включает в себя последовательность типичных шагов:

- 1) осознание проблемной ситуации, то есть формулировка проблемы;
- 2) постановка цели;
- 3) определение ограничений на множество возможных средств достижения цели;
- 4) разработка, анализ и оценка вариантов достижения цели;
- 5) постановка задачи принятия решения;
- 6) принятие решения, то есть выбор наилучшего варианта;
- 7) детализация и оформление выбранного варианта.

Следовательно, осознание проблем, в том числе определение основных глобальных и национальных вызовов, стоящих перед развитием отечественного агропромышленного комплекса, является первичной основой для выработки целей стратегического развития аграрной сферы, всей дальнейшей политики государственного регулирования сельского хозяйства.

Специфические факторы развития мирового агропродовольственного рынка приводят к формированию глобальных вызовов в развитии сельского хозяйства, которые одновременно стоят перед развитыми и развивающимися странами, в том числе перед Россией. Эмпирическое исследование комплекса научных источников позволяет отнести к таким вызовам следующее.

1. Демографический рост и голод [14]. Не получают достаточного количества продуктов питания 2,37 млрд чел., что составляет почти 1/3 населения планеты [13]. Исследования Росстата показывают, что в Российской Федерации доля тех, кто иногда или часто сталкивается с недостатком еды, составляет 4,6%, или 6,8 млн чел., а доля тех, кто сталкиваются с экономическими барьерами в доступе к продовольствию и потребляет не всегда ту еду, которую хотят есть, составляет 43,7% [25].

2. Дефицит ресурсов в рамках существующей модели АПК 3.0. К 2030 г., вследствие снижения агроклиматического потенциала сельских территорий, исчерпания эффектов «зеленой революции», роста угроз биобезопасности, усиления проблем с продовольственными отходами в мире, произойдет существенный рост потребности в продовольствии (+35%), в пресной воде (+40%), в энергии (+50%) [6, с. 17–22].

3. Этические ограничения и риски, связанные со смещением ценностных ориентиров в развитии агропромышленного комплекса. Рост среднего класса в развивающихся странах приводит к проблеме производства белка и к возрастающей нагрузке на экосистему: переход на его производство, например, из водорослей и насекомых [7] позволит существенно сократить затраты земельных и водных ресурсов при производстве продуктов питания и сельскохозяйственного сырья. Однако это ставит вопрос о формировании новых ценностных ориентиров у возрастающего населения или об этических рисках решения подобных вопросов.

4. Рост угроз распространения опасных инфекционных заболеваний. Распространение пандемии COVID-19 в мировом масштабе привело к проблемам в области логистики продовольствия; к усилению гуманитарных кризисов в странах, менее всего защищенных от влияния пандемии; к ухудшению ситуации, связанной с доступом к продовольствию; к возрастающим сложностям в проведении посевных кампаний в различных регионах мира. Общее количество голодающих за время пандемии увеличилось на 132 млн чел., число нищих увеличилось на 100 млн чел. [17].

Отдельные исследования показывают, что отечественное сельское хозяйство смогло относительно успешно преодолеть этот кризис и показать положительную динамику [5, с. 14, 21]. Несмотря на это, сохраняются риски для агропродовольственного сектора и для потребителей в связи с пандемией:

- общие макроэкономические барьеры – инфляция спроса, связанная с сокращением потребления продуктов питания ввиду падения реальных располагаемых

доходов населения, и инфляция издержек, связанная с ростом цен на иностранные комплектующие для импортозависимого отечественного аграрного сектора;

- возможные риски уменьшения государственной поддержки в реальном исчислении вследствие макроэкономического кризиса, вызванного пандемией [15, с. 103].

5. Природно-климатические изменения, которые могут приводить к снижению агроклиматического потенциала, качества и устойчивости сельскохозяйственной продукции [1, с. 2130–2151]. В национальном докладе по оценке рисков и эколого-экономических последствий глобального климата описаны следующие последствия для Российской Федерации:

- изменения частоты и интенсивности экстремальных явлений погоды (экстремумов температур, длительности волн тепла и холода, резкое выпадение осадков в виде отдельных ливней или снегопадов, усиление пожаров);

- возможные потери продуктивности в растениеводстве до 10% [4, с. 47–59] на территории страны, несмотря на рост биоклиматического потенциала.

6. Внешнее геополитическое и санкционное давление. Торговые войны как форма борьбы за экономическое доминирование ведутся не первое столетие и предполагают наступательную или защитную политику, связанную с ограничением импорта при одновременном стимулировании собственного производства и экспорта, что известно со времен меркантилистов [8].

В последние годы в России, особенно после 2014 и 2022 гг., ужесточение конкурентной борьбы запустило новый виток протекционистской политики со стороны ряда стран Западной Европы, США, Канады, Японии, Австралии. Все санкции можно подразделить на две категории: индивидуальные и секторальные, причем от последних в наибольшей степени зависит отечественный агропромышленный комплекс. Несмотря на то, что принятые в АПК меры позволили кардинально изменить ситуацию, и из крупнейшего импортера наша страна превратилась в крупнейшего экспортера пшеницы и зерновых на мировой рынок, сохраняются серьезные риски в поставках технологий и в возможных ограничениях экспортного агропромышленного потенциала [23, с. 14–17].

Современное российское сельское хозяйство, сталкиваясь с глобальными вызовами в построении своей долгосрочной аграрной политики, должно учитывать и следующие национальные барьеры в развитии АПК.

1. Отставание от развитых стран в процессе перехода на новый технологический уклад (точное земледелие, урбанизированное сельское хозяйство, роботизация, селекция, биотехнология, цифровые технологии) [12, с. 362–363]. Объем инвестиций в аграрные науки в России почти в 60 раз меньше, чем в США, и за последние годы в реальных ценах за 10-летие показывает лишь 3%-ный рост [6, с. 65].

2. Импортозависимость в условиях обостряющихся внешних ограничений и вызовов для России

- корма: производство – 32,1 млн т [18, с. 7], расход – 106,2 млн т [19, с. 69], импортозависимость – 69,8%;

- селекционно-племенная работа: производство семени быков-производителей на 39,7% импортозависимо (из 12,1 млн доз 4,8 млн доз – иностранные); 41% лекарственных препаратов ветеринарного применения – иностранные (из 2143 ед. 882 ед. – иностранные); импортозависимость в вакцинах – 54,5% (из 30,65 млрд доз 16,7 млрд доз – иностранные); в фармацевтических препаратах 56,7% (из 398,83 млн ед. 226,17 млн ед. – иностранные); производство пищевого яйца осуществляется с использованием 6 кроссов зарубежной селекции, и только 2 кросса – отечественные; в молочном скотоводстве ежегодный импорт составляет 35–50 тыс. гол. коров [18, с. 7–9];

- селекционно-семеноводческая работа. Доля отечественных семян, высеянных на территории РФ: соя – 52,8%, горох – 51,5%, кукуруза – 41,6%, овощи – 35,0%, подсолнечник – 29,6%, картофель – 12,2%, сахарная свекла – 1,2% [16, с. 48];

- сельхозмашины и оборудование. Дефицит тракторов составляет 64 532 ед. (15,0% от имеющегося количества); дефицит комбайнов – 36 994 ед. (26,5% от имеющегося количества); доля тракторов за сроком амортизации – 57%; зерноуборочных комбайнов – 45%; кормоуборочных комбайнов – 43%; износ молочных ферм – 60%; доля яйца, производимого на фермах с износом выше 40% – 70%. Импортозависимость: в оборудовании для кондиционирования и вентиляции – 50%, в ПО и управлении – 50%, в станковом оборудовании – 25%, в оборудовании для комбикормовых заводов – 30% [18, с. 10–13].

В 2022 г. также наблюдаются проблемы с логистикой при поставках, сложности, связанные с увеличением ключевой ставки Банка России, увеличение стоимости металлов и изделий из него, приводящих к увеличению стоимости сельхозтехники и снижению рентабельности сельхозпроизводства.

3. Продовольственные отходы и потери продукции на стадиях хранения, переработки, логистики. В России доля валоризированной продукции в сельском хозяйстве не превышает 50%, из которых до 10% перерабатывается в продукцию с НДС (в странах ЕС – 60%), доля выброшенной еды в торговле – до 6%, ежегодное количество отходов – более 20 млн т [6, с. 63].

4. Ценностные ограничения: консерватизм фермеров в принятии новых технологий; непринятие обществом генно-модифицируемой продукции; низкая престижность аграрных профессий; сложности в развитии потребления «зеленой» и органической продукции, связанные как с ограничениями в потреблении ввиду высокой стоимости, так и с поздним оформлением государственных правил.

5. Ограничения, связанные с развитием институциональной среды в агропромышленном комплексе в части как доминантных рыночных правил регулирования сельского хозяйства, так и комплементарных правил государственного регулирования сельского хозяйства [2, с. 49–54; 3, с. 2–10], особенно в части обеспечения устойчивости роста поддушевого производства в аграрном секторе [10, с. 64–69].

6. Социально-физиологические факторы. Изменение структуры питания населения: переход с более дешевых продуктов (картофель, хлеб) на дорогие; увеличение потребления мяса, молока, яиц, рыбы, овощей и фруктов; качество продуктов питания, фальсификация продукции и несоответствие продуктов питания требованиям безопасности [9, с. 34].

## **Выводы**

Агропромышленный комплекс Российской Федерации в 2022 г. находится в сложных условиях усиления внешнеполитического санкционного давления, внутренних структурных макроэкономических дисбалансов, роста конфликтного потенциала на границах государства, увеличения колебаний и изменения мировой внешнеполитической конъюнктуры, а также исчерпания существующей модели управления аграрной сферы.

Государственная политика в сфере агропромышленного комплекса может в наибольшей степени повлиять на достижение национальных целей развития Российской Федерации, на их основные приоритеты, если будет в своей основе опираться на основные геополитические и национальные вызовы, стоящие перед отраслью.

На сегодня в агропромышленном секторе, в условиях мирового глобального перехода с одного технологического уклада на другой, сложились уникальные

возможности для отечественного производства и потребления аграрной продукции, «окна возможностей» для кардинального перехода на новый этап развития и к устойчивому экономическому росту отрасли.

В работе на основе комплекса источников определены основные глобальные вызовы, стоящие перед развитием сельского хозяйства: демографический рост и голод; дефицит ресурсов в рамках существующей модели АПК 3.0; этические ограничения и риски; рост угроз распространения опасных инфекционных заболеваний; природно-климатические изменения; внешнее геополитическое и санкционное давление.

Определены также национальные барьеры в развитии отечественного агропромышленного комплекса: отставание от развитых стран в процессе перехода на новый технологический уклад; импортозависимость в условиях обостряющихся внешних ограничений и вызовов для России; продовольственные отходы и потери продукции на стадиях хранения, переработки, логистики; ценностные ограничения; социально-физиологические факторы.

Данные вызовы требуют внедрения новой модели экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, основанной на устойчивом экономическом росте отрасли, качественном обновлении факторов внутренней и внешней конкурентоспособности аграрного сектора, улучшении социального благополучия населения, на увеличении потребления и улучшении структуры питания по всем группам населения страны.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075–15–2022–747 от 13.05.2022 г. о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий в соответствии с п. 4 ст. 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации (внутренний номер МК-3783.2022.2).

### Библиографический список

1. *Wiltshire A.J.* (2013). The impact of climate, CO2 and population on regional food and water resources in the 2050s / A.J. Wiltshire, G. Kay, J.L. Gornall & R.A. Betts // *Sustainability (Switzerland)*. – 2013. – № 5 (5). – Pp. 2129–2151. DOI: 10.3390/su5052129.
2. *Гайсин Р.С.* Институциональные механизмы стабилизации цен и доходов в сельском хозяйстве / Р.С. Гайсин, Р.А. Мигунов // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2015. – № 12. – С. 49–54. – EDN VECLSD.
3. *Гайсин Р.С.* Развитие институтов несвязанной поддержки доходов сельхозпроизводителей: опыт Германии и уроки для России / Р.С. Гайсин, Р.А. Мигунов // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2017. – № 10. – С. 2–10. – EDN ZMZLYH.
4. Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство): Национальный доклад / А.Л. Иванов, Г.С. Куст, Д.Н. Козлов и др. – М.: Издательство ГЕОС, 2018. – 357 с. – EDN KTUBLG.
5. *Головнин М.Ю.* Каналы воздействия пандемии COVID-19 на экономику России / М.Ю. Головнин, С.А. Никитина // *Вестник Института экономики Российской академии наук*. – 2020. – № 5. – С. 9–23. – DOI: 10.24411/2073–6487–2020–10053. – EDN AXDVAQ.
6. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0: Доклад к XXI Апрельской Международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества ВШЭ / Н.В. Орлова, Е.В. Серова, Д.В. Николаев

- и др. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2020. – 128 с. – EDN UBGSRN.
7. Компании ищут новые источники кормового белка. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://agronews.com/ru/ru/news/analytics/2019-01-02/33210> (дата обращения: 25.07.2022).
8. Меркантилизм: Сборник / Под ред., вступ. ст. И.С. Плотникова. – Ленинград: Соцэкгиз, Ленинградское отделение; Печатный двор, 1935 – (Библиотека истории экономической мысли).
9. Мигунов Р.А. Институциональная среда устойчивого экономического роста сельского хозяйства: Дис. ... канд. экон. наук. – Москва, 2018. – 194 с. – EDN URXKBQ.
10. Мигунов Р.А. Институциональные механизмы стабилизации агропродовольственной конъюнктуры на рынке зерна // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 10. – С. 64–69. – EDN ZSUXZN.
11. Мигунов Р.А. Институциональные преобразования сельского хозяйства РСФСР и их влияние на экономический рост отрасли (1950–1990 гг.) // Проблемы современной экономики. – 2016. – № 2 (58). – С. 227–231. – EDN WOOFBX.
12. Мигунов Р.А. Цифровые технологии в российском сельском хозяйстве // Нионовские чтения. – 2019. – № 24. – С. 362–363. – EDN EYCPPT.
13. Мировой индекс голода. Голод и конфликты: изменение продовольственных систем. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.welthungerhilfe.de/fileadmin/pictures/publications/de/studies-analysis/2021-welthunger-index-sperrfrist.pdf>, свободный (дата обращения: 25.07.2022).
14. Организация Объединенных Наций. Демографические изменения. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.un.org/ru/un75/shifting-demographics> (дата обращения: 25.07.2022).
15. Петриков А.В. Адаптация агропродовольственного сектора к постпандемической реальности // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2020. – Т. 223, № 3. – С. 99–105. – DOI: 10.38197/2072-2060-2020-223-3-99-105. – EDN RETTVV.
16. Прогноз научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие России, в период до 2030 года: М. / А.Г. Папцов, А.И. Алтухов, Н.И. Кашеваров и др. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2019. – 100 с. – EDN ZDSJET.
17. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Вспышка коронавирусной инфекции COVID-19. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fao.org/2019-ncov/ru/> (дата обращения: 25.07.2022).
18. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhxTrec694MaHr.pdf> (дата обращения: 10.09.2022).
19. Сельское хозяйство в России. – [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X\\_2021.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf) (дата обращения: 10.07.2022).
20. Статистические данные единой межведомственной информационно-статистической системы. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 22.07.2022).
21. Статистические данные Статистического отдела Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций (ФАО). – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 22.07.2022).

22. Тамбовцев В.Л. Основы институционального проектирования: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям / В.Л. Тамбовцев; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, экономический факультет. – М.: ИНФРА-М, 2009. – (Учебники экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова). – EDN QQWOLP.

23. Телегина Е.А. Санкции и торговые войны как индикаторы трансформации мирового хозяйства. Возможности для России / Е.А. Телегина, Г.О. Халова // Мировая экономика и международные отношения. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 13–20. – DOI: 10.20542/0131-2227-2019-63-2-13-20. – EDN ZAJCXR.

24. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/acts/files/1202007210012.pdf> (дата обращения: 17.07.2022).

25. Федеральная служба государственной статистики. Выборочное наблюдение рациона питания населения. – [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/food18/index.html](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/food18/index.html) (дата обращения: 25.07.2022).

## RESEARCH OF CHALLENGES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX AS THE BASIS OF STRATEGIC GOAL-SETTING OF THE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR

R.A. MIGUNOV, A.A. SYUTKINA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*Based on a systematic approach, the article examines the main macroeconomic global and national challenges in the development of the domestic agro-industrial complex that affect the sustainable development of the industry and the achievement of national development goals of the Russian Federation. It is shown that the identification of the main challenges facing the development of the domestic agro-industrial complex is the primary basis for developing goals for the strategic development of the agrarian sector. In the work, on the basis of a complex of sources, the main global challenges are identified: demographic growth and hunger; lack of resources within the framework of the existing AIC3.0 model; ethical restrictions and risks; growing threats of the spread of dangerous infectious diseases; natural and climatic changes; external geopolitical and sanctions pressure. National barriers are also identified: lagging behind developed countries in the process of transition to a new technological order; import dependence in the context of growing external restrictions and challenges for Russia; food waste and product losses at the storage, processing and logistics stages; value restrictions; socio-physiological factors. Responses to these challenges and limitations are the basis a new model of economic development of the Russian agro-industrial complex.*

**Key words:** macroeconomic policy, challenges, barriers, institutions, agriculture, agro-industrial complex, strategic planning

### References

1. Wiltshire A.J., Kay G., Gornall J.L., Betts R.A. The impact of climate, CO<sub>2</sub> and population on regional food and water resources in the 2050s. Sustainability (Switzerland). 2013; 5(5): 2129–2151. DOI:10.3390/su5052129.

2. Gaysin R.S., Migunov R.A. Institutsional'nye mekhanizmy stabilizatsii tsen i dokhodov v sel'skom khozyaystve [Institutional mechanisms for stabilizing prices

- and incomes in agriculture]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2015; 12.: 49–54. EDN VECLSD (In Rus.)
3. *Gaysin R.S., Migunov R.A.* Razvitie institutov nesvyazannoy podderzhki dokhodov sel'khozproizvoditeley: opyt Germanii i uroki dlya Rossii [Development of institutions for unrelated support of agricultural producers' income: the experience of Germany and lessons for Russia]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2017; 10: 2–10. EDN ZMZLYH (In Rus.)
4. *Ivanov A.L., Kust G.S., Kozlov D.N. et al.* Global'niy klimat i pochvenniy pokrov Rossii: otsenka riskov i ekologo-ekonomicheskikh posledstviy degradatsii zemel'. Adaptivnye sistemy i tekhnologii ratsional'nogo prirodopol'zovaniya (sel'skoe i lesnoe khozyaystvo): Natsional'niy doklad [Global climate and soil cover in Russia: risk assessment and environmental and economic consequences of land degradation. Adaptive systems and technologies of rational nature management (agriculture and forestry): National report]. Moscow: Izdatel'stvo GEOS. 2018: 357. ISBN978–5–89118–762–2. EDN KTU-BLG (In Rus.)
5. *Golovnin M.Yu., Nikitina S.A.* Kanaly vozdeystviya pandemii COVID-19 na ekonomiku Rossii [Channels of the impact of the COVID-19 pandemic on the Russian economy]. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk*. 2020; 5: 9–23. DOI: 10.24411/2073–6487–2020–10053. EDN AXDVAQ (In Rus.)
6. *Orlova N.V., Serova E.V., Nikolaev D.V. et al.* Innovatsionnoe razvitie agropro-myshlennogo kompleksa v Rossii. Agriculture 4.0: Doklad k XXI Aprel'skoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva VSHE [Innovative development of the agro-industrial complex in Russia. Agriculture 4.0: Report to the XXI April International Scientific Conference on the Problems of Economic and Social Development of the Higher School of Economics]. Moscow: Natsional'niy issledovatel'skiy universitet "Vysshaya shkola ekonomiki". 2020: 128. ISBN978–5–7598–2178–6. EDN UBGSRN (In Rus.)
7. Kompanii ishchut novye istochniki kormovogo belka [Companies are looking for new sources of feed protein]. [Electronic resource]. URL: <https://agronews.com/ru/ru/news/analytics/2019–01–02/33210> (Access date: 25.07.2022). (In Rus.)
8. Merkantilizm [Mercantilism]. Ed. and with introductory article by Plotnikov I.S. Leningrad: Sotsekgiz. 1935: 340. (In Rus.)
9. *Migunov R.A.* Institutsional'naya sreda ustoychivogo ekonomicheskogo rosta sel'skogo khozyaystva: spetsial'nost' 08.00.01 "Ekonomicheskaya teoriya": dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk [Institutional environment for sustainable economic growth in agriculture: PhD (Econ) thesis]. Moscow. 2018: 194. EDN URXKBQ (In Rus.)
10. *Migunov R.A.* Institutsional'nye mekhanizmy stabilizatsii agroproduktov'stvennoy kon'yunktury na rynke zerna [Institutional mechanisms for stabilizing the agro-food situation in the grain market]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2017; 10: 64–69. EDN ZSUXZN (In Rus.)
11. *Migunov R.A.* Institutsional'nye preobrazovaniya sel'skogo khozyaystva RSFSR i ikh vliyanie na ekonomicheskii rost otrasli (1950–1990 gg.) [Institutional transformations of agriculture in the RSFSR and their impact on the economic growth of the industry]. *Problemy sovremennoy ekonomiki*. 2016; 2(58): 227–231. EDN WOOFBX (In Rus.)
12. *Migunov R.A.* Tsifrovye tekhnologii v rossiyskom sel'skom khozyaystve [Digital technologies in Russian agriculture]. *Nikonovskie chteniya*. 2019; 24: 362–363. EDN EYCPPT (In Rus.)
13. Mirovoy indeks goloda. Golod i konflikty: izmenenie prodovol'stvennykh system [World Hunger Index. Hunger and conflict: changing food systems]. [Electronic

- resource]. URL: <https://www.welthungerhilfe.de/fileadmin/pictures/publications/de/studies-analysis/2021-welthunger-index-sperrfrist.pdf> (Access date: 25.07.2022). (In Rus.)
14. Organizatsiya Ob"yedinonnykh Natsiy. Demograficheskie izmeneniya [United Nations. Demographic changes]. [Electronic resource]. URL: <https://www.un.org/ru/un75/shifting-demographics>, (Access date: 25.07.2022). (In Rus.)
15. *Petrikov A.V.* Adaptatsiya agroproduktivnogo sektora k postpandemicheskoy real'nosti [Adaptation of the agro-food sector to the post-pandemic reality]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii*. 2020; 223; 3: 99–105. DOI: 10.38197/2072–2060–2020–223–3–99–105. EDN RETTVV (In Rus.)
16. *Paptsov A.G., Altukhov A.I., Kashevarov N.I. et al.* Prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya otrasli rasteniyevodstva, vklyuchaya semenovodstvo i organicheskoe zemledelie Rossii, v period do 2030 goda [Forecast of scientific and technological development of the crop industry, including seed production and organic farming in Russia, in the period up to 2030]. Novosibirsk: Novosibirskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet. 2019: 100. ISBN978–5–94477–243–5. EDN ZDSJET (In Rus.)
17. Produktivnaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya Ob"yedinonnykh Natsiy. Vspyshka koronavirusnoy infektsii COVID-19 [Food and Agriculture Organization of the United Nations. Outbreak of coronavirus infection COVID-19]. [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/2019-ncov/ru/>, (Access date: 25.05.2022). (In Rus.)
18. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 8 sentyabrya 2022 g. № 2567-r "Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda" [Decree of the Government of the Russian Federation dated September 8, 2022 No. 2567-r "Strategy for the development of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period up to 2030"]. [Electronic resource]. URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhxTrec694MaHp.pdf> (Access date: 10.09.2022). (In Rus.)
19. Sel'skoe khozyaystvo v Rossii [Agriculture in Russia]. [Electronic resource]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X\\_2021.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf), (Access date: 10.07.2022). (In Rus.)
20. Statisticheskie dannye yedinoj mezhvedomstvennoy informatsionno-statisticheskoy sistemy [Statistical data of a unified interdepartmental information and statistical system]. [Electronic resource]. URL: [www.fedstat.ru](http://www.fedstat.ru), (Access date: 22.07.2022). (In Rus.)
21. Statisticheskie dannye Statisticheskogo otdela Produkov i sel'skokhozyaystvennoy organizatsii Ob"yedinonnykh natsiy (FAO) [Statistics from the Statistics Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)]. [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>, (Access date: 22.07.2022). (In Rus.)
22. *Tambovtsev V.L.* Osnovy institutsional'nogo proektirovaniya: uchebnoe posobie: dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po ekonomicheskim spetsial'nostyam. Moskovskiy gos. un-t im. M.V. Lomonosova, Ekonomicheskii fak.. [Fundamentals of institutional design: textbook: for students of higher educational institutions studying in economic specialties. Moscow state university named after M.V. Lomonosov, Faculty of Economics]. Moscow: INFRA-M, 2009. ISBN978–5–16–002044–0. EDN QQWOLF (In Rus.)
23. *Telegina E.A., Khalova G O.* Sanktsii i torgovye voyny kak indikatory transformatsii mirovogo khozyaystva. Vozmozhnosti dlya Rossii []. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*. 2019; 63; 2: 13–20. DOI: 10.20542/0131–2227–2019–63–2–13–20. EDN ZAJCXR (In Rus.)
24. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii "O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda" [Decree of the President of the Russian Federation "On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030"]. [Elec-

tronic resource]. URL: <http://static.government.ru/media/acts/files/1202007210012.pdf> (Access date: 17.07.2022). (In Rus.)

25. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Vyborochnoe nablyudenie ratsiona pitaniya naseleniya [Federal State Statistics Service. Selective observation of the diet of the population]. [Electronic resource]. URL: [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/food18/index.html](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/food18/index.html) (Access date: 25.07.2022). (In Rus.)

**Мигунов Ришат Анатольевич**, доцент кафедры политической экономики и мировой экономики, канд. экон. наук, PhD MSU, ФГОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: [migunov@rgau-msha.ru](mailto:migunov@rgau-msha.ru); тел.: (499) 976–07–48).

**Сюткина Анастасия Анатольевна**, специалист ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: [a.sytkina@rgau-msha.ru](mailto:a.sytkina@rgau-msha.ru); тел.: (499) 977–92–21).

**Rishat A. Migunov**, PhD (Econ), PhD MSU, Associate Professor, the Department of Political Economy and World Economy, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127434, the Russian Federation; phone: (499) 976–07–48; E-mail: [migunov@rgau-msha.ru](mailto:migunov@rgau-msha.ru)).

**Anastasia A. Syutkina**, specialist, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127434, the Russian Federation; phone: (499) 977–92–21; E-mail: [a.sytkina@rgau-msha.ru](mailto:a.sytkina@rgau-msha.ru)).

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ ТИМИРЯЗЕВКИ:  
СТАНОВЛЕНИЕ, НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
И НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ (К 100-ЛЕТИЮ ИНСТИТУТА ЭКОНОМИКИ  
И УПРАВЛЕНИЯ АПК)<sup>1</sup>

В.Т. ВОДЯННИКОВ, Р.С. ГАЙСИН

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Статья посвящена научным школам экономического факультета, ныне Института экономики и управления АПК РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, сформировавшимся за 100-летний период работы факультета в стенах Тимирязевки. Проанализированы научные направления и периоды развития каждой школы и их значимые разработки. Представлены теоретические и прикладные разработки ведущих ученых экономического факультета по развитию аграрного сектора экономики страны в рамках научных школ. Установлено, что эффективная деятельность научной школы возможна лишь при условии продуктивно работающей кафедры – основного звена факультета.*

**Ключевые слова:** Тимирязевская академия, история, экономика.

В деятельности Тимирязевки важной является роль экономического факультета, сформированного 9 октября 1922 г. путем преобразования Коллегией Главпрофобра РСФСР экономического отделения Петровской сельскохозяйственной академии. Изначально он назывался факультетом сельскохозяйственной экономики и политики и стал одним из старейших в России, признанным лидером в области подготовки высококвалифицированных специалистов по экономике и управлению АПК.

За 100-летний период деятельности экономического факультета, а с 2018 г. – Института экономики и управления АПК, в Тимирязевке сформировались экономические научные школы, в рамках которых проводят свои исследования аспиранты, докторанты и соискатели. Анализ исторической эволюции Политэкономической научной школы Петровской (Тимирязевской) академии за период с 1865 г. по настоящее время свидетельствует о том, сколь значимой является роль личности ученого, занимающего должность заведующего кафедрой политической экономики. Каждый из профессоров, от М.П. Щепкина до профессоров XXI в., оставил заметный след в истории кафедры и академии, в развитии политической экономики как науки и как учебной дисциплины. При этом каждый из них был не только ученым. Это были выдающиеся личности, общественно-политические деятели, известные не только в научных кругах, но и в сфере государственной, политической жизни страны. Это указывает на то, что процесс подготовки и подбора профессорских кадров на кафедру является весьма важным [1, 2]. Так, следует отметить, что Степан Михайлович

---

<sup>1</sup> Статья является продолжением статьи Гайсин Р.С., Водянников В.Т. «Экономическая наука и образование в Тимирязевке: кафедры, профессора, научные школы (к 100-летию Института экономики и управления АПК)», опубликованной в номере 3–2022 журнала.

Путятю сформировал ключевые направления научно-образовательной деятельности кафедры политической экономии для переходного периода от капитализма к социализму. При развитии политэкономической научной школы академии этим учеными особое внимание уделялось исследованию проблем становления социалистической экономики, которые опубликованы в таких работах, как «Социалистическое расширенное воспроизводство», «Общественный труд при социализме», «Основные черты переходного периода от капитализма к социализму» и др. (всего свыше 50 работ).

В послевоенный период развития кафедры политической экономии на здесь работали участники Великой Отечественной войны А.Г. Шмаков и И.А. Черкасов, профессора Ф.С. Крохалев, Г.А. Козлов, Р.С. Левина, Н.С. Назимов, Н.М. Слатин, И.И. Порошков, П.П. Плешков, О.В. Скрипкина, Е.А. Александровская, С.Г. Филаткина, А.С. Иванов, А.В. Пошатаев, О.И. Кирюшин, Б.Д. Никандрин, И.С. Рыбаков, Н.И. Фролкин, В.Г. Кучкин и др. В этот период особый вклад в развитие политэкономической школы академии внесли профессор Федор Сергеевич Крохалев, Александр Григорьевич Шмаков, Александр Серафимович Иванов.

На современном этапе кафедра, развивая наследие научной школы Н.Д. Кондратьева по большим циклам экономической конъюнктуры, проводит исследования по направлению «Закономерности и особенности циклического развития конъюнктуры агропродовольственного рынка». По данной тематике изданы такие научные работы, как монографии [1, 2].

Методологической основой авторской (профессора Р.С. Гайсина) теории циклических волн в развитии агропродовольственного рынка в долгосрочном периоде, а также авторской трактовки марксистской теории абсолютной ренты послужила концепция соотносительной стоимости и синтеза классической и неоклассической теорий ценности. Данная концепция была разработана Р.С. Гайсиным в 1990-е гг., в дальнейшем развита и опубликована в ряде научных статей. По результатам исследований проблем циклического развития конъюнктуры агропродовольственного рынка кафедра проводит научные конференции, семинары, курсы повышения научной и учебно-методической квалификации преподавателей экономической теории, участвует в работе докторских диссертационных советов в МГУ имени М.В. Ломоносова, в Финансовом университете при Правительстве РФ.

Подчеркнем, что кафедра в течение всей своей более чем 150-летней истории имеет название «Политическая экономия», храня и приумножая традиции и богатство этой науки, имеющей более чем полуторовековую историю. Коллектив кафедры продолжает развивать основные научные, образовательные направления деятельности, которые были сформированы в рамках политэкономической школы Петровской академии предыдущими поколениями профессоров и преподавателей. Методологические и методические разработки сложившейся научно-педагогической школы кафедры вносят существенный вклад в экономическую теорию и практику, направлены на исследование актуальных проблем аграрного сектора экономики, решение актуальных теоретико-методологических и практических задач экономического регулирования макроэкономических межотраслевых и межрегиональных отношений, повышение эффективности отраслей АПК.

Научная школа сельскохозяйственной статистики основана в 1885 г. на основании решения Совета академии о выделении сельскохозяйственной статистики в самостоятельный курс. Для его преподавания был приглашен магистр сельского хозяйства *Алексей Федорович Фортунатов*. Впоследствии выдающийся ученый и педагог работал в академии с 1879 г. до конца своей жизни (с перерывом с 1894 по 1902 гг.). Он считал статистику «цементом» идей науки [2, 3].

В 1928–1948 гг. кафедрой статистики заведовал выдающийся ученый с мировым именем – академик АН СССР *Василий Сергеевич Немчинов*, внесший значительный вклад в развитие теории и практики статистики в стране и в создание сельскохозяйственной

статистики. Он расширил курс статистики вариационной (математической) статистикой. На экономическом факультете объем статистических дисциплин был в три раза больше и включал в себя два самостоятельных курса: сельскохозяйственную статистику и общую статистику. Такая структура подготовки сохранилась и до настоящего времени.

Ученик В.С. Немчинова академик ВАСХНИЛ *Сергей Степанович Сергеев* (заведующий кафедрой с 1956 по 1989 Гг.) внес ключевой вклад в развитие экономико-статистических исследований аграрного сектора экономики страны, в теорию статистики. Продолжил начинания ученик С.С. Сергеева – член-корреспондент РАН *Алексей Павлович Зинченко*, который предложил новые научно-методические подходы к статическому исследованию аграрной отрасли в условиях реформирования экономики. На кафедре он работает с 1961 г, в том числе в 1990–2007 гг. – ее заведующим, а в настоящее время трудится в должности профессора.

Ученики и последователи В.С. Немчинова, С.С. Сергеева и А.П. Зинченко демонстрировали уровень развития статистической методологии, экономики и общества своего времени [2, 3].

Научную школу представлял отрядом ученых. Среди них члены-корреспонденты ВАСХНИЛ А.И. Тулупников, А.М. Гатаулин, А.П. Зинченко, А.И. Мамедов; профессора Н.К. Дружинин, В.А. Тяпкин, Д.Н. Письменная, В.С. Филимонов, Н.И. Пыжикова и др.; доценты И.Д. Политова, А.Т. Мармоза, Т.Ф. Хромова, Е.В. Шайкина и др.; кандидаты экономических наук, профессора и доценты, работающие в настоящее время на кафедре, – А.Е. Шибалкин, А.В. Уколова, О.Б. Тарасова, Ю.Н. Романцева, А.Е. Харитоновна, М.В. Кагирова и др.

С учетом современной государственной политики в области высшего образования перед научной школой сельскохозяйственной статистики поставлены новые задачи по активизации научно-исследовательской работы преподавателей, аспирантов и студентов, интеграции ученых кафедры и результатов их исследований в международное научное сообщество и др.

Формирование научной школы отраслевой экономики и агропромышленной интеграции основывалось на научном направлении кафедры «Сельскохозяйственная экономия», где первыми крупными исследователями были М.В. Неручев, А.П. Людоговский, А.Н. Шишкин, К.А. Вернер, А.В. Чайанов. В этот период исследования велись по вопросам развития крестьянских хозяйств, землеустройства, по кооперативному движению. Большой вклад в развитие данной проблематики внес академик РАСХН *В.А. Добрынин*, руководивший этим научным направлением как декан факультета и заведующий кафедрой. В своих исследованиях он особое внимание уделял интенсификации отраслей животноводства, внутриотраслевому разделению труда в молочном скотоводстве, научно-техническому прогрессу в отрасли. Значительный вклад в разработку проблемы повышения экономической эффективности молочного скотоводства внес доктор экономических наук, профессор *П.П. Дунаев*.

С переходом к рыночным отношениям существенно изменилась тематика научных исследований. В 90-е гг. проводились научные исследования по актуальным проблемам развития экономики сельского хозяйства в рыночных условиях. Основными их направлениями стали формирование и эффективное функционирование рынка сельскохозяйственной продукции и рыночных отношений в целом и по отдельным видам продукции и ресурсов. Создана научно-исследовательская лаборатория «Исследование аграрных рынков и рыночных отношений», которой руководит доктор экономических наук, профессор *Н.Я. Коваленко*.

Наряду с большой учебно-методической и педагогической работой профессорско-преподавательский состав кафедры осуществлял плодотворную научно-исследовательскую деятельность, вносил существенный вклад в решение научных и производственных

задач современного аграрного сектора экономики, связанных с вопросами повышения интенсификации агропромышленного производства – в частности, повышения рентабельности регионального плодоовощного подкомплекса, развития кооперации и интеграции в плодоовощном хозяйстве, функционирования рынка плодоовощной продукции (профессор *Ю.И. Агирбов*). Это и научные разработки по повышению эффективности производства в отдельных отраслях сельского хозяйства (молочное и мясное скотоводство, пчеловодство и др.), инновационное развитие аграрной экономики на основе модернизации производства и развития кооперации, совершенствование аграрной реформы, повышение продовольственной безопасности (профессор *Р.Г. Ахметов*); научные разработки в области экономико-экологического сельскохозяйственного производства (профессор *С.А. Скачкова*); научные исследования в области экономики недвижимости, по совершенствованию оценки собственности, кооперации и агропромышленной интеграции (профессор *Г.А. Петранева*); разработки по совершенствованию организационно-экономического механизма повышения экономической эффективности производства и реализации продукции животноводства в рыночных условиях (профессор *В.С. Сорокин*); научные разработки по совершенствованию воспроизводства материально-технической базы предприятий агропромышленного комплекса, повышению эффективности и инвестиционной привлекательности аграрного производства (доктор экономических наук *Ю.В. Чутчева*). Особое внимание в научных исследованиях профессорско-преподавательского состава этой научной школы в настоящее время уделяется проблемам повышения конкурентоспособности сельского хозяйства на основе модернизации и инновационного развития АПК [2, 3].

Научно обоснованная организация бухгалтерского учета и контроля в сельском хозяйстве, как и научная школа бухгалтерского учета, сложилась на кафедре бухгалтерского учета РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. У ее истоков стоял *Александр Михайлович Галаган* – ученик крупного теоретика и педагога А.П. Рудановского, яркий представитель русской и советской бухгалтерской мысли, выдающийся ученый в области бухгалтерского учета. С 1921 по 1928 гг. А.М. Галаган заведовал кафедрой бухгалтерского учета в Петровской сельскохозяйственной академии (с декабря 1923 г – Сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева).

Развивая теоретические построения бухгалтерского учета в условиях рыночных отношений, разработка которых интенсивно велась на рубеже конца XIX – начала XX вв. рядом представителей итальянской, французской и немецкой школ, А.М. Галаган, опираясь на эти идеи в своих работах, выдвинул в качестве одной из разновидностей экономического направления теории свое учение о единичном хозяйстве [3].

Работы *Ивана Михайловича Прокофьева* имели большое значение для дальнейшего развития теории и практики сельскохозяйственного учета. В них отмечались пути установления связей с планированием, уделялось особое внимание научным методам учета, разработке теоретических вопросов издержек производства на основе теории трудовой стоимости К. Маркса. Являясь преемником и продолжателем Московской научной бухгалтерской школы, созданной профессором А.М. Галаганом, И.М. Прокофьев внес значительный вклад в развитие основ бухгалтерского учета и калькуляционного дела для государственных сельскохозяйственных предприятий нашей страны.

В современных условиях серьезных успехов в повышении эффективности и конкурентоспособности организации АПК можно достичь только системным подходом к организации учета и управлению себестоимостью, объединяющим как меры государственного регулирования, так корпоративного и внутреннего управления. В рамках научной школы бухгалтерского учета Тимирязевки сформировался единый подход к организации бухгалтерского учета в хозяйствующих субъектах.

Определенный вклад в развитие методологии и организации бухгалтерского учета и контроля в АПК внесли профессора кафедры Н.Г. Белов и М.Я. Штейнман [3].

На современном этапе руководителем школы является доктор экономических наук, профессор Л.И. Хоружий. Ее научные исследования посвящены комплексному подходу к решению ряда новых приоритетных теоретико-методологических и прикладных проблем реформирования системы бухгалтерского учета и отчетности в аграрной сфере экономики России – таких, как формирование и функционирование эффективной системы управленческого учета в сельском хозяйстве, адекватной современным условиям рыночной среды, для принятия наиболее оптимальных управленческих решений; разработка новой, научно-обоснованной методики обособленного учета биологических активов и результатов их биотрансформации, стоимостной оценки биологических активов по справедливой стоимости и введения этой учетной категории в отечественную практику бухгалтерского учета сельскохозяйственных организаций; разработка методологии организации и проведения аудиторских проверок в АПК; совершенствование методологии финансовой и управленческой отчетности как основы формирования интегрированной отчетности сельскохозяйственных организаций.

Многие положения работ ученых научной школы бухгалтерского учета использованы при подготовке учебников и учебных пособий для системы среднего, высшего и дополнительного профессионального образования. Так, профессора Л.И. Хоружий, Н.Г. Белов, В.Э. Керимов, Н.Н. Карзаева, А.И. Павлычев, Р.В. Костина, доценты Л.В. Постникова, И.В. Харчева, М.А. Шадрина, К.А. Нурбагандова, Л.А. Ефимова, В.М. Ромадикова, Т.Н. Гупалова, Ю.Н. Катков, Т.Н. Слепнева и другие являются авторами и соавторами многочисленных учебников и учебных пособий [3]. Разработаны и апробированы бакалаврские и магистерские программы по учетно-финансовому профилю в сельском хозяйстве, открыты новые направления подготовки рыночных специалистов для села в сфере финансово-кредитных и налоговых консультантов. Научная школа бухгалтерского учета Тимирязевки находится в активной стадии своего развития, вносит весомый вклад в устойчивое развитие агропромышленного комплекса страны, в развитие экономического образования бухгалтерской профессии.

Вопросы организации производства имеют большое значение с позиции науки и практики, что в свою очередь играет важную роль в зарождении и развитии организационно-производственной научной школы. Для сельского хозяйства нашей страны организационные факторы были и остаются основными источниками экономического роста. Начиная со второй половины XVIII столетия в этом отношении четко прослеживаются эволюционные процессы, то есть постепенное непрерывное развитие аграрной экономики в России и деятельность тех выдающихся ученых, которые способствовали научному, диалектическому развитию этой науки и области знаний.

Отечественная агроэкономическая наука стала развиваться и пополняться благодаря трудам выдающихся ученых А.В. Чайнова, Н.Д. Кондратьева, А.Н. Челинцева и др. Решение аграрной проблемы они видели в развитии крестьянского хозяйства как товаропроизводителя, собственника средств производства, полученной продукции и созданного дохода. Эффективность аграрного сектора, по мнению этих ученых, определялась в значительной мере применяемыми формами организации производства [3].

*Самуил Георгиевич Колеснев* – крупный ученый, академик ВАСХНИЛ, общественный деятель, педагог. Неоценимая заслуга Самуила Георгиевича заключается в том, что он сумел подготовить и воспитать большую плеяду своих учеников, экономистов-аграрников – докторов и кандидатов экономических наук и специалистов сельскохозяйственного производства. Многие из его учеников стали видными учеными, известными руководителями, специалистами предприятий, органов управления АПК, в том числе министерств и ведомств. Он создал научную школу, которую его ученики обогатили теоретическими изысканиями, методологическими и методическими подходами и практическими разработками, направленными на повышение

продуктивности сельскохозяйственного производства. Следует выделить несколько направлений этой научной школы [3].

Важным направлением школы стала разработка научно-практических основ реализации в производстве рациональной организации трудовых коллективов и их труда, технологических процессов, нормирования и оплаты труда. К представителям этого направления следует отнести чл.-корреспондента РАСХН, доктора экономических наук, профессора Юрия Тарасовича Бузилова, чл.-корреспондента РАСХН, доктора экономических наук, профессора Ивана Никифоровича Буробкина, доктора экономических наук, профессора Михаила Николаевича Громова и др.

В научных трудах Ю.Т. Бузилова, И.Н. Буробкина, М.И. Синюкова, М.Н. Громова, М.П. Тушканова, С.И. Грядова дальнейшее развитие нашли научные разработки С.Г. Колеснева относительно научной организации труда, методологии исследования по данному направлению, проектирования и внедрения научной организации труда на сельскохозяйственных предприятиях.

Второе важное направление школы С.Г. Колеснева, нашедшее свое дальнейшее развитие, связано с разработкой теоретико-методических рекомендаций по организации оплаты труда и материального стимулирования работников, внутрихозяйственным экономическим отношениям при хозрасчете на сельскохозяйственных предприятиях. Значительный вклад в разработку аспектов научной школы С.Г. Колеснева внесли научные труды таких ученых, как доктор экономических наук, профессор М.Н. Громов; доктор экономических наук, профессор Н.Г. Тарасов; доктор экономических наук, профессор М.П. Тушканов; доктор экономических наук, профессор Ф.К. Шакиров; доктор экономических наук, профессор В.М. Старченко; доктор экономических наук, профессор Ю.Н. Шумаков; доктор экономических наук, профессор В.И. Ерёмин; доктор экономических наук, профессор А.В. Линевиц и др.

Третьим направлением данной научной школы, получившим дальнейшее развитие в научных изысканиях и учебно-методическом процессе, стала разработка и реализация теоретических и методических положений, практических рекомендаций по обоснованию потребности в основных производственных фондах, формированию и эффективному применению технических средств в сельскохозяйственном производстве, обоснованию направлений ускорения научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. На это были направлены ключевые научные исследования таких ученых, как доктор экономических наук, профессор, академик ВАСХНИЛ, Герой Социалистического Труда *М.И. Синюков*; доктор экономических наук, профессор *В.М. Обуховский*; доктор экономических наук, профессор *И.П. Моисеенков* и др.

Четвертым направлением научной школы следует считать развитие учения С.Г. Колеснева о специализации сельскохозяйственного производства, сочетании и организации аграрных отраслей в хозяйствах. Этим важным вопросам посвятили свои научные исследования доктор экономических наук, профессор И.Ф. Горбач; кандидат экономических наук, профессор М.А. Никифоров; доктор экономических наук, профессор М.П. Василенко; доктор экономических наук, профессор С.И. Грядов; кандидаты экономических наук, профессора А.К. Пастухов, Л.Д. Черевко; и др.

Пятое направление научной школы С.Г. Колеснева связано с разработкой методики анализа хозяйственной деятельности, перспективных и текущих планов деятельности сельскохозяйственных предприятий. К этому направлению следует отнести научные труды П.А. Грандицкого, М.А. Никифорова, И.А. Смирнова, А.Д. Сальковой, В.Н. Солоповой, Л.Д. Черевко и др., учебно-методические разработки которых имели и имеют важное значение при подготовке квалифицированных кадров для АПК.

Организационно-производственная научная школа продолжает развиваться в научных трудах экономистов-аграрников. Публикации, научные труды соратников

и учеников С.Г. Колеснева служат основой для разработки вышеуказанных направлений с учетом уточнений и изменений природных и экономических условий, интеграции отдельных отраслей, мирового опыта в технологиях и организации производства, развития общества в целом. Это еще более подчеркивает значимость академика С.Г. Колеснева в совершенствовании теории организации аграрного производства.

Направление экономической науки применительно к инженерно-технической сфере села, зарождение, становление и развитие инженерно-экономической науки неразрывно связано с историей бывшего Московского государственного агроинженерного университета имени В.П. Горячкина (МГАУ) [4, 5].

Истоки инженерно-экономической науки и образования связаны с созданием в 1932 г. и с последующим развитием в МГАУ кафедры организации социалистических сельскохозяйственных предприятий (впоследствии – как кафедра экономики и организации производства на предприятиях АПК). Здесь в работали выдающиеся ученые и педагоги – такие, как доктор технических наук, профессор Г.В. Веденяпин; академик ВАСХНИЛ, доктор технических наук, профессор Б.С. Свирщевский; академик ВАСХНИЛ, профессор Г.М. Лоза; доктор экономических наук, профессор Н.С. Власов; доктор экономических наук, профессор В.С. Антошкевич; доктор экономических наук, профессор М.И. Горячкин; доктор экономических наук, профессор А.Г. Белозерцев; доктор экономических наук, профессор Ю.Н. Попов; доктор экономических наук, профессор Г.Г. Косачев; чл.-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор Е.Г. Лысенко; академик РАН, доктор экономических наук, профессор Ю.А. Конкин; доктор экономических наук, профессор А.Ф. Пацкалев; доктор экономических наук, профессор Н.Е. Зимин; кандидат экономических наук, доцент В.И. Калинин; кандидат экономических наук, профессор В.И. Осин; кандидат экономических наук, доцент В.Т. Гришин; доктор технических наук, профессор Н.Н. Сырых; кандидат экономических наук, доцент Э.Т. Маслова; кандидат экономических наук, профессор А.И. Лысюк; доктор экономических наук, профессор В.Т. Водяников; кандидат экономических наук, профессор П.П. Сорокин; кандидат экономических наук, профессор В.А. Тулупникова и др. Кафедра внесла весомый вклад в науку по проблеме совершенствования методики и методов экономической оценки технических средств, сформировала современное направление в научном исследовании на рубеже инженерных и экономических проблем воспроизводства сельскохозяйственной техники, выполнила научные исследования по экономике и организации сельской энергетики. Однако становление и фундаментальное научно-методическое развитие инженерно-экономической научной школы обеспечил доктор экономических наук, профессор *Николай Степанович Власов*, который возглавлял кафедру с 1943 по 1975 гг. [4, 5].

Частичное и полное воспроизводство сельскохозяйственной техники в значительной степени связано с уровнем совершенства вновь создаваемых и находящихся в сфере эксплуатации технических средств, а также совершенства технологии восстановления их рабочих характеристик в течение всего жизненного цикла. Достижения научно-технического прогресса стимулируют совершенствование техники, что сужает сферу технического сервиса и сокращает объем ремонтных воздействий на технические средства. В это связи следует согласиться с заключением академика РАН Ю.А. Конкина о том, что технический сервис – мера вынужденная, дорогостоящая и обременительная; ее перспектива ограничена, так как сельхозмашиностроение развивается в направлении создания техники, требующей как можно меньше затрат ресурсов на поддержание ее в работоспособном состоянии в течение всего жизненного цикла.

Исследования доктора экономических наук, профессора В.Т. Водяникова охватывают проблемы обоснования теоретических, методологических и прикладных основ организационно-экономического механизма реализации биоэнергетического потенциала аграрного сектора экономики; совершенствования структуры

и экономического механизма функционирования электроэнергетической службы АПК в рыночных условиях; обоснования перспективных производственных систем сервисных инженерно-технических служб по социальному и инженерному обустройству сельских территорий; экономической оценки и разработки направлений повышения эффективности сельской электроэнергетики в современных условиях; совершенствования методов экономической оценки систем энергоснабжения, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства.

Ученые инженерно-экономической научной школы внесли и вносят значительный вклад в развитие как экономической науки, так и аграрного высшего образования. Многие их разработки нашли практическое применение в инженерно-технической сфере агропромышленного производства [4, 5].

Научная школа, созданная при кафедре экономической кибернетики Тимирязевки чл.-корреспондентом РАН А.М. Гатаулиным, – это научная школа экономико-математических методов, моделирования, информационных систем и технологий. Школа базируется на идеях кибернетики и методологии системного подхода, являясь органическим синтезом ряда наук и включая в себя такие фундаментальные научные дисциплины, как теория систем и системный анализ, математическое программирование, теория моделирования и прогнозирования, теория информации и принятия решений. Системность научных исследований по прикладному экономико-математическому моделированию, проводимых членами научной школы, обеспечивается, во-первых, охватом всей совокупности актуальных проблем продуктовых подкомплексов АПК, во-вторых – применением в научных исследованиях прогрессивных экономико-математических методов и инструментальных средств, в-третьих – комплексной унификацией задач экономико-математического моделирования на уровне предприятий АПК. В ходе формирования научной школы на кафедре большое внимание уделялось информатизации и разработке автоматизированных информационных систем и технологий, что нашло свое отражение в защищенных докторских диссертациях Б.В. Лукьянова, А.А. Землянского, Г.Е. Брикача, С.А. Аристова, Д.А. Тамбиевой, в кандидатских диссертациях О.Т. Ольховой, Г.И. Юрьевой и др. [3].

Традиции, заложенные профессором А.М. Гатаулиным, сохраняются по сегодняшний день. На кафедре прикладной информатики, как преемнице кафедры экономической кибернетики, проблемами системного анализа занимаются его ученики: доктор экономических наук, профессор Н.М. Светлов; кандидат экономических наук, доцент А.В. Бабкина; кандидат экономических наук, доцент О.С. Пучкова.

Традиции кружка по системному анализу были продолжены преподавателями группы «Информационные системы и технологии в экономике и менеджменте» – кандидатом экономических наук, доцентом К.В. Чернышевой и кандидатом экономических наук, доцентом С.И. Афанасьевой, организовавшими одноименный студенческий кружок. Заведующий кафедрой прикладной информатики доктор экономических наук, профессор Е.В. Худякова, а также ученица А.М. Гатаулина, выпускница кафедры экономической кибернетики, продолжают традиции методологических семинаров, приглашая на кафедру как известных ученых, так и представителей бизнес-сообществ.

Отдельные научные исследования, непосредственно или косвенно связанные с управлением сельским хозяйством и формированием управленческой научной школы, проводились с самого начала формирования аграрной экономической науки в Тимирязевке и в России. К числу основателей и активных участников развития этого направления относятся всемирно известные ученые А.Ф. Фортунатов, А.П. Людоговский, А.Н. Шишкин, И.И. Иванюков, Н.Д. Кондратьев, А.В. Чаянов, А.Н. Челинцев, А.Г. Дояренко и др. В конце XIX – начале XX вв. они исследовали проблемы научно обоснования решений в области землеустройства, развития сельскохозяйственной кооперации, интенсификации производства за счет внедрения новых технологий,

организации сельского консультирования (общественной агрономии), формирования государственной экономической и социальной политики, направленной на развитие крестьянских хозяйств, сельских общин и отрасли в целом [2, 3].

С переходом к политике принудительной коллективизации и обобществления средств производства научно-организационная школа существенно изменила направление исследований в сторону обследования новых форм сельскохозяйственных предприятий: колхозов, совхозов, МТС. Предметом научных исследований этого периода стали специализация и концентрация сельскохозяйственного производства, повышение производительности труда, перспективное планирование производства, прогрессивные формы оплаты труда, интеграция сельскохозяйственного и промышленного производства, организация хозяйственного расчета. Несмотря на то, что опыт научных исследований проблем управления уже был накоплен предыдущей деятельностью ученых Тимирязевки (А.А. Мануйлов, С.Г. Колеснев, Г.М. Лоза, С.С. Сергеев, М.И. Синюков, М.Н. Громов, В.А. Добрынин, Ю.Т. Бузилов, Г.И. Будылкин, А.М. Гатаулин, А.П. Зинченко, К.П. Личко) [2, 3], самостоятельная научная школа сформировалась лишь с созданием кафедры управления сельскохозяйственным производством в 1967 г. Новые научные исследования опирались на теорию организации управления сельскохозяйственными предприятиями, накопленный в стране и за рубежом опыт оперативного управления сельскохозяйственным производством, управления персоналом сельхозпредприятий. В рамках этого направления исследовались актуальные проблемы совершенствования организационного и экономического механизма управления сельским хозяйством и агропромышленным комплексом на разных уровнях системы в соответствии с современными задачами, разрабатывались рекомендации по совершенствованию структур управления в сельском хозяйстве и систем управления производством в АПК.

Возникновение и обострение глобальных мировых проблем (изменение климата, рост населения, недостаток воды и продовольствия, загрязнение окружающей среды и т.п.) и их влияние на качество жизни населения, а также на аграрный сектор экономики предполагают соответствующие изменения в направлениях перспективного развития науки, в том числе экономической и управленческой. Научное сообщество одним из основных путей решения этих проблем видит развитие нового направления экономического уклада – биоэкономики. Поиск адекватных инструментов и разработка специальных методов подготовки управленческих решений для развития инновационных направлений биоэкономики и их распространения – приоритетная тема будущих исследований управленческой научной школы Тимирязевки.

Начало формирования современной научной школы эколого-экономического направления было положено исследованиями в области экономики водного хозяйства еще в Тимирязевской академии в предвоенный период (1937–1939 гг.). Впервые читать одноименный курс был приглашен профессор Н.А. Розов, работавший тогда во ВНИИГиМе. С 1939 г. исследования продолжил доцент, потом профессор, доктор сельскохозяйственных наук Д.Т. Зузик, приглашенный из Ленинградского политехнического института. Инициатором приглашения стал академик А.Н. Костяков – сторонник изучения и преподавания конкретной, отраслевой экономики, вместо общих положений политической экономии [2, 3].

Данное научное направление охватывало широкий спектр исследований: экономические проблемы мелиорации и водного хозяйства; методология эколого-экономического обоснования комплексных мелиораций в системах адаптивно-ландшафтного земледелия; обоснование пределов антропогенной нагрузки на ландшафты; экономический механизм стимулирования применения ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве; методы оценки экономической эффективности инвестиций в создание агроландшафтов с учетом экологических и социальных факторов; совершенствование

инструментов государственного регулирования процесса привлечения финансовых ресурсов в развитие ресурсосберегающих и природоохранных технологий в сельском хозяйстве; оценка хозяйственных рисков и финансовый менеджмент на предприятии; проблемы ценообразования и стоимостная оценка природных ресурсов; определение величины ущерба, методов их предотвращения и компенсации при вредном воздействии хозяйственной деятельности на природную среду, устойчивое развитие экономики.

В конце XX – начале XI вв. научным коллективом (К.П. Аренд, В.Н. Краснощеков, Е.В. Марголина, С.А. Скачкова, М.И. Борисова, И.М. Павлова, Р.Ф. Воронцова, В.Г. Круцко и др.) выполнялись исследования по разработке системы показателей оценки эффективности использования сельскохозяйственных земель включая мелиорируемые земли, обоснованию комплекса мероприятий по обустройству мелиоративных ландшафтов, направленных на восстановление плодородия почв, по экономическому анализу и разработке методического обоснования природообустройства, проблем утилизации отходов промышленности и сельскохозяйственного производства, эффективного использования отходов переработки сельхозпродукции; поиску критериев устойчивого развития, предприятий, организаций, отраслей, регионов. Результаты были использованы при подготовке Водной стратегии РФ на период до 2020 г. и Основ государственной политики в области экологического развития РФ до 2030 г., при разработке Концепции мелиорации сельскохозяйственных земель России, Концепции Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года» [2, 3].

Научная школа изучения экономики и внешнеэкономических связей аграрного сектора стран мира – научная школа мировой агроэкономики, политики и торговли Тимирязевки – охватывает три направления [2, 3]. Первое из них предполагает научные исследования современных проблем развития мирового сельского хозяйства и национальных механизмов их регулирования на глобальном уровне. Поэтому в качестве объектов исследования служат производственные, внешнеторговые, валютно-финансовые, научно-технические и другие аспекты мировой экономики, транснациональные формирования, международные правительственные и неправительственные организации, обеспечивающие целостное функционирование мировой экономики. К представителям этого направления следует отнести профессоров И.С. Кувшинова, Е.Б. Хлебутина, В.И. Назаренко, В.П. Коровкина, А.Г. Папцов, доцентов Б.А. Чернякова, А.Ф. Королькова, Г.П. Баранову и др.

Второе направление связано с исследованиями проблем развития внешнеэкономических связей аграрного сектора России в связи с процессами интернационализации и глобализации мировой экономики и ее аграрной сферы, а также функционирования и развития мировых агропродовольственных и ресурсных агропромышленных рынков. Здесь в качестве объектов исследования выступают торговые, валютно-финансовые, научно-технические, экологические и другие аспекты внешнеэкономических отношений и процессов в мировом сельском хозяйстве, а также международные аграрные рынки и связанные с этим организации, ведущие внешнеэкономическую деятельность. Это направление представляют профессора В.П. Коровкин и П.П. Сорокин, доценты А.Ф. Корольков, В.В. Шайкин, Р.Р. Мухаметзянов и др.

Третье направление научной школы исследует тенденции, закономерности, факторы и условия функционирования и развития сельских социально-экономических систем и устойчивость сельских территорий в мировой экономике. Объектами исследований выступают мировые процессы в производственных, социальных, научно-технических и иных сферах развития сельских территорий и наднациональные, федеральные, региональные и местные государственные и негосударственные структуры, международные правительственные и неправительственные организации. К представителям этого направления следует отнести профессора А.В. Мерзлова, доцентов В.В. Шайкина, Н.В. Воронцову и др.

В настоящее время наука и практика в рамках развития научной школы на кафедре мировой экономики и маркетинга остаются тесно связанными с подготовкой высококвалифицированных специалистов в области теории и практики международных экономических отношений в аграрном секторе экономики. Кафедра имеет аспирантуру и выпускает аспирантов по научной специальности «Мировая экономика», является выпускающей по направлению «Экономика», профиль «Мировая экономика» (квалификация – бакалавр экономики), а также по направлению «Менеджмент», программа «Управление внешнеэкономической деятельностью в АПК» (квалификация – магистр менеджмента).

Кафедра активно участвует в научно-исследовательской деятельности Института экономики и управления АПК и университета. Все три направления научных исследований на кафедре в рамках устоявшейся научной школы остаются как никогда актуальными, что позволяет коллективу кафедры сохранять и развивать научную школу.

Зарождение научной школы аграрного маркетинга приходится на советский период. Родоначальниками этой школы стали ученые Петровской сельскохозяйственной академии Николай Дмитриевич Кондратьев и Александр Васильевич Чайанов. В организованном при академии Конъюнктурном институте появились известные во всем мире труды Н.Д. Кондратьева «Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны», «К вопросу о понятиях экономической статики, динамики и конъюнктуры», «Большие циклы конъюнктуры», где впервые упоминаются большие циклы. Он активно участвовал в работе Высшего семинария сельскохозяйственной экономики и политики, руководимого А.В. Чайновым, позднее преобразованного в Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной экономики. После того, как ученые были репрессированы, развитие маркетинга в академии и в стране в целом замерло, а в период так называемой разрядки международной напряженности (конец 60-х – начало 70-х гг. XX в.) оно перешло в сферу международных экономических связей для продажи российской продукции (прежде всего – сырья) и закупки товаров народного потребления и продовольствия [2, 3].

С 1981 по 1993 гг. профессор кафедры маркетинга *А.В. Пошатаев* широко использовал зарубежный опыт в научной и педагогической деятельности, неоднократно выступал на международных конференциях по проблемам адаптации аграрных вузов к условиям рынка. В эти годы он являлся также научным руководителем академической лаборатории по совершенствованию хозяйственного механизма, исследовавшей актуальные проблемы функционирования аграрной сферы в условиях рыночных отношений. Большую методическую помощь он оказал в становлении и как ученого, и как руководителя сменившей его на посту заведующего кафедрой маркетинга Н.Г. Володиной, которая стала автором одного из первых учебных пособий, изданных в России, по вопросам конкуренции и конкурентоспособности [2, 3].

В развитии международного сотрудничества кафедры большая заслуга принадлежит кандидату экономических наук, доценту Н.В. Акканиной. При ее участии была создана и реализована международная магистерская программа «Аграрная торговля и маркетинг – EURUS-AGROMARKET» (направление «Менеджмент») в соответствии с двусторонним соглашением между экономическим факультетом ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и факультетом экономики и менеджмента Словацкого аграрного университета в Нитре.

Выделение маркетинга как самостоятельной дисциплины в основных образовательных программах высшего профессионального образования по различным направлениям в аграрных вузах не является случайным. Интерес к этой дисциплине связан с возрастанием ее роли в практической деятельности российских организаций, успехи которых зависят от того, насколько грамотно специалисты могут применять методы маркетинговых исследований, составлять маркетинговую программу организации. Создание и организация работы маркетинговых служб стали объективной необходимостью для организаций аграрной сферы.

## Выводы

Исторически сложившаяся роль Тимирязевской академии, лидера агроэкономического образования и науки в системе высшего аграрного образования России, возлагает высокую ответственность на действующий коллектив ученых – аграрных экономистов университета. Сформировавшиеся научные школы стоят перед вызовом нового времени, обусловленным общемировыми и национальными процессами, происходящими в аграрной сфере деятельности человека, сопряженными с ней отраслями перерабатывающей, ресурсодобывающей, химической, пищевой, текстильной промышленности, машиностроения, а также на продовольственном рынке, в информационной и коммуникационной инфраструктурах, окружающей среде.

Научная школа – это прежде всего инициативный развивающийся коллектив с богатыми научными традициями, зрелым жизненным опытом, даром предвидения перспектив развития отрасли и связанных с этим проблем совершенствования подготовки кадров на основе глубоких научных исследований. Именно на глубоком понимании политической и экономической ситуации и высокой ответственности за результаты своих исследований строится научная деятельность коллектива ученых-экономистов Тимирязевки.

Потребности аграрной экономики в научных исследованиях были всегда, а в настоящий момент становятся еще более многоплановыми и комплексными, поэтому научные исследования структурируются по направлениям, которые в Институте экономики и управления АПК разрабатываются научными школами.

## Библиографический список

1. *Баутин В.М.* История экономической мысли Тимирязевки (1865–1930): к 150-летию кафедры политической экономии / В.М. Баутин, Р.С. Гайсин, И.А. Кузнецов. – Известия ТСХА. – 2016. – Вып. 2. – С. 95–109.
2. Агроэкономическая наука и образование в Тимирязевке: Научное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 105 с.
3. Современные направления в агроэкономической науке Тимирязевки: Научное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 420 с.
4. Инженерно-экономическая наука и образование в аграрном вузе: Научное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 136 с.
5. *Водяников В.Т.* Становление и развитие инженерно-экономической научной школы университета // Агроинженерия. – 2021. – № 5. – С. 71–74.

## ECONOMIC SCIENTIFIC SCHOOLS OF TIMIRYAZEV ACADEMY: DEVELOPMENT, AREAS OF ACTIVITIES AND SCIENTIFIC POTENTIAL (TO THE 100<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF THE INSTITUTE OF ECONOMICS AND MANAGEMENT IN AGRIBUSINESS)

R.S. GAYSIN, V.T. VODYANNIKOV

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*The article is devoted to the scientific schools of the Faculty of Economics, now the Institute of Economics and Management in Agribusiness of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. They have been developed during the 100-year period of the Faculty's work in Timiryazev Academy. The research areas and periods of development of each school and their significant scientific research results are analyzed. Theoretical and applied research*

*findings in the development of the agribusiness sector of the country within the framework of scientific schools are presented. It is found out that the effective work of a scientific school is possible only under the condition of effective work of the department which is the main link of the faculty.*

**Key words:** *Timiryazev Academy, history, economics.*

## References

1. *Bautin V.M., Gaysin R.S., Kuznetsov I.A.* Istoriya ekonomicheskoy mysli Timiryazevki (1865–1930): k 150-letiyu kafedry politicheskoy ekonomii [History of economic thought in Timiryazev Academy (1865–1930): to the 150<sup>th</sup> anniversary of the Department of Political Economy]. *Izvestiya TSKHA*. 2016; 2: 95–109. (In Rus.)
2. *Agroekonomicheskaya nauka i obrazovanie v Timiryazevke* [Agroeconomic science and education in Timiryazev Academy]. M.: FGBNU “Rosinformagrotekh”. 2015: 105. (In Rus.)
3. *Sovremennye napravleniya v agroekonomicheskoy nauke Timiryazevki* [Modern trends in the agro-economic science of Timiryazev Academy]. M.: FGBNU “Rosinformagrotekh”. 2017: 420. (In Rus.)
4. *Inzhenerno-ekonomicheskaya nauka i obrazovanie v agrarnom vuze: nauch. izd* [Engineering and Economic Science and Education in Agrarian Higher Education Institutions: a scientific publication]. M.: FGBNU “Rosinformagrotekh”. 2014: 136. (In Rus.)
5. *Vodyannikov V.T.* Stanovlenie i razvitie inzhenerno-ekonomicheskoy nauchnoy shkoly universiteta [Formation and development of the engineering and economic scientific school of the university]. *Agroinzheneriya*. 2021; 5: 71–74. (In Rus.)

**Гайсин Рафкат Сахиевич**, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры политической экономики Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: graf48@mail.ru; тел.: (916) 321–44–20).

**Водяников Владимир Тимофеевич**, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры организации производства Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева (127550 Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vvt-5210@yandex.ru; тел.: (926) 986–39–49).

**Rafkat S. Gaysin**, DSc (Econ), Professor, Professor of the Department of Political Economy, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127434, the Russian Federation; phone: (916) 321–44–20; E-mail: graf48@mail.ru).

**Vladimir T. Vodyannikov**, DSc (Econ), Professor, Professor of the Department of Production Organization, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127434, Russian Federation; phone: (926) 986–39–49; E-mail: vvt-5210@yandex.ru).

## КЛАССИК ИЗУЧЕНИЯ АЗОТФИКСАЦИИ: К 160-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПЕТРА САМСОНОВИЧА КОССОВИЧА

С.П. ТОРШИН, Г.А. СМОЛИНА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Статья посвящена памяти одного из ведущих агрохимиков-почвоведов второй половины XIX – начала XX вв. профессора Петра Самсоновича Коссовича. Показано становление выдающегося ученого как исследователя и педагога. Описан вклад П.С. Коссовича в развитие агрохимии, почвоведения и земледелия. Его исследованиями установлено, что бобовые растения фиксируют азот воздуха корнями, а не листьями. П.С. Коссович предложил несколько классификаций почв, описал особенности ряда почв, указал на мероприятия по повышению их плодородия.*

**Ключевые слова:** *ученый, наука, практика, агрохимия, почвоведение, удобрения, азотфиксация, 160 лет со дня рождения.*

Приблизительно в середине XIX в. появились разногласия представителей двух наук: агрохимии и почвоведения. Началось это с противостояния взглядов К.А. Тимирязева и В.В. Докучаева, затем их учеников: Д.Н. Прянишникова и В.Р. Вильямса. Такая ситуация ослабла, но, к сожалению, продолжилась, и с ее проявлениями можно столкнуться в наши дни.

Среди ученых, которые в равной степени занимались и наукой о питании растений, и учением о почвах, – две яркие личности, добившиеся больших успехов и в агрохимии, и в почвоведении. Это Константин Каэтанович Гедройц, 150 лет со дня рождения которого отмечали в марте 2022 г., и Пётр Самсонович Коссович, которому в сентябре исполнилось бы 160 лет.

Пётр Самсонович Коссович, белорус по происхождению, появился на свет в Оршанском уезде Могилевской губернии в местечке Горки, известном также как Горы-Горки, 16 (28) сентября 1962 г.

Семья Коссовичей относилась к кругу интеллигентов, и в доме царила творческая обстановка. Отец, Самсон Семёнович, был преподавателем и работал в Горыгорецком Земледельческом институте, а его дядя, Иван Александрович Стебут, брат матери Анны Александровны, был известным русским агрономом, преподавателем Петровской земледельческой и лесной академии. Неудивительно, что с юных лет Пётр Коссович проявлял интерес к естественным наукам, связанным с сельским хозяйством.

В 1965 г. Самсон Семёнович стал директором Московской земледельческой школы – одного из немногих средних сельскохозяйственных заведений России того времени, и вся семья переехала в Москву. Впоследствии Самсон Семенович возглавил Общество агрономов. Это было время активного развития сельскохозяйственной науки в России.

С 1883 по 1887 гг. Пётр Самсонович Коссович – студент Московского университета. Он обучался на естественном отделении физико-математического факультета. На формирование взглядов Коссовича во многом повлияли практические занятия и лекции по химии выдающегося русского ученого В.В. Марковникова. Под его руководством Пётр Коссович написал дипломную работу и получил звание кандидата естественных наук.

Сразу после окончания университета П.С. Коссович поступил в другое высшее заведение России – Петровскую сельскохозяйственную и лесную академию (ныне РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), где обучался в течение двух лет, и окончил ее в 1889 г. со степенью кандидата сельского хозяйства. В эти годы на развитие научных интересов Коссовича серьезное влияние оказал И.А. Стебут.

Петр Самсонович стал увлекаться изучением вопросов питания растений – в частности, усвоения азота бобовыми растениями. Он поставил весьма сложный для своего времени эксперимент, в котором показал, что азот атмосферы усваивается растениями не через листья, как считали многие ученые до него, а через корни, на которых находятся клубеньковые бактерии.

П.С. Коссович выращивал бобовые культуры в стерильных условиях, затем помещал их в газовую среду, аналогичную составу воздуха, но без азота, так, чтобы у одной части растений с воздухом контактировали только надземные органы, а у другой части – только корни. В результате оказалось, что нормально развиваются те бобовые растения, в которых с азотом контактировали именно корни. Эксперимент, поставленный студентом П.С. Коссовичем, был настолько сложен, что немецкий ученый Г. Гельригель, первый сообщивший о возможности фиксации молекулярного азота атмосферы бобовыми растениями (1886 г.), не решился на его проведение ввиду технических трудностей. За эту работу Петру Самсоновичу Коссовичу была вручена золотая медаль, специально учрежденная К.А. Тимирязевым для решения данного вопроса.

Исследования по изучению азотного питания растений П.С. Коссович продолжил и в зарубежной командировке, куда он, как было принято в те времена, был направлен после прохождения стажировки на кафедре земледелия Петровской сельскохозяйственной и лесной академии и сдачи в 1891 г. магистерского экзамена. В Геттингене Пётр Самсонович работал в бактериологической лаборатории Р. Коха, где участвовал в опытах по усвоению азота водорослями в чистых культурах. В Пастеровском институте под руководством Э. Дюкло он изучал фиксацию азота атмосферы свободноживущими микроорганизмами. За два года зарубежной командировки он побывал в ведущих лабораториях и опытных станциях Европы: в Германии, Бельгии, Голландии и Франции. Стажировка обеспечила П.С. Коссовича бесценным материалом для дальнейшей научной и преподавательской деятельности.

Азотная тематика постоянно привлекала Петра Самсоновича. Неслучайно тема магистерской диссертации «К вопросу об усвоении растениями свободного азота», которую он защитил по возвращении в 1895 г., была посвящена именно этому элементу [1].

После получения степени магистра по агрономии П.С. Коссовича направили в Санкт-Петербург, в Императорский лесной институт, где он работал с 1894 г. доцентом кафедры почвоведения, став преемником П.А. Костычева, затем, с 1902 г., – ординарным профессором и заведующим кафедрой и даже (два раза, в 1905–1907 и 1909–1911 гг.) – выборным директором. Каждый раз он уходил с должности, когда не мог руководить институтом так, как считал нужным, ввиду политики царского правительства.

Всю свою жизнь П.С. Коссович посвятил научным исследованиям и педагогической работе. Он был прекрасным организатором. Его отличал весьма широкий круг научных интересов, связанных как с агрохимией, так и с почвоведением. Одновременно с Германом Гельригелем Пётр Самсонович доказал, что свободный азот усваивается бобовыми растениями только через корни, на которых имеются клубеньковые бактерии (1889–1891); экспериментально установил взаимодействие корневых выделений растений с компонентами почв; показал, что внесение в почву физиологически кислых аммонийных удобрений, вносимых совместно с фосфоритом, оказывает растворяющее действие, и фосфор фосфорита становится доступным для растений. В опытах со стерильными культурами он доказал, что растения могут

поглощать катионы аммония без окисления их в нитрат-анионы. Он изучал известкование и причины «клевероутомления» почв; исследовал солевой состав солонцов и влияние этих солей на развитие растений; изучил биогеохимию серы и хлора; развивал идеи В.В. Докучаева о почвообразовательном процессе, предложил понятие почвенного выветривания; выдвинул идею о генетической подчиненности почв; разработал схему классификации почв по времени генезиса. Таков далеко неполный список интересов и достижений П.С. Коссовича.

Пётр Самсонович Коссович был новатором в постановке эксперимента: впервые в России он использовал вегетационный метод. В этом его поддерживал товарищ и однокуртник по университету и академии – единомышленник Дмитрий Николаевич Прянишников. Реализация этого метода стала возможной, когда в 1897 г. Коссович организовал вегетационный домик при сельскохозяйственной химической лаборатории. Новый метод позволил ему изучить не только процесс азотфиксации клубеньковыми бактериями, но и многие другие вопросы агрохимии. В частности, в достаточно сложном и трудоемком методе стерильных культур он доказал возможность усвоения растениями иона аммония без предварительного биологического окисления его в нитраты [2].

Среди достижений П.С. Коссовича в почвоведении – предложение нескольких классификаций почв. Он считал, что они могут быть разными в зависимости от преследуемой цели. Приводим названия этих классификаций:

Естественно-историческая классификация – классификация в целях чистой науки, что содействует познанию изучаемого предмета. В этом случае используются внутренние признаки, присущие самой почве и характеризующие ее свойства.

Техническая классификация – это группировка почв по признакам, определяющим достоинство почвы при характере ее использования.

Экономическая классификация – когда почвы классифицируют по их доходности или ценности [1].

Пётр Самсонович Коссович подробно описывал разные типы почвенных образований (серо-бурые, каштановые, пустынные, черноземы и т.д.) с оценкой факторов почвообразования и возможными мерами по улучшению их плодородия.

В преподавании почвоведения П.С. Коссович оставил яркий след. Наибольшая активность в этом плане приходится на 1911–1912 гг., когда он написал два учебника по почвоведению: «Основы учения о почве» (1911) и «Краткий курс общего почвоведения» (1912) [1].

Химическая мелиорация почв – другая область применения знаний П.С. Коссовича. Известкование почв, как и другие мероприятия, он неизменно связывал с улучшением плодородия почв. Он четко разделял естественные и сельскохозяйственные экосистемы, их функционирование, круговорот питательных веществ с учетом динамики их поступления и выноса. В этом также прослеживается ампула Коссовича как агрохимика и как почвоведа.

Петра Самсоновича Коссовича не стало 13 (26 по новому стилю) августа 1915 г. Согласно завещанию он похоронен в Сестрино, Ивановское сельское поселение (Смоленская область), где ему поставлен памятник.

Известный российский ученый – агроном и почвовед, академик Н.М. Тулайков (1915) – в некрологе писал, что «...осиротела не только русская, но и вся вообще агрономия... Осиротело почвоведение, потерявшее... великого знатока предмета, признанного авторитета... не только у нас, но и в среде всех почвоведов света» [3].

П.С. Коссович прожил короткую, но плодотворную жизнь. Ему было неполных 53 года, и можно только представить, сколько нереализованных идей не состоялось с его уходом.

## Библиографический список

1. Минеев В.Г. История и состояние агрохимии на рубеже XXI века. – Кн. первая. Развитие учения о питании растений и удобрении земель от Древнего мира до XX столетия. – М.: Издательство Московского государственного университета, 2002. – С. 215–229.
2. Прянишников Д.Н. Петр Самсонович Коссович // Русский почвовед. 1915. – № 11–12. – С. 297–302.
3. Тулайков Н.М. Памяти, П.С. Коссовича // Русский почвовед. – 1915. – № 11–12. – С. 302–306.

### CLASSICAL SCIENTIST OF NITROGEN FIXATION STUDY: TO THE 160<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF PYOTR SAMSONOVICH KOSSOVICH

S.P. TORSHIN, G.A. SMOLINA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*The article is dedicated to the memory of the leading agrochemist-soil scientist of the second half of the 19th and early 20th century, Professor Peter Samsonovich Kossovich. The formation of an outstanding scientist as a researcher and teacher is shown. The contribution of P.S. Kossovich to the development of agrochemistry, soil science and agriculture is described. His research has established that leguminous plants fix nitrogen of the air with roots, not leaves. P.S. Kossovich proposed several classifications of soils, described the features of a number of soils, pointed out techniques for increasing their fertility. The article was written in connection with the 160th anniversary of P.S. Kossovich.*

**Key words:** *scientist, science, practice, agrochemistry, soil science, fertilizers, nitrogen fixation, 160th birthday.*

**Торшин Сергей Порфирьевич**, д-р биол. наук, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–40–24; e-mail: sptorshin@rambler.ru).

**Смолина Галина Алексеевна**, канд. биол. наук, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–40–24; e-mail: gsmolina@rgau-msha.ru).

Torshin Sergey Porphirevich – Doctor of Biological Sciences, Professor, of the Department of Agrochemistry, Biochemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel. (499) 976–40–24; e-mail: sptorshin@rambler.ru).

Smolina Galina Alekseevna – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Biochemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel. (499) 976–40–24; e-mail: gsmolina@rgau-msha.ru).

## СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

<i>Налиухин А.Н., Бижан С.П., Старостина Е.Н.</i> Эффективность применения микроудобрений при возделывании зерновых культур на тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья.....	5
<i>Тренина Л.О., Кудрявцев И.М.</i> Подтверждение методики прогнозирования водной эрозии фактическим изменением показателей плодородия агродерново-подзолистой почвы.....	16

## БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

<i>Зорин Д.А.</i> Интродукция <i>Vaccinium angustifolium</i> ait. в Удмуртии .....	26
<i>Пяткина И.С., Реут А.А., Жигунов О.Ю., Крюкова А.В., Анищенко И.Е., Шигапов З.Х.</i> Комплексная оценка сортов лилейника гибридного в условиях лесостепной зоны башкирского Предуралья.....	33
<i>Фомина Т.И.</i> Перспективы декоративных видов флоры Алтая в условиях Новосибирска	48

## ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

<i>Евдокименко С.Н.</i> Селекционные возможности увеличения массы плодов ремонтантной малины.....	61
<i>Маркова М.Г., Сомова Е.Н.</i> Оптимизация приемов введения садовых растений в стерильную культуру in vitro .....	71

## ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

<i>Дацюк А.А., Джалилов Ф.С.-У.</i> Оценка бактерицидного действия фунгицида Ридомил Голд Р против возбудителей черной ножки картофеля.....	82
---	----

## ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

<i>Хабибуллин И.М., Миронова И.В., Хабибуллин Р.М., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И.</i> Эффективность использования адаптогенов различного происхождения на мясную продуктивность крупного рогатого скота .....	94
<i>Халина О.Л., Магер С.Н., Гончаренко Г.М., Хорошилова Т.С., Гришина Н.Б.</i> Генетическая структура овец западно-сибирской мясной и кулундинской тонкорунной пород по генам CAST, GDF9 И KRT1.2.....	103

## ЭКОНОМИКА

<i>Велибекова Л.А.</i> Региональные проблемы производства и переработки плодово-ягодной продукции в Республике Дагестан.....	117
<i>Мишунов Р.А., Сюткина А.А.</i> Исследование вызовов агропромышленного комплекса – основа стратегического целеполагания развития аграрной сферы .....	135

## УЧЕНЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ

<i>Водяниников В.Т., Гайсин Р.С.</i> Экономические научные школы Тимирязевки: становление, направления деятельности и научный потенциал (к 100-летию Института экономики и управления АПК) .....	146
<i>Торшин С.П., Смолина Г.А.</i> Классик изучения азотфиксации: к 160-летию со дня рождения Петра Самсоновича Коссовича.....	159

## CONTENTS

*AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE AND ECOLOGY*

<i>Naliukhin A.N., Bizhan S.P., Starostina E.N.</i> Efficiency of application of microfertilizers when growing cereal crops on heavy loam soddy-podzolic soils in the central regeon of the Non-Chernozem Zone.....	5
<i>Tronina L.O., Kudryavcev I.M.</i> Validation of water erosion prediction methodology by actual changes in fertility indicators of agro-sod-podzolic soil.....	16

*BOTANY, POMICULTURE*

<i>Zorin D.A.</i> Introduction of <i>Vaccinium angustifolium</i> ait.....	26
<i>Pyatina I.S., Reyt A.A., Zhigunov O.Yu., Kryukova A.V., Anishchenko I.E., Shigapov Z.Kh.</i> Complex assessment of <i>Hemerocallis hybrida</i> Hort. cultivars under the conditions of the Forest-Steppe Zone of the Bashkir Cis-Urals .....	33
<i>Fomina T.I.</i> Prospects of ornamental species of the Altai flora in the conditions of Novosibirsk.....	48

*GENETICS, BIOTECHNOLOGY, SELECTION AND SEED BREEDING*

<i>Evdokimenko S.N.</i> Breeding possibilities of increasing the mass of primocane raspberry fruits	61
<i>Markova M.G., Somova E.N.</i> Initiation of horticultural crop explants in vitro .....	71

*AGRONOMY, CROP PRODUCTION, PLANT PROTECTION*

<i>Datsyuk A.A., Dzhaliylov F.S.-U.</i> Efficacy of ridomil gold r as bactericide against potato black leg pathogen .....	82
---	----

*LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE*

<i>Khabibullin I.M., Mironova I.V., Khabibullin R.M., Yuldashbaev Y.A., Kosilov V.I.</i> Efficiency of use of adaptogens of different origins on the meat productivity of cattle.....	94
<i>Khalina O.L., Mager S.N., Goncharenko G.M., Khoroshilova T.S., Grishina N.B.</i> Genetic structure of west siberian meat sheep and kulunda fine-wool sheep by CAST, GDF9 AND KRT1.2 genes .....	103

*ECONOMY*

<i>Velibekova L.A.</i> Current development trends production and processing of fruit and berry products in the Republic of Dagestan.....	117
<i>Migunov R.A., Syutkina A.A.</i> Research of challenges of the agro-industrial complex as the basis of strategic goal-setting of the development of the agricultural sector.....	135

*SCIENTISTS OF TIMIRYAZEV UNIVESITY*

<i>Gaysin R.S., Vodyannikov V.T.</i> Economic scientific schools of Timiryazev academy: development, areas of activities and scientific potential (to the 100 <sup>th</sup> anniversary of the Institute Of Economics and Management in Agribusiness).....	146
<i>Torshin S.P., Smolina G.A.</i> Classical scientist of nitrogen fixation study: to the 160 <sup>th</sup> anniversary of the birth of Pyotr Samsonovich Kossovich .....	159

**Журнал «ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ»**

e-mail: [izvtsha@rgau-msha.ru](mailto:izvtsha@rgau-msha.ru)

тел.: (499) 976–07–48

---

Подписано в печать 29.08.2022 г. Формат 70×100/16 Бумага офсетная  
Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная. 12,3 печ. л.  
Тираж 500 экз.

---

Отпечатано в ООО «ЭйПиСиПублишинг»  
127550, г. Москва, Дмитровское ш., д. 45, корп. 1, оф. 8  
Тел.: (499) 976–51–84