



Уральский государственный
аграрный университет

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

**AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS**

**2023
№01 (230)**

ISSN (print) 1997-4868
e ISSN 2307-0005

Сведения о редакционной коллегии

И. М. Донник (главный редактор), академик РАН, вице-президент РАН (Москва, Россия)
О. Г. Лоретц (заместитель главного редактора), ректор Уральского ГАУ (Екатеринбург, Россия)
П. Сотони (заместитель главного редактора), доктор ветеринарных наук, профессор, академик Венгерской академии наук, академик Польской медицинской академии, ректор, Университет ветеринарной медицины Будапешта (Будапешт, Венгрия)

Члены редакционной коллегии

Н. В. Абрамов, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)
Р. З. Аббас, Сельскохозяйственный университет (Фейсалабад, Пакистан)
В. Д. Богданов, член-корреспондент РАН, Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия)
В. Н. Большаков, академик РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)
О. А. Быкова, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
Э. Д. Джавадов, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства (Ломоносов, Россия)
Л. И. Дроздова, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
Н. Н. Зезин, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Екатеринбург, Россия)
С. Б. Исмурастов, Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова (Костанай, Казахстан)
В. В. Калашников, академик РАН, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства (Рязань, Россия)
А. Г. Кошаев, Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)
В. С. Мымрин, ОАО «Уралплемцентр» (Екатеринбург, Россия)
А. Г. Нежданов, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)
М. С. Норов, Таджикский аграрный университет имени Шириншоха Шотемур (Душанбе, Таджикистан)
В. С. Паштецкий, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма (Симферополь, Россия)
Ю. В. Плугатарь, член-корреспондент РАН, член Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, начальник Отдела РАН по взаимодействию с научными организациями Крыма и города федерального значения Севастополя, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН (Ялта, Россия)
О. А. Рущицкая, Уральский государственный аграрный университет (Екатеринбург, Россия)
А. А. Стекольников, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия)
В. Г. Тюрин, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (Москва, Россия)
И. Г. Ушачев, академик РАН, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства (Москва, Россия)
С. В. Шабунин, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)
И. А. Шкуратова, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт (Екатеринбург, Россия)

Editorial board

Irina M. Donnik (Editor-in-Chief), Academician of the Russian Academy of Sciences, Vice President of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)
Olga G. Lorets (Deputy Chief Editor), rector of the Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Péter Sótonyi (Deputy chief editor), doctor of veterinary sciences, professor, academician of Hungarian Academy of Sciences, academician of Polish Medical Academy, rector, University of Veterinary Medicine of Budapest (Budapest, Hungary)

Editorial Team

Nikolay V. Abramov, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)
Rao Zahid Abbas, University of Agriculture (Faisalabad, Pakistan)
Vladimir D. Bogdanov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)
Vladimir N. Bolshakov, Academician of the Russian Academy of Sciences; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)
Olga A. Bykova, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Eduard D. Dzhavadov, All-Russian Research and Technological Poultry Institute (Lomonosov, Russia)
Lyudmila I. Drozdova, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Nikita N. Zezin, Ural Research Institute of Agricultural (Ekaterinburg, Russia)
Sabit B. Ismuratov, Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov (Kostanay, Kazakhstan)
Valeriy V. Kalashnikov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, the All-Russian Research Institute for Horsebreeding (Ryazan, Russia)
Andrey G. Koshchayev, Kuban State Agrarian University (Krasnodar, Russia)
Vladimir S. Mymrin, “Uralplemstentr” (Ekaterinburg, Russia)
Anatoliy G. Nezhdanov, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)
Mastibek S. Norov, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)
Vladimir S. Pashtetstskiy, Research Institute of Agriculture of Crimea (Simferopol, Russia)
Yuriy V. Plugar, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, member of the Presidential Council for Science and Education, Head of the Department of the Russian Academy of Sciences for Cooperation with Scientific Organizations of Crimea and Sevastopol, The Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences (Yalta, Russia)
Olga A. Ruschitskaya, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Anatoliy A. Stekolnikov, Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russia)
Vladimir G. Tyurin, All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russia)
Ivan G. Ushachev, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics (Moscow, Russia)
Sergey V. Shabunin, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology And Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)
Irina A. Shkuratova, Ural Research Veterinary Institute (Ekaterinburg, Russia)

Нас индексируют / Indexed

ВЫСШАЯ
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК)
При Министерстве образования и науки
Российской Федерации



Food and Agriculture Organization
of the United Nations



ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



Содержание

Contents

Агротехнологии

Agrotechnologies

<i>П. М. Ахмедова</i>	2	<i>P. M. Akhmedova</i>	
Результаты испытаний новых полустамбовых сортов томата в условиях Терско-Сулакской низменности Республики Дагестан		Test results of new semi-lamb tomato varieties in the conditions of the Terek-Sulak lowland of the Republic of Dagestan	
<i>А. А. Курьянович, М. Р. Абдраев, А. В. Казарина</i>	12	<i>A. A. Kuryanovich, M. R. Abdryaev, A. V. Kazarina</i>	
Оценка качества семенного материала маша (<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek) лабораторными методами		Evaluation of the quality of seed material mung bean (<i>Vigna Radiata</i> (L.) Wilczek) using laboratory methods	
<i>В. М. Мотов, Т. М. Середин, Е. А. Слюдова, В. В. Шумилина</i>	23	<i>V. M. Motov, T. M. Seredin, E. A. Slyudova, V. V. Shumilina</i>	
Новые формы чеснока ярового для селекционного процесса в условиях Северо-Востока		New forms of spring garlic for the breeding in the North-East conditions	
Биология и биотехнологии		Biology and biotechnologies	
<i>О. А. Завьялов, Г. К. Дускаев, М. Я. Курилкина</i>	34	<i>O. A. Zavyalov, G. K. Duskaev, M. Ya. Kurilkina</i>	
Влияние БАД растительного происхождения на продуктивность и показатели крови цыплят-бройлеров		The effect of herbal BAA on the productivity and blood parameters in broiler chickens	
<i>В. Н. Мазуров, З. С. Санова</i>	43	<i>V. N. Mazurov, Z. S. Sanova</i>	
Молокоотдача и взаимосвязь ее показателей у высокопродуктивных коров при роботизированном доении		Milk yield and its relationship in highly productive cows during robotic milking	
<i>И. С. Недашковский, А. Ф. Контэ, А. А. Сермягин</i>	55	<i>I. S. Nedashkovskiy, A. F. Konte, A. A. Sermyagin</i>	
Показатели оценки племенной ценности по линейной оценке экстерьера в зависимости от коэффициента инбридинга и уровня гомозиготности		Estimated breeding value on linear assessment of exterior depending on inbreeding coefficient and the level of homozygosity	
<i>Е. Г. Филиппов</i>	66	<i>E. G. Filippov</i>	
Клональное микроразмножение <i>Astragalus gorodkovii</i> Jurtz., <i>Astragalus gorczakovskii</i> L. Vassil. с использованием методов in vitro		In vitro clonal micropropagation of <i>Astragalus gorodkovii</i> Jurtz., <i>Astragalus gorczakovsky</i> L. Vassil.	
Экономика		Economy	
<i>Б. А. Воронин, Я. В. Воронина, Д. К. Стожко, К. П. Стожко</i>	77	<i>B. A. Voronin, Ya. V. Voronina, D. K. Stozhko, K. P. Stozhko</i>	
Проблема социального отчуждения и эффективность продовольственного потребления: теоретико-методологические аспекты		The problem of social exclusion and the efficiency of food consumption: theoretical and methodological aspects	
<i>T. N. L. Nguyen</i>	87	<i>T. N. L. Nguyen</i>	
Minority households' participation in farm economy development: evidence from the Central Highlands of Vietnam		Minority households' participation in farm economy development: evidence from the Central Highlands of Vietnam	

Результаты испытаний новых полустамбовых сортов томата в условиях Терско-Сулакской низменности Республики Дагестан

П. М. Ахмедова¹✉

¹Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

✉E-mail: apm64@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – изучить в условиях открытого грунта коллекционный и селекционный материал томата с детерминантным типом куста и выделить по результатам исследований лучшие образцы по хозяйственно-ценным признакам для их дальнейшего использования в селекции томата. **Научная новизна.** Последние события в стране показывают необходимость изучения и рекомендации отечественных сортов и гибридов томата в благополучных и рискованных зонах земледелия. В статье представлена краткая характеристика новых отечественных сортов томата с коротким вегетационным периодом. Выделены образцы по морфологическим и биометрическим показателям для исходного материала селекции томата. Выявлены сорта с короткими межфазными периодами «всходы – цветение», «цветение – созревание». На основе комплексной оценки по раннеспелости, хозяйственно ценным признакам и дегустационной оценки плодов отмечены перспективные сорта для рекомендации и внедрения в производства равнинной и предгорной частей Дагестана. **Методы.** В ходе исследований применялись полевой и лабораторный методы. Материалом для исследования служили 8 новых полустамбовых сортообразцов селекции ВНИИССОК. Описания растений томата проводили с учетом морфологических (высота стебля, количество побегов, количество листьев, количество кистей, количество завязей и плодов), агрохимических и комплекса хозяйственно ценных признаков. **Результаты.** По срокам созревания образцы разделились на три группы: очень ранние – Северянка, Благодатный, Магнат, Восход ВНИИССОКа (97–100 дней); ранние – Патрис, Викинг, Перст (102–105 дней); среднеранние – Содружество, Факел (111–114 дней). По типу куста нами выделено 5 обыкновенных и полустамбовых образцов высотой не более 78 см. Два образца имели высоту 50,53 см (Патрис, Перст) и среднюю массу плода 72 и 60 г. Три образца имели высоту 70, 71, 72 см (Восход ВНИИССОКа, Благодатный, Содружество) и среднюю массу плода 107, 110, 130 г соответственно. По выходу валовой продукции лучшие показатели имели сорта Благодатный (86,3 т/га), Восход ВНИИССОКа (82,7 т/га), Содружество (77,6 т/га), Патрис (68,2 т/га). Высокий выход товарной продукции имели сорта Восход ВНИИССОКа, Патрис (по 92 %); Благодатный (91 %), Перст (90 %).

Ключевые слова: томат, сорта, морфология, завязь, раннеспелость, вегетационный период, урожайность, масса плода, дегустационная оценка.

Для цитирования: Ахмедова П. М. Результаты испытаний новых полустамбовых сортов томата в условиях Терско-Сулакской низменности Республики Дагестан // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-2-11.

Дата поступления статьи: 20.09.2022, **дата рецензирования:** 09.11.2022, **дата принятия:** 25.11.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

По характеру рельефа и географическому расположению Дагестан делится на три части: равнинную, предгорную и горную. Равнинная часть является зоной орошаемого земледелия, в том числе и по выращиванию томатов. В Дагестане томаты являются ведущей овощной культурой и основным консервным сырьем, спрос на который с каждым годом увеличивается со стороны как растущей консервной промышленности, так и населения [1, с. 126]. Основные зоны специализированного выращива-

ния томатов открытого грунта сосредоточены в Кизлярском и Дербентском районах равнинного Дагестана. В этих районах высокие среднесуточные температуры для формирования и созревания плодов томата в избытке, что благоприятно отражается на общей продуктивности кустов, тогда как в предгорном Дагестане недостаточные ресурсы тепла не позволяют выращивать сорта томата с длинным вегетационным периодом. В предгорной части республики большой трудовые ресурсы потенциал, овощеводство как трудоемкий вид агробизнеса вы-

ступает сферой трудозанятости для значительной части сельского населения. Спрос на сорта томата с коротким вегетационным периодом в этой части республики велик. Вовлечение полустамбовых форм в селекционную работу при подборе родительских пар и на основе простых моногибридных и дигибридных скрещиваний даст возможность получать серию гибридов с короткими межфазными периодами для зон с низкими среднесуточными температурами.

Исходный материал и его значение в селекции любой культуры, в том числе томата, огромен. В частности, это важно при создании наследственного разнообразия и отборе высокопродуктивных форм с комплексом ценных признаков и свойств, определяющих адаптивность к местным почвенно-климатическим условиям [2, с. 12; 3, с. 81]. Одним из условий успешной селекции томата является генетическое разнообразие исходного материала. Средством получения такого генетического разнообразия является гибридизация, которая считается важнейшим источником изменчивости в естественных популяциях [4, с. 26; 5, с. 124]. При селекции на скороспелость для скрещиваний целесообразно использовать сорта с короткими межфазными периодами «всходы – цветение» у одного родителя и «цветение – созревание» у другого. В F1 доминируют короткие межфазные периоды, и потомство может быть лучшим по скороспелости, чем родительские формы. Длина вегетационного периода является одним из самых важных и существенных биологических свойств у сортов томата [6, с. 59].

При подборе образцов и линий для скрещиваний учитывается наличие у них взаимодополняющих признаков, необходимых для нового сорта, гибрида, а также многократный (постоянный) индивидуальный отбор линий с проверкой потомства [7, с. 41; 8, с. 44]. Томат является факультативным самоопылителем. Поэтому при получении гибридных семян на основе фертильных материнских линий для скрещивания необходимо выбрать фазу развития цветка, при которой гибридность семян будет близка к 100 % [9, с. 45]. Для получения ранней продукции в наибольшей степени подходят сорта и гибриды с небольшим габитусом растений, коротким периодом до начала созревания в пределах 90–95 дней, высокой дружностью созревания, плодами среднего размера, массой 120–150 г, округлой формы, ярко-красной окраски, устойчивые к вершинной гнили, альтернариозу, толерантные к столбуру, с высокими вкусовыми качествами, лежкими и транспортабельными [10, с. 34].

При уменьшении посевных площадей в большинстве краев и областей юга России, в таких регионах, как Астраханская область и Республика Дагестан, наблюдается их рост [10, с. 36].

Основное перспективное направление селекции томата для юга России – создание и внедрение в производство сортов и гибридов с сочетанием ценных хозяйственных признаков путем скрещивания линий с различными генотипами, адаптированных к природно-климатическим условиям юга России, сочетающих в себе высокую урожайность, хороший вкус и качество плодов и отвечающих требованиям производителей.

Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальная работа проводилась в хозяйстве индустриального партнера ФГБНУ ФАНЦ РД в Кизлярском районе, с. Хучеевка, расположенном на Терско-Сулакской дельтовой равнине на высоте 127 м над уровнем моря. Это один из наиболее теплых районов Северного Дагестана, имеющий среднегодовую температуру 11 °С.

Рассаду выращивали в Тепличном комплексе КФХ Яллаев в Кизлярском районе. Посев семян на рассаду проводили 01–03 марта в кассеты. Состав грунта в ячейках: торф, перлит, вермикулит в соотношении 1:1:1. Начало всходов 05–07 марта, массовые всходы 09–12 марта. Высадка в открытый грунт 19.04.2022.

Исследования проводили согласно методикам [11; 12; 13, с. 144–150].

Метеорологические наблюдения проводили с учетом периодов роста и развития изучаемой культуры. Варианты опыта (сорта томата): Факел (контроль), Благодатный, Викинг, Восход ВНИИССОКа, Магнат, Северянка, Содружество, Перст, Патрис; повторность трехкратная, площадь учетной делянки – 15 м².

Размещение вариантов систематическое. Общая площадь под опытом – 750 м². Семена получили от оригинатора ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК).

Основные показатели опыта:

– *фенологические наблюдения*: посев – всходы, всходы – цветение, цветение – созревание, спелость, дата всех сборов урожая) и весь вегетационный период от посева до созревания;

– *морфологические характеристики и биометрия*: высота главного стебля (см), количество листьев (шт.), количество побегов (шт.), количество листьев до первой кисти (шт.), количество завязей и плодов (шт.), количество кистей (шт.). Определение урожайности с главного стебля, с боковых побегов, а также массы плода (г);

– *учет и определение качества урожая; биохимические исследования; дегустационная оценка плодов*.

Опыт закладывали на светло-каштановых почвах. Содержание гумуса в пахотном слое – 2,4–2,8 %; общего азота – 0,25 %; подвижного фосфора P₂O₅ – 1,8–2,1 мг, обменного калия – 37–40 мг на 100 г почвы; рН – 7,1.

Мощность пахотного слоя – 30–35 см, окультуренность почвы хорошая. Агротехника – общепринятая в Республике Дагестан для культуры томата.

После уборки предшественника поле дисковали, затем вносили минеральные удобрения и делали зяблевую вспашку. Весной поле бороновали, а перед высадкой проводили маркировки рядов, закладывали капельную ленту с одновременным внесением тукосмеси нормой 300 кг/га, также вносили гербицид «Зенкор» нормой 3,5 л/га. Применялся рассадный способ выращивания томатов. В открытый грунт высаживали 45–50-дневную рассаду. Высадку проводили вручную. Способ посадки однорядный. Ширина междурядий – 150 см, расстояние между растениями – 25 см, густота стояния растений – 27 тыс. шт. на 1 га. За время вегетации проводили три междурядных культивации и осуществляли химическую защиту растений против сорняков и вредителей. Поливная норма менялась от 30 до 100 м³/га в зависимости от фазы развития культуры. Оросительная норма составила 5500–6000 м³/га.

Уборку урожая томата проводили вручную. Учет урожая проводили методом взвешивания всего урожая с учетной делянки.

Результаты (Results)

Время наступления и длительность прохождения фаз вегетации дают достаточно ясную картину ритма и скорости онтогенетического развития растений.

Результаты наших исследований показали, что по продолжительности периода от всходов до созревания исследуемые образцы можно разделить на 3 группы (таблица 1):

Очень ранние: Северянка, Благодатный, Магнат, Восход ВНИИССОКа (97–100 дней).

Ранние: Патрис, Викинг, Перст (102–105 дней).

Среднеранние: Содружество, Факел (110–114 дней).

Разница между образцами по продолжительности периода «всходы – цветение» составила 1–9 дней. Наиболее длительным (59 суток) этот период оказался у сортов Содружество и Факел. Различия

Таблица 1
Продолжительность межфазных периодов у изучаемых сортообразцов томата

№ п/п	Образец	Всходы – цветение	Цветение – созревание	Всходы – созревание
Очень ранние				
1	Северянка	54	43	97
2	Благодатный	51	48	99
3	Магнат	56	44	100
4	Восход ВНИИССОКа	52	48	100
Ранние				
5	Патрис	57	45	102
6	Викинг	53	50	103
7	Перст	58	47	105
Среднеранние				
8	Содружество	59	52	111
9	Факел (контроль)	59	55	114

Table 1
Duration of interphase periods in the studied tomato varieties

No.	Sample	Shoots flowering	Flowering – maturation	Shoots – maturation
Very early				
1	Severyanka	54	43	97
2	Blagodatnyy	51	48	99
3	Magnat	56	44	100
4	Voskhod VNISSOKa	52	48	100
Early				
5	Patris	57	45	102
6	Viking	53	50	103
7	Perst	58	47	105
Mid-early				
8	Sodruzhestvo	59	52	111
9	Fakel (control)	59	55	114

между сортами проявляется и в продолжительности периода «цветение – созревание». У изучаемых сортообразцов длительность этого периода варьировала от 43 (у сорта Северянка) до 55 (у сорта Факел). Чем биологически более скороспелый сорт, тем короче был этот период. Наиболее позднее созревание (через 111–114 дней) наблюдается у сортов Содружество и Факел. Биологически наиболее скороспелыми оказались сорта Северянка, Благодатный, Магнат, Восход ВНИИССОКа.

Морфологические признаки, имеющие немаловажное значение в архитектонике и габитусе растений, определяют многие их хозяйственные свойства, в частности величину урожая, продолжительность плодоношения, жизнестойкость [14, с. 38; 15, с. 71].

По типу куста изучаемые образцы относятся к обыкновенным и полурштамбовым формам (таблица 2). Высота главного стебля колебалась по сортообразцам от 0,47 м (Магнат) до 0,78 м (Викинг).

Минимальное количество боковых побегов образовали сорта из очень ранней группы: Магнат – 7, Северянка – 9. Больше всех боковых побегов насчитывалось у сортов Викинг, Содружество и Факел – 14 и по 13 соответственно. На 1–4 побега меньше было у сортов Благодатный, Восход ВНИИССОКа, Патрис, Перст.

Известно, что количество листьев является показателем скороспелости сорта в пределах одного вида. Длина вегетационного периода различных сортов связана с количеством листьев на главном стебле. Изучаемые сорта из-за быстрого перехода в репродуктивную фазу и образования большого количества репродуктивных органов и завязей на главном стебле характеризуются маломощным кустом и средней облиственностью, количество листьев колеблется в зависимости от сорта от 41 до 68. Наблюдения показали, что почти все сорта первые плодовые кисти закладывают над 4–5 листом. Наибольший практический интерес представляют сорта очень ранней группы, образовавшие первую кисть над 4-м листом, ниже 5-го яруса листьев.

Наблюдения за количеством кистей и плодов на всем растении у различных сортообразцов ко времени массового завязывания и началу созревания плодов насчитывалось от 12 (Викинг) до 16 (Благодатный) кистей на растении. Максимальное число кистей насчитывалось на растениях сортов Благодатный и Восход ВНИИССОКа (таблица 2). У обоих вышеуказанных сортов наибольшее количество репродуктивных органов, в том числе завязавшихся плодов. Завязываемость почти у всех сортов была высокой, так как погодные условия после высадки в открытый грунт 19 марта оказались благоприятными на количество образовавшихся репродуктивных органов. Цветение и завязывание на первых кистях происходило дружно, без разрыва между сроками

первой и последующих кистей, существенных закономерностей в опадении цветков на различных кистях не наблюдалось, что указывает на большую зависимость процесса завязываемости от погодных условий.

В условиях Дагестана ранним считается урожай, полученный до 20 июля. Основной задачей агротехники и селекции по культуре томата является разработка технологии и выведение сортов, обеспечивающих получение до 20 июля не менее 25,0 т/га плодов томата.

Из данных таблицы 3 видно, что в группе очень ранних сорта Восход ВНИИССОКа и Благодатный сформировали наивысшую урожайность 82,7–86,3 т/га, что выше контроля Факел на 100–104,5 %, сорта Северянка и Магнат – 51,0–53,1 т/га, что превысило контроль на 20,8–25,8 %. В группе ранних наибольшую урожайность образовали сорта Патрис (68,2 т/га), Перст (54,5 т/га), урожай их выше по сравнению с контролем на 61,6 и 29,1 % соответственно, а сорт Викинг с урожайностью 41,4 т/га уступил контролю Факел на 1,6 %. В группе среднеранних сорт Содружество показал результат 77,6 т/га, что на 83,8 % больше стандарта Факел.

Максимальную урожайность в опыте сформировали сорта Восход ВНИИССОКа и Благодатный. Эти же сорта отличаются и самой большой отдачей ранней урожайности – 40,1 и 42,8 т/га соответственно.

Известно, что значительное влияние на начало плодоношения и выход раннего урожая оказывают погодные условия весны, определяющий срок высадки рассады в грунт, о чем свидетельствуют данные, приведенные в таблице 3. Ранняя урожайность обусловлена ранней высадкой (19 апреля) рассады и преобладанием теплой солнечной погоды в мае.

Доля товарных плодов составила в зависимости от сорта 78–92 %.

Все испытываемые сорта различаются по массе плода от 60 до 130 г.

Селекция на урожайность должна сопровождаться и селекцией на улучшение химического состава плода. Важным показателем, определяющим вкусовые качества плодов томата, является уровень содержания в них сухого вещества, так как он положительно коррелирует со сладостью мякоти [16, с. 159; 17, с. 632].

Изучаемые сорта отличаются сравнительно высоким показателем сухого вещества (5,3–6,4 %). Высокий процент сухого вещества позволяет использовать плоды этих сортов при переработке на томатную пасту, соки и цельноплодное консервирование.

Содержание сахаров коррелирует с содержанием сухих веществ. Количество сахаров колеблется в пределах 3,0–3,4 %.

Таблица 2

Показатели морфологических признаков полустамбовых сортообразцов томата

№ п/п	Образец	Высота главного стебля, см	Количество побегов, шт.	Количество листьев, шт.	Количество листьев до первой кисти, шт.	Количество кистей, шт.	Количество завязей и плодов, шт.
Очень ранние							
1	Северянка	60	9	46	4,1	14	48
2	Благодатный	71	12	48	4,5	16	66
3	Магнат	47	7	41	4,2	12	47
4	Восход ВНИИССОКа	70	11	47	4,3	15	64
Ранние							
5	Патрис	50	10	43	5,0	13	51
6	Викинг	78	14	57	5,5	12	32
7	Перст	53	10	45	5,2	13	50
Среднеранние							
8	Содружество	72	13	66	5,7	14	59
9	Факел (контроль)	73	13	68	6,0	13	37

Table 2

Indicators of morphological features of semi-stem tomato varieties

No.	Sample	Height of the main stem, cm	Number of shoots, pcs.	Number of leaves, pcs.	Number of leaves up to first brush, pcs.	Number of brushes, pcs.	Number of ovaries and fruits, pcs.
Very early							
1	Severyanka	60	9	46	4,1	14	48
2	Blagodatnyy	71	12	48	4,5	16	66
3	Magnat	47	7	41	4,2	12	47
4	Voskhod VNISSOKa	70	11	47	4,3	15	64
Early							
5	Patris	50	10	43	5,0	13	51
6	Viking	78	14	57	5,5	12	32
7	Perst	53	10	45	5,2	13	50
Mid-early							
8	Sodruzhestvo	72	13	66	5,7	14	59
9	Fakel (control)	73	13	68	6,0	13	37

Дегустационную оценку плодов томата проводили по всем сортам в один из сборов в период массового плодоношения (таблица 4).

Для уточнения вкусовых качеств плодов томата отбирались по 10 товарных плодов в полной биологической спелости. При дегустации учитывали внешний вид, нежность кожуры, окраску и цвет, консистенцию, вкус, аромат. Вкусовые качества оценивали по 5-балльной шкале. Общую оценку плодов сорта определяли в баллах с учетом общего впечатления по всем выше перечисленным показателям.

Дегустационная оценка качества плодов томата выращиваемых сортов показала, что в группе очень ранних лучшими были плоды сортов Благодатный и Восход ВНИИССОКа, в группе ранних – Патрис, Перст, а в группе среднеранних – Содружество.

Нежностью кожуры отличились сорта Северянка и Магнат. По общей оценке плоды не у всех сортов получили высокую оценку. При этом плоды сортов Благодатный, Восход ВНИИССОКа, Патрис, Перст, Содружество получили от 4 до 4,12 балла.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результате наших исследований удалось сгруппировать новые отечественные сорта в условиях юга страны, выведенные в лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК) для зон рискованного земледелия. В условиях Дагестана, где температурный максимум летнего периода превышает 40 °С, испытанные сорта жару перенесли хорошо, несмотря на малооблиственность и компактность куста. Результаты позволили оценить такие морфобиологические параметры, как длина стебля, количество

Таблица 3

Хозяйственно ценные показатели раннеспелых сортов томата открытого грунта

№ п/п	Сорт	Вегетационный период, дней	Урожайность, т/га	Ранняя урожайность, т/га	Товарность, %	Масса плода, г	Сухие вещества, %	Сахара, %
Очень ранние								
1	Северянка	97	51,0	30,0	82	74	5,3	3,0
2	Благодатный	99	86,3	42,8	91	110	6,4	3,4
3	Магнат	100	53,1	28,3	80	75	5,5	3,2
4	Восход ВНИИССОКа	100	82,7	40,1	92	107	6,3	3,2
Ранние								
5	Патрис	102	68,2	33,4	92	72	6,3	3,4
6	Викинг	103	41,4	15,2	79	80	4,4	2,8
7	Перст	105	54,5	26,7	90	60	6,1	3,3
Среднеранние								
8	Содружество	111	77,6	18,9	88	130	6,2	3,3
9	Факел (контроль)	114	42,2	12,5	78	76	5,3	3,0

Table 3

Economic and valuable indicators of early-ripe varieties of tomatoes of open ground

No.	Sample	Vegetation period, days	Yield, t/ha	Early yield, t/ha	Productivity, %	Fetal weight, g	Solids, %	Sugar, %
Very early								
1	Severyanka	97	51.0	30.0	82	74	5.3	3.0
2	Blagodatnyy	99	86.3	42.8	91	110	6.4	3.4
3	Magnat	100	53.1	28.3	80	75	5.5	3.2
4	Voskhod VNISSOKa	100	82.7	40.1	92	107	6.3	3.2
Early								
5	Patris	102	68.2	33.4	92	72	6.3	3.4
6	Viking	103	41.4	15.2	79	80	4.4	2.8
7	Perst	105	54.5	26.7	90	60	6.1	3.3
Mid-early								
8	Sodruzhestvo	111	77.6	18.9	88	130	6.2	3.3
9	Fakel (control)	114	42.2	12.5	78	76	5.3	3.0

побегов и листьев, количество листьев до первой кисти, количество плодов и завязей. Почти все сорта первые плодовые кисти заложили над 4–5-м листом. Наибольший практический интерес представляют сорта очень ранней группы, образовавшие первую кисть над 4-м листом, ниже 5-го яруса листьев. Дегустационная оценка качества плодов томата показала, что лучшими являются плоды сортов Благодатный, Восход ВНИИССОКа, Патрис, Перст, Содружество, которые получили по пятибалльной шкале 4–4,12 балла. Сорта также отличаются сравнительно высоким показателем сухого вещества (5,3–6,4 %).

Таким образом, сорта очень ранней группы Благодатный, Восход ВНИИССОКа, ранней Перст, Патрис и среднеранней Содружество имеют плоды высоких вкусовых качеств и представляют большой интерес для селекции открытого грунта. Данные сорта обладают хорошим сочетанием хозяйственно ценных признаков и могут быть использованы в последующем как родительские формы для получе-

ния высокоценных гибридов. Благодатный, Восход ВНИИССОКа среди изученных сортов томата наиболее продуктивные и жароустойчивые, с высоким содержанием в плодах сухих веществ. По вкусовым качествам эти сорта превзошли все другие с общей оценкой 4,12 и 4,08 балла соответственно. Для раннеспелых сортов считаем это хорошим показателем, так как их плоды получают меньше солнечного света из-за ускоренного перехода к плодоношению по сравнению с позднеспелыми сортами. Результаты исследований могут быть использованы при выращивании томатов в хозяйствах разных форм собственности, в том числе в личных подсобных хозяйствах и на приусадебных участках как равнинного, так и предгорного Дагестана.

Дальнейшая работа с отечественными сортами будет продолжена. В качестве исходного материала будут привлекаться формы различного географического происхождения из коллекции генетических ресурсов селекционно-семеноводческих хозяйств ведущих НИИ.

Таблица 4

Дегустационная оценка плодов томата по 5-балльной шкале

Агротехнологии

Вариант, сорт	Внешний вид	Нежность кожуры	Окраска, цвет	Консистенция	Вкус	Аромат	Общая оценка	
№	Очень ранние							
1	Северянка	3,35	2,54	3,85	3,64	2,78	3,07	3,20
2	Благодатный	4,44	2,42	4,49	4,45	4,50	4,47	4,12
3	Магнат	3,21	2,54	3,5	3,07	3,35	3,35	3,17
4	Восход ВНИИССОКа	4,38	2,31	4,34	4,48	4,60	4,37	4,08
	Ранние							
5	Патрис	4,30	2,45	4,30	4,37	4,49	4,36	4,04
6	Викинг	3,17	2,54	4,07	3,5	3,07	3,01	3,26
7	Перст	4,32	2,33	4,38	4,34	4,46	4,31	4,02
	Среднеранние							
8	Содружество	4,41	2,25	4,21	4,72	4,54	4,50	4,10
9	Факел (контроль)	4,35	1,0	4,21	4,0	2,71	2,85	3,20

Table 4

Tasting evaluation of tomato fruits, on a 5-point scale

Variant, grade	External links	Tender-ness of the peel	Coloring, color	Consistency	Taste	Aroma	Overall assessment	
No.	Very early							
1	Severyanka	3.35	2.54	3.85	3.64	2.78	3.07	3.20
2	Blagodatnyy	4.44	2.42	4.49	4.45	4.50	4.47	4.12
3	Magnat	3.21	2.54	3.5	3.07	3.35	3.35	3.17
4	Voskhod VNISSOKa	4.38	2.31	4.34	4.48	4.60	4.37	4.08
	Early							
5	Patris	4.30	2.45	4.30	4.37	4.49	4.36	4.04
6	Viking	3.17	2.54	4.07	3.5	3.07	3.01	3.26
7	Perst	4.32	2.33	4.38	4.34	4.46	4.31	4.02
	Mid-early							
8	Sodruzhestvo	4.41	2.25	4.21	4.72	4.54	4.50	4.10
9	Fakel (control)	4.35	1.0	4.21	4.0	2.71	2.85	3.20

Благодарности (Acknowledgements)

Автор выражает особую благодарность и. о. директора ФАНЦ Республики Дагестан Н. М. Ниматулаеву за помощь в проведении настоящих исследований, за советы по выбору сортов отечественной селекции, пригодные для предгорного Дагестана, а также за участие в дегустационной оценке плодов.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ФАНЦ Ре-

спублики Дагестан (отдел плодоовощеводства и виноградарства) по теме FNMN-2022-0009 «Создание новых сортообразцов плодовых культур, адаптированных к стрессовым факторам среды, разработка и освоение экологически безопасных и конкурентоспособных систем производства и переработки плодов, овощей и картофеля».

Библиографический список

1. Ахмедова П. М. Детерминантные сорта томата отечественной селекции в открытом грунте в условиях Дагестана // Вестник Аграрной науки Узбекистана. 2022. № 3 (3). С. 126–130.
2. Буренин В. И., Артемьева А. М. Роль сорта при импортозамещении (на примере овощных культур) // Овощи России. 2018. № 2. С. 10–14. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-2-10-14.
3. Гулин А. В., Донская В. И., Катакаев Н. Х. Критерий оценки качества плодов томата по содержанию сахаров и кислот // Известия ФНЦО. 2019. № 2. С. 79–82. DOI: 10.18619/2658-4832-2019-2-79-82.
4. Грушанин А. И., Есаулова Л. В., Бут Н. Н. Технология выращивания томата в открытом грунте на Кубани: методические указания. Краснодар: ЭДВИ, 2016. 35 с.

5. Маковой М. Д. Селекция томата на устойчивость к стрессовым абиотическим факторам с использованием гаметных технологий. Кишинев, 2018. 473 с.
6. Кондратьева И. Ю., Енгальчев М. Р., Львова А. Ю. Раннеспелые сорта томата открытого грунта для зон рискованного земледелия. Овощи России. 2020. № 2. С. 58–61. DOI: 10.18619/2072-9146-2020-2-58-61
7. Маковой М. Д. Внутрипопуляционная вариабельность в потомствах F3 и F4 томата, полученных от рекомбинантов F2, устойчивых к высокой температуре по признакам мужского гаметофита // Овощи России. 2019. № 4. С. 37–43.
8. Кильчевский А. В., Исаков А. В., Добродькин М. М. Оценка урожайности гибридов и комбинационной способности исходных линий томата в пленочных теплицах // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 3. С. 43–47.
9. Козлова И. В. Создание новых стерильных линий томата с ценными хозяйственными признаками в условиях Юга России // Известия ФАНЦО. 2020. № 2. С. 43–48.
10. Огнев В. В., Чернова Т. В., Костенко А. Н., Барбаричкая И. В. Состояние и перспективные направления селекции томата для открытого грунта России // Картофель и овощи. 2021 № 9. С. 33–36. DOI: 10.25630/PAV.2021.70.53.005.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под общ. ред. М. А. Федина. Москва, 1985. 263 с.
12. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. Москва: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. 648 с.
13. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. Москва: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2018. 224 с.
14. Чернова Т. В., Огнев В. В., Корсунов Е. И. Томаты на юге России // Картофель и овощи. 2019. № 11. С. 20–23.
15. Osei M. K., Prempeh R., Adjebeng-Danquah J. et al. Marker-Assisted Selection (MAS): A Fast-Track Tool in Tomato Breeding // Recent Advances in Tomato Breeding and Production (S. T. Nyaku and A. Danquah, Eds.). InTechOpen, 2018. DOI: 10.5772/intechopen.76007.
16. Скорина В. В., Соляник Т. Л. Биохимический состав сортов томата в открытом грунте // Известия ФНЦО. 2019. № 1. С. 157–159. DOI: 10.18619/2658-4832-2019-1-157-159.
17. Lapenko N. G., Godunova E. I., Dudchenko L. V., Kuzminov S. A., Kapustin A. S.. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. Vol. 6. No. 3. Pp. 6329–6336. DOI: 10.5281/zenodo.2604260.
18. Reshma T., Sarath P. S. Standardization of Growing Media for the Hydroponic Cultivation of Tomato // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. № 6 (7). С. 626–631.
19. Fentik D. A. Review on Genetics and Breeding of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) // Advances in Crop Science and Technology. 2017. No. 5. Article number 306. DOI: 10.4172/2329-8863.1000306.

Об авторе:

Патимат Магомедовна Ахмедова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела плодовоовощеводства, ORCID 0000-0003-4617-4359, AuthorID 763038; +7 (8722) 60-07-26, apm64@mail.ru

¹ Федеральное аграрное научное учреждение Республики Дагестан, Махачкала, Россия

Test results of new semi-lamb tomato varieties in the conditions of the Terek-Sulak lowland of the Republic of Dagestan

P. M. Akhmedova¹✉

¹ Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

✉ [E-mail.ru: apm64@mail.ru](mailto:apm64@mail.ru)

Abstract. The purpose of the research is to study the collection and breeding material of tomatoes with a determinant bush type in open ground conditions, and to identify the best samples based on the results of the research on economically valuable traits for their further use in tomato breeding. **Scientific novelty.** Recent events in the country show the need to study and recommend domestic tomato varieties and hybrids in safe and risky farming zones. The article presents a brief description of new domestic tomato varieties with a short growing season.

Samples of morphological and biometric indicators for the source material of tomato breeding were selected. Varieties with short interphase periods “shoots – flowering”, “flowering – ripening” were identified. On the basis of a comprehensive assessment of early maturity, economically valuable characteristics and tasting evaluation of fruits, promising varieties were noted for recommendation and implementation in the production of the lowland and foothill parts of Dagestan. **Methods.** Field and laboratory. The method for the study was 8 new semi-stamp cultivars of VNISSOK selection. Descriptions of tomato plants were carried out taking into account morphological (stem height, number of shoots, number of leaves, number of brushes, number of ovaries and fruits), agrochemical and complex of economically valuable characteristics (total and early yield, marketability of fruits, fruit weight, dry matter, sugar, fruit tasting evaluation). **Results.** According to the maturation dates, the samples were divided into three groups: very early – Severyanka, Blagodatnyy, Magnat, Voskhod VNISSOKa (97–100 days); early – Patris, Viking, Perst (102–105 days); middle-early – Sodruzhestvo, Fakel (111–114 days). According to the type of bush, we have identified 5 ordinary and semi-lamb samples with a height of no more than 78 cm. Two samples had a height of 50.53 cm (Patris, Perst) and an average fetal weight of 72 and 60 g. Three samples had a height of 70, 71, 72 cm (Voskhod VNISSOKa, Blagodatnyy, Sodruzhestvo) and an average fetal weight of 107, 110, 130 g respectively. According to the output of gross output, the best indicators were of the following varieties: Blagodatnyy – 86.3 t/ha, Voskhod VNISSOKa – 82.7 t/ha, Sodruzhestvo – 77.6 t/ha, Patris – 68.2 t/ha. The following grades had a high yield of marketable products: Voskhod VNISSOKa, Patris – 92 %, Blagodatnyy – 91 %, Perst – 90 %. **Keywords:** tomato, varieties, morphology, ovary, early maturity, growing season, yield, fruit weight, tasting evaluation.

For citation: Akhmedova P. M. Rezul'taty ispytaniy novykh polushtambovykh sortov tomata v usloviyakh Tersko-Sulakskoy nizmennosti Respubliki Dagestan [Test results of new semi-lamb tomato varieties in the conditions of the Terek-Sulak lowland of the Republic of Dagestan] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-2-11. (In Russian.)

Date of paper submission: 20.09.2022, **date of review:** 09.11.2022, **date of acceptance:** 25.11.2022.

References

1. Akhmedova P. M. Determinantnyye sorta tomata otechestvennoy selektsii v otkrytom grunte v usloviyakh Dagestana [Determinant tomato varieties of domestic selection in the open ground in Dagestan] // Bulletin of the Agrarian Science of Uzbekistan. 2022. No. 3 (3). Pp. 126–130. (In Russian.)
2. Burenin V. I., Artem'yeva A. M. Rol' sorta pri importozameshchenii (na primere ovoshchnykh kul'tur) [The role of the variety in import substitution (on the example of vegetable crops)] // Vegetable crops of Russia. 2018. No. 2. Pp. 10–14. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-2-10-14. (In Russian.)
3. Gulin A. V., Donskaya V. I., Katakayev N. Kh. Kriteriy otsenki kachestva plodov tomata po sodержaniyu sakharov i kislot [Criteria for assessing the quality of tomato fruits by the content of sugars and acids] // News of FSVC. 2019. No. 2. Pp. 79–82. DOI: 10.18619/2658-4832-2019-2-79-82. (In Russian.)
4. Grushanin A. I., Esaulova L. V., But N. N. Tekhnologiya vyrashchivaniya tomata v otkrytom grunte na Kubani: metodicheskie ukazaniya [The technology of growing tomatoes in the open ground in the Kuban: methodical instructions]. Krasnodar: EDVI, 2016. 35 p. (In Russian.)
5. Makovey M. D. Seleksiya tomata na ustoychivost' k stressovym abioticheskim faktoram s ispol'zovaniyem gametnykh tekhnologiy [Selection of tomatoes for resistance to stress abiotic factors using newspaper technologies]. Kishinev, 2018. 473 p. (In Russian.)
6. Kondrat'yeva I. Yu., Engalychev M. R., L'vova A. Yu. Rannespelyye sorta tomata otkrytogo grunta dlya zon riskovannogo zemledeliya [Early-maturing varieties of open-ground tomatoes for risky farming zones] // Vegetable crops of Russia. 2020. No. 2. Pp. 58–61. DOI: 10.18619/2072-9146-2020-2-58-61. (In Russian.)
7. Makovey M. D. Vnutripopulyatsionnaya variabel'nost' v potomstvakh F3 i F4 tomata, poluchennykh ot rekombinantov F2, ustoychivyykh k vysokoy temperature po priznakam muzhskogo gametofita [Intrapopulation variability in F3 and F4 tomato offspring obtained from F2 recombinants resistant to high temperature by signs of male gametophyte] // Vegetable crops of Russia. 2019. No. 4. Pp. 37–43. (In Russian.)
8. Kil'chevskiy A. V., Isakov A. V., Dobrod'kin M. M. Otsenka urozhaynosti gibridov i kombinatsionnoy sposobnosti iskhodnykh liniy tomata v plenchnykh teplitsakh [Evaluation of the yield of hybrids and the combinational ability of tomato baselines in film greenhouses] // Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2009. No. 3. Pp. 43–47. (In Beloruss.)
9. Kozlova I. V. Sozdaniye novykh steril'nykh liniy tomata s tsennymi khozyaystvennymi priznakami v usloviyakh Yuga Rossii [Creation of new sterile tomato lines with valuable economic characteristics in the conditions of the South of Russia] // News of FSVC. 2020. No. 2. Pp. 43–48. (In Russian.)

10. Ognev V. V., Chernova T. V., Kostenko A. N., Barbaritskaya I. V. Sostoyaniye i perspektivnyye napravleniya selektsii tomata dlya otkrytogo grunta Rossii [The state and promising directions of tomato breeding for the open ground of Russia] // *Potato and vegetables*. 2021. No. 9. Pp. 33–36. DOI: 10.25630/PAV.2021.70.53.005. (In Russian.)
11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Methodology of the state variety testing of agricultural crops] / Under the general editorship of M. A. Fedin. Moscow, 1985. 263 p. (In Russian.)
12. Litvinov S. S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve [Methods of field experience in vegetable growing]. Moscow: GNU Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut ovoshchevodstva, 2011. 648 p. (In Russian.)
13. Metodicheskiye ukazaniya po aprobatsii ovoshchnykh i bakhchevykh kul'tur [Guidelines for the approbation of vegetable and melon crops]. Moscow: Izd-vo FGBNU FNTsO, 2018. 224 p. (In Russian.)
14. Chernova T. V., Ognev V. V., Korsunov E. I. Tomaty na yuge Rossii [Tomatoes in the south of Russia] // *Potato and vegetables*. 2019. No. 11. Pp. 20–23. (In Russian.)
15. Osei M. K., Prempeh R., Adjebeng-Danquah J. et al. Marker-Assisted Selection (MAS): A Fast-Track Tool in Tomato Breeding // *Recent Advances in Tomato Breeding and Production* (S. T. Nyaku and A. Danquah, Eds.). InTechOpen, 2018. DOI: 10.5772/intechopen.76007.
16. Skorina V. V., Solyanik T. L. Biokhimicheskiy sostav sortov tomata v otkrytom grunte [Biochemical composition of tomato varieties in the open ground] // *Izvestiya FNTsO*. 2019. № 1. Pp. 157–159. DOI: 10.18619/2658-4832-2019-1-157-159. (In Russian.)
17. Lapenko N. G., Godunova E. I., Dudchenko L. V., Kuzminov S. A., Kapustin A. S. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019. Vol. 6. No. 3. Pp. 6329–6336. DOI: 10.5281/zenodo.2604260.
18. Reshma T., Sarath P. S. Standardization of Growing Media for the Hydroponic Cultivation of Tomato // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. No. 6 (7). Pp. 626–631.
19. Fentik D. A. Review on Genetics and Breeding of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) // *Advances in Crop Science and Technology*. 2017. No. 5. Article number 306. DOI: 10.4172/2329-8863.1000306.

Author's information:

Patimat M. Akhmedova¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the fruit and vegetable growing department, ORCID 0000-0003-4617-4359, AuthorID 763038; +7 (8722) 60-07-26, apm64@mail.ru

¹ Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

Оценка качества семенного материала маша (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) лабораторными методами

А. А. Курьянович¹, М. Р. Абдряев¹, А. В. Казарина¹✉

¹ Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова – филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Кинель, Россия

✉ E-mail: kazarinaav@bk.ru

Аннотация. Увеличение количества представителей семейства бобовых актуально для интенсификации сельскохозяйственного производства, решения проблемы получения полноценных, сбалансированных по аминокислотному составу продуктов питания и кормов. При испытании сортообразцов маша (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), из коллекции ВИР в экологических условиях Среднего Поволжья были выявлены сортообразцы, способные созревать и формировать полноценные семена. При определении всхожести семенного материала энергия прорастания менялась от 70 до 100 %, всхожесть от 96 до 100 %. Выявлено, что невсхожими оставались семена по размеру меньше основной массы. В связи с этим возникает необходимость изучить всхожесть в зависимости от размера семян. **Цель** настоящего исследования – оценка влияния размера семян на посевные качества и силу роста маша на начальных этапах онтогенеза. **Методы.** Семена разделили на три фракции: мелкие, средние и крупные. Определили всхожесть семян каждой фракции, установили, что этот процесс зависит и от крупности семян, и от биологических особенностей сортообразца. **Научная новизна.** Впервые в условиях Среднего Поволжья выявлена положительная корреляционная зависимость между крупностью семян и их количественными и качественными характеристиками. **Результаты.** В результате исследований установлено, что сила роста изучаемых образцов высокая, однако выявлены как сортовые различия, так и различия, зависящие от размера семян. Сила роста снижается у обоих сортообразцов с уменьшением крупности семян на 3,4–10,0 %. У образца Салтан эта тенденция выражена в большей степени, чем у образца Гвидон. Но по массе и объему корней образец Гвидон достоверно превышает образец Салтан. Рекомендовано при очистке и сортировке семян маша относить к отходу фракцию, прошедшую через решето с отверстиями 3 мм.

Ключевые слова: маш, проростки, крупность, энергия прорастания, всхожесть, сила роста, посевные качества.

Для цитирования: Курьянович А. А., Абдряев М. Р., Казарина А. В. Оценка качества семенного материала маша (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) лабораторными методами // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 12–22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-12-22.

Дата поступления статьи: 01.03.2022, **дата рецензирования:** 12.05.2022, **дата принятия:** 24.06.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Генофонд бобовых (Fabaceae L.) насчитывает на земном шаре около 20 000 видов, выполняющих существенную роль в биоэкосистеме. Однако они мало изучены в биолого-экономическом отношении, вследствие чего издавна одомашнено и интродуцировано только 15–17 видов (горох, фасоль, соя, нут, бобы, чечевица, арахис, люпин и другие), причём некоторые из них имеют ограниченный ареал и недостаточно используются в растениеводстве [1, с. 4]. В ноябре 2015 г. на 68-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН 2016 г. был провозглашен Международным годом зернобобовых культур. «Зернобобовые могут внести значительный вклад

в решение проблемы голода, недоедания, решение экологических проблем и улучшение здоровья человека», – подчеркнул Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун в письменном заявлении, зачитанном на церемонии открытия Международного года зернобобовых [2, с. 769; 3; 4].

По данным Росстата, зернобобовые в Самарской области занимали в 2018 г. 6,5 % от общих посевных площадей. В 2019 г. посевные площади в регионе сократились до 4,9 % (на 1,6 %). Ассортимент зернобобовых культур, представленных в регионе, включает горох, нут, чечевицу и вику [5, с. 8]. Очевидно, что для интенсификации сельскохозяйственного производства, экономии энергии, реше-

ния проблемы получения полноценных, сбалансированных по аминокислотному составу продуктов питания и кормов увеличение количества представителей семейства бобовых актуально. В научном и селекционном плане эти культуры меньше изучены по сравнению с зерновыми [6; 7. с. 131–133]. При этом общеизвестно, что еще в XIX в. Г. И. Мендель установил законы наследования, используя в качестве объекта исследования горох.

При испытании образцов зернобобовых культур, в том числе и маша (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), из коллекции ВИР в экологических условиях Среднего Поволжья были выявлены образцы, способные созревать и формировать полноценные семена [5, с. 9]. Это культура азиатского происхождения, которую с успехом можно выращивать в Самарской области в качестве пищевой, овощной и кормовой. В рамках современной концепции о здоровом образе жизни и правильном питании проростки маша привлекают внимание как источник полезного, вкусного и доступного дополнения пищевого рациона, получение которого не зависит от времени года и погоды [8, с. 569; 9, с. 62]. Ассортимент сортов маша в нашей стране ограничен, в Государственном реестре недостаточно сортов, пригодных для возделывания в Среднем Поволжье. Продуктивность и устойчивость к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды – важнейшие характеристики интродуцируемых образцов [10, с. 75; 11, с. 60; 12; 13, с. 678–679; 14, с. 958]. В результате изучения коллекции ВИР в 2013 г. из них было отобрано 7 сортообразцов, способных адаптироваться к экологическим условиям региона. Два сортообразца по созреванию были скороспелыми с периодом вегетации 66–73 сутки, пять – среднеспелые с периодом вегетации 80–100 суток. Методом индивидуального отбора из скороспелых образцов был получен перспективный селекционный материал [15, с. 122–124].

В настоящее время маш пользуется особым вниманием как овощная культура. Проростки маша привлекают потребителя легкостью получения, вкусовыми достоинствами, широким спектром применения, физиологическим влиянием на организм. Для выращивания маша на проростки в производственных условиях необходимо иметь сорта, отличающиеся высокой энергией роста, быстрым развитием и накапливающие большую массу. Однако методики по отбору сортов *V. radiata* с высокой силой роста на ранних этапах онтогенеза отсутствуют [16, с. 18].

За все годы исследований при определении всхожести семян образцов маша выявлено изменение энергии прорастания в пределах 70–100 %, всхожести – в пределах 96–100 %. Наше внимание привлекло то, что не прорастали всегда семена меньшего размера, чем их основная масса

семян. Такое явление описано и у других культур [17, с. 47–50; 18]. Всхожесть семян – наиболее значимая характеристика любого семенного материала. Исходя из этого очевидно, что возникает необходимость изучить всхожесть семян в зависимости от их размера.

Цель исследований – провести оценку влияния размера семян на посевные качества и силу роста маша на начальных этапах онтогенеза.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на базе Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН в 2020 г.

Материалом исследования были семена двух перспективных образцов Гвидон и Салтан урожая 2019 г.

По размеру семена разделили на три фракции. Для этого семена просеивали через сита.

I фракция – мелкие – семена проходят через сито с круглыми отверстиями диаметром 3 мм;

II фракция – средние – семена не проходят через сито с круглыми отверстиями диаметром 3 мм, но проходят через сито с круглыми отверстиями диаметром 4,5 мм;

III фракция – крупные – семена не проходят через сито с круглыми отверстиями диаметром 4,5 мм.

Энергию прорастания и всхожесть семян маша из каждой фракции определяли общепринятыми методами (ГОСТ 12038-84[□]).

Прототипом метода определения силы роста семян маша был метод определения этого показателя у зерновых культур и льна [18]. Песок просеивали через сито с ячейками 1 мм, промывали водой и высушивали в сушильном шкафу при температуре 104–108 °С. Подготовленный песок помещали в деревянные ящики высотой 20 см, выстланный двумя слоями полиэтиленовой пленки. Ящики заполняли на 12 см приготовленным песком, уплотняли и выравнивали поверхность, увлажняли до 60 % от полной влагоемкости песка, раскладывали подготовленные семена, несколько вдавливая их, и сверху засыпали сухим песком высотой 3 см. Для обоих сортов в каждом варианте на проращивание закладывали по 100 семян в четырехкратной повторности. Условия выращивания проростков: для освещения использовали фитосветильник «Аламак» со специально подобранными красными светодиодами с длиной волны 630–660 нм и синими с длиной волны 430–460 нм в течение 16 часов в светлое время суток при температуре 26–28 °С; в темное время суток – 8 часов при температуре 22–24 °С. На 10-й день опыта срезали на уровне поверхности песка надземную часть растений, взвешивали и измеряли длину ростков. Затем выкапывали из песка корни, смывали с них песок, давали стечь воде, раскладывая корни на фильтровальной бумаге, после этого взвешивали, измеряли длину корня и определяли

объем корневой системы. Для определения объема корневой системы использовали цилиндры объемом 10 мл. Цилиндр заполняли водой до 5 мл, 10 корешков помещали в воду и фиксировали повышение уровня жидкости. Объем корневой системы одного растения рассчитывали по формуле:

$$B = \frac{A_2 - A_1}{10} \text{ мл,}$$

где A_1 – уровень воды в цилиндре без корней, мл;
 A_2 – уровень воды в цилиндре с десятью корешками, мл;

B – объем корневой системы одного растения, мл.

Обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [19] с использованием компьютерной программы Office Excel методами дисперсионного и корреляционного анализов.

Результаты (Results)

Практика показывает, что те семена, которые прорастают до момента определения энергии прорастания, способны дать нормальную всхожесть в полевых условиях [20, с. 264; 21, с. 522].

Полученные данные свидетельствуют, что энергия прорастания у семян обоих образцов фракций «крупные» и «средние» не имеет существенной разницы (таблица 1).

Энергия прорастания семян фракции «мелкие» существенно уступает этому показателю семян более крупных фракций. Можно предположить, что семена фракций «крупные» и «средние» в полевых условиях обеспечат дружные и сильные всходы.

При выращивании проростков маша для пищевых целей энергия прорастания является объективной характеристикой получения количества 1–3-дневных проростков из семенного материала.

Хорошо развитый корешок на первых этапах органогенеза является основой для формирования надземных вегетативных органов на ранних этапах жизни, а затем и генеративных органов. В итоге агроценоз, созданный из таких растений, будет максимально продуктивным в конкретных почвенно-климатических условиях. Всходы из семян фракции «мелкие» будут растянуты во времени, более медленное развитие корневой системы на первых этапах органогенеза не будет способствовать хорошему формированию надземной массы и высокой интенсивности продукционного процесса.

Более полную информацию о том, какие проростки в полевых условиях смогут преодолеть лежащий над ними слой почвы и дать хорошие, дружные всходы, может метод определения силы роста семян. Основным качественным показателем силы роста является масса всходов (ростков и корешков) с пересчетом на 100 растений.

Таблица 1
Посевные качества и биометрические показатели проростков маша в зависимости от крупности семян

Вариант	Посевные качества, %		Длина, мм		Отношение росток/корешок
	Энергия прорастания	Всхожесть	Корешков	Ростков	
Гвидон					
Крупные	99,33	100,00	27,55	19,29	0,70
Средние	98,00	100,00	25,00	28,00	1,12
Мелкие	83,50	94,33	23,20	29,93	1,29
Салтан					
Крупные	96,33	100,00	29,30	16,73	0,57
Средние	96,00	99,33	25,20	31,73	1,26
Мелкие	78,67	94,67	21,10	29,77	1,41
НСР ₀₁	2,35	3,68	3,95	1,88	

Table 1
Seed quality and biometric indicators of Mung bean depending on size

Variant	Sowing qualities of seeds, %		Length, mm		Relationship sprout/root
	Seed vigor	Germination	Root	Sprout	
Gvidon					
Large	99.33	100.00	27.55	19.29	0.70
Medium	98.00	100.00	25.00	28.00	1.12
Small	83.50	94.33	23.20	29.93	1.29
Saltan					
Large	96.33	100.00	29.30	16.73	0.57
Medium	96.00	99.33	25.20	31.73	1.26
Small	78.67	94.67	21.10	29.77	1.41
LCD ₀₁	2.35	3.68	3.95	1.88	



Рис. 1. Проростки маша образца Салтан. Второй день.
Семена в чашках Петри слева направо: крупные, средние, мелкие
Fig. 1. Seedlings of mung bean of the Saltan sample. The second day.
Seeds in Petri dishes from left to right: large, medium, small

Таблица 2

Показатели всхожести при определении силы роста семян маша

Вариант (фракция семян по крупности)	Здоровые ростки, вышедшие на поверхность, %	Нормально проросшие ростки, не вышедшие на поверхность, %	Больные и проросшие ростки, не вышедшие на поверхность, %	Набухшие семена, %	Ненормально проросшие семена, %	Загнившие семена, %
Гвидон						
Крупные	100,0	–	–	–	–	–
Средние	98,6	1,4	–	–	–	–
Мелкие	96,6	3,4	–	–	–	–
Салтан						
Крупные	100,0	–	–	–	–	–
Средние	98,9	1,1	–	–	–	–
Мелкие	90,0	10,0	–	–	–	–

Table 2

Germination indicators in determining the strength of the growth of mung bean seeds

Variant (seed fraction by size)	Healthy sprouts that are on the surface, %	Normally sprouted sprouts that are not on the surface, %	Sick and sprouted sprouts that are not on the surface, %	Swollen seeds, %	Abnormally sprouted seeds, %	Rotten seeds, %
Gvidon						
Large	100.0	–	–	–	–	–
Medium	98.6	1.4	–	–	–	–
Small	96.6	3.4	–	–	–	–
Saltan						
Large	100.0	–	–	–	–	–
Medium	98.9	1.1	–	–	–	–
Small	90.0	10.0	–	–	–	–

Полученные данные свидетельствуют, что сила роста изучаемых образцов высокая, однако выявлены как сортовые различия, так и различия каждого образца, зависящие от крупности семян (таблица 2). Так, у обоих образцов из семян фракции «крупные» получены здоровые ростки, вышедшие на поверхность. У семян фракции «средние» процент здоровых ростков тоже высокий (98,0 %). У сортообразца Гвидон количество нормально проросших, но не вышедших на поверхность ростков

составило 1,4 %, что на 0,3 % выше, чем у Салтана. Более значительные различия по данному показателю между образцами отмечались у фракции семян «мелкие». У образца Гвидон между семенами фракций «крупные» и «мелкие» различия 3,4 %, а у сорта Салтан – 10,0 %.

Таким образом, сила роста снижается у обоих образцов с уменьшением крупности семян, однако у сорта Салтан эта тенденция выражена в большей степени, чем у образца Гвидон.

Таблица 3

Влияние фракции семян на параметры проростков сортообразцов маша

Агротехнологии

Вариант	Средняя длина ростка, мм	Масса 100 ростков, г	Средняя длина корня, мм	Масса 100 корней, г	Объем 100 корней, мл
Гвидон					
Крупные	168,0	25,6	64,40	7,2	16,3
Средние	151,3	19,4	49,73	6,9	7,4
Мелкие	154,7	19,8	37,27	6,8	4,2
Салтан					
Крупные	151,3	24,2	71,40	5,8	12,0
Средние	137,3	19,2	64,33	4,6	5,2
Мелкие	139,3	19,2	58,13	4,3	3,3
НСП ₀₁ АВ	10,2	0,7	3,54	0,6	2,1
НСП ₀₁ А	6,6	0,3	1,97	0,3	0,8
НСП ₀₁ В	7,2	0,9	3,04	0,3	0,8

Примечание. Фактор А – генотип; фактор В – размер семян.

Table 3

Qualitative indicators of the mung bean seed spread

Variant	Average sprout length, mm	Weight of 100 sprouts, g	Average root length, mm	Weight of 100 roots, g	Volume of 100 roots, ml
Gvidon					
Large	168.0	25.6	64.40	7.2	16.3
Medium	151.3	19.4	49.73	6.9	7.4
Small	154.7	19.8	37.27	6.8	4.2
Saltan					
Large	151.3	24.2	71.40	5.8	12.0
Medium	137.3	19.2	64.33	4.6	5.2
Small	139.3	19.2	58.13	4.3	3.3
LCD ₀₁ AB	10.2	0.7	3.54	0.6	2.1
LCD ₀₁ A	6.6	0.3	1.97	0.3	0.8
LCD ₀₁ B	7.2	0.9	3.04	0.3	0.8

Note. Factor A – genotype; factor B – seed size.

Данные двухфакторного дисперсионного анализа показали достоверное влияние размера семян и генотипа на параметры проростков маша. Так, масса ростков у сортообразца Гвидон, полученная из семян всех трех фракций, достоверно превышает этот показатель у сорта Салтан (таблица 3). Но преимущественное влияние размера семян выявлено только на величину ростков у каждого сортообразца, полученных из семян фракции «крупные».

По размерам и массе ростков, полученных из семян фракций «средние» и «мелкие», статистически значимых на уровне $p < 0,01$ различий не выявлено. Иначе прослеживается тенденция развития корневой системы. Так, средняя длина зародышевого корешка у растений сорта Салтан различных фракций достоверно превышает линейные размеры корешков образца Гвидон. Но по массе и объему корней сортообразец Гвидон достоверно превышает Салтан. Выявленная закономерность прослеживается при сравнении этих показателей во всех трёх фракциях. Преимущество образца Гвидон по массе и объему корней обусловлено тем, что на зароды-

шевом корешке десятидневного растения сортообразца Гвидон интенсивно образуются боковые корешки. У растений сорта Салтан на этом же этапе органогенеза корешок длинный и тонкий, боковые корешки образуются позднее. Можно предположить, что благодаря биологическим особенностям продукционный процесс образца Гвидон в течение всего вегетационного периода полнее обеспечивается водой, минеральными элементами и продуктами фотосинтеза, в результате формируется максимально возможная продуктивность растений агроценоза в конкретных условиях.

В результате проведенного корреляционного анализа выявлена средняя корреляционная связь ($r = 0,40; 0,52$) между энергией прорастания и длиной и массой ростка у обоих образцов (таблица 4). Отмечена средняя корреляционная зависимость длины ростка ($r = 0,32; 0,32$) и массы ростков от всхожести (у Салтана $r = 0,49$, у Гвидона $r = 0,45$).

У сорта Салтан выявлена средняя корреляционная зависимость ($r = 0,67$) с энергией прорастания и сильная корреляция ($r = 0,74$) с всхожестью.

Таблица 4
Коэффициенты корреляции (r) между посевными качествами, ростовыми показателями и крупностью семян у растений маша

Ростовые показатели	Длина ростка, мм	Масса ростка, г	Длина корня, мм	Масса корня, г	Объем корневой системы, мл	Размер семян, мм
Гвидон						
Энергия прорастания, %	0,40	0,52	0,88	0,75	0,76	0,90
Всхожесть, %	0,32	0,45	0,84	0,84	0,71	0,87
Салтан						
Энергия прорастания, %	0,40	0,51	0,78	0,67	0,68	0,87
Всхожесть, %	0,32	0,49	0,90	0,74	0,75	0,92

Table 4
Correlation coefficients (r) between sowing qualities, growth indicators and seed size in mung bean

Growth indicators	Sprout length, mm	Sprout weight, g	Root length, mm	Root weight, g	Volume of all roots, ml	Seed size, mm
Gvidon						
Seed vigor, %	0.40	0.52	0.88	0.75	0.76	0.90
Seed germination, %	0.32	0.45	0.84	0.84	0.71	0.87
Saltan						
Seed vigor, %	0.40	0.51	0.78	0.67	0.68	0.87
Seed germination, %	0.32	0.49	0.90	0.74	0.75	0.92

Таблица 5
Коэффициенты корреляции (r) между ростовыми показателями у растений маша

Ростовые показатели	Длина ростка, мм	Масса ростка, г	Длина корня, мм	Масса корня, г	Объем корневой системы, мл	Размер семян, мм
Длина ростка, мм	–	0,75	0,78	0,89	0,78	0,51
Масса ростка, г	0,75	–	1,0	0,37	0,93	0,84
Длина корня, мм	–	0,56	–	0,46	0,58	0,73
Масса корня, г	–	–	–	–	0,55	0,34
Объем корня, мл	–	–	–	–	–	0,91

Table 5
Coefficients of correlation (r) between the growth indicators in mung bean

Growth indicators	Sprout length, mm	Sprout weight, g	Root length, mm	Root weight, g	Volume of all roots, ml	Seed size, mm
Sprout length, mm	–	0.75	0.78	0.89	0.78	0.51
Sprout weight, g	0.75	–	1.0	0.37	0.93	0.84
Root length, mm	–	0.56	–	0.46	0.58	0.73
Root weight, g	–	–	–	–	0.55	0.34
Volume of all roots, ml	–	–	–	–	–	0.91

У образца Гвидон прослеживается сильная корреляционная зависимость между объемом корневой системы и энергией прорастания ($r = 0,71$) и всхожестью ($r = 0,76$), а у сорта Салтан – средняя корреляция между этим показателем и энергией прорастания ($r = 0,68$) и сильная – с всхожестью ($r = 0,75$). Между размером семян и посевными качествами выявлена сильная корреляция у обоих

образцов, с энергией прорастания – $r = 0,87$; $0,90$; с всхожестью – $r = 0,92$; $0,87$ у Салтана и Гвидона соответственно.

Проследили корреляционные связи основного качественного показателя растений маша с другими ростовыми показателями и размером семян маша (таблица 5).

Выявили, что между основными качественными показателями (масса всходов с пересчетом на 100 растений) и всеми ростовыми показателями положительные коэффициенты корреляции, что согласуется с полученными результатами в других исследованиях [21, с. 525–528; 22, с. 754–755]. Так, с длиной ростка в сильной степени коррелируют масса ростка ($r = 0,75$), длина и масса корня ($r = 0,78; 0,89$) и объем корневой системы ($r = 0,78$). Между длиной ростка и размером семян выявлена средняя корреляция ($r = 0,51$). Наиболее сильная сопряженность выявлена между массой ростка и длиной корня ($r = 1,00$), а также с объемом корневой системы ($r = 0,93$). Сильная корреляция выявлена между массой ростка и размером семян ($r = 0,84$), средняя корреляция с массой корня ($r = 0,37$). Между длиной корня и массой ростка, массой корня и объемом корневой систем выявлена средняя корреляция ($r = 0,56; 0,46; 0,58$) и сильная корреляция с размером семян ($r = 0,73$). Между массой корня, объемом корней, размером семян выявлена средняя корреляция ($r = 0,55; 0,34$). Наиболее сильная корреляция выявлена между объемом корневой системы и размером семян ($r = 0,91$).

Таким образом, установлена зависимость посевных качеств семян и признаков, характеризующих силу роста, от размера семян маша. Также изученные нами признаки зависели от индивидуальных свойств изучаемых генотипов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Показатели качества семян маша, определяемые лабораторными методами, позволяют с большей достоверностью оценить ростовые процессы растений, полученных из этих семян, на ранних этапах органогенеза в полевых условиях.

Энергия прорастания и всхожесть семян имеют тенденцию к снижению по мере убывания размера семян маша. Сила роста испытанных сортообраз-

цов высокая, однако выявлены как видовые различия, так и различия каждого сорта, зависящие от размера семян. Так, сила роста снижается у обоих образцов с уменьшением крупности семян. У сорта Салтан эта тенденция выражена в большей степени, чем у образца Гвидон.

По признакам, характеризующим силу роста, установлено преимущество ростков, полученных из семян фракции «крупные». Между фракциями «средние» и «мелкие» по этому показателю различий не выявлено. Масса ростков, полученных из семян образца Салтан всех трех фракций, уступает массе ростков образца Гвидон на 1,0–3,0 %. По длине ростков пролеживаются аналогичные зависимости.

У растений из всех трех фракций средняя длина корешка проростка сортообразца Салтан значительно превышает линейные размеры корешка сортообразца Гвидон на 9,8–35,9 %. Но по массе и объему корней образец Гвидон достоверно превышает образец Салтан.

Выявлена положительная корреляционная зависимость между крупностью семян и их количественными и качественными характеристиками. Так с длиной ростка сильно коррелируют масса ростка ($r = 0,75$), длина и масса корня ($r = 0,78; 0,89$) и объемом корневой системы ($r = 0,78$). Также между размером семян и посевными качествами выявлена сильная корреляция у обоих образцов, с энергией прорастания $r = 0,87 - 0,90$, с всхожестью $r = 0,87 - 0,92$.

Таким образом, при очистке и сортировке семян маша семена, прошедшие через решето с отверстиями 3 мм, относить к отходу. В качестве семенного материала для получения дружных и сильных всходов, рекомендуется использовать семена маша по размеру более 3 мм.

Библиографический список

1. Зотиков В. И., Наумкина Т. С., Сидоренко В. С. Зернобобовые культуры в экономике России // Земледелие. 2014. № 4. С. 4–8.
2. Burlyayeva M. O., Vishnyakova M. A., Gurkina M., Kozlov K., Lee C.-R., Ting C.-T., Schafleitner R., Nuzhdin S., Samsonova M., von Wettberg E. Collections of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) and urdbean [*V. mungo* (L.) Hepper] in Vavilov Institute (VIR): traits diversity and trends in the breeding process over the last 100 years // Genetic Resources and Crop Evolution. 2019. Vol. 66. Iss. 4. Pp 767–781.
3. Международный год зернобобовых 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/pulses-2016/ru> (дата обращения: 10.06.2021).
4. ILDIS World Database of Legumes. International Legume Lftfbase Database & Information Service [e-resource]. URL: <http://www.ildis.org> (date of reference: 15.06.2021).
5. Курьянович А. А. Морфологические признаки сортообразца маша (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) зернового направления для климатических условий Среднего Поволжья // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 11-1. С. 8–12.
6. Ravshanova N. A., Usmonov I. M., Chulliyev A., Isroilov B., Rahimova D., Usmanova Z., Abdumajitov A. Growth and development of mung bean (*Vigna radiata* (L.)) depending on sowing methods // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2020”. 2020. Article number 012126. DOI: 10.1088/1755-1315/614/1/012126.

7. Бурляева М. О., Гуркина М. В., Самсонова М. Г., Вишнякова М. А. Эколого-географическое изучение маша (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) из коллекции ВИР // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182. № 1. С. 131–141.
8. Молчанова Е. Н., Иноземцева Ю. С., Исабаев И. Б. О тенденциях производства (*Vigna radiata*) и перспективах его использования // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник по материалам V Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ. Краснодар. 2019. С. 569–576.
9. Суховарова М. А., Чижилова О. Г., Коршенко Л. О. Перспективы использования семян маша в хлебопечении // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 1. С. 61–66.
10. Sushkevich N. I., Zabegaeva O. N., Burlyayeva M. O. The effect of growing conditions and the year of reproduction on sowing qualities of seeds, morphological and physiological characteristics in sprouts of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020. Vol. 181. No. 2. Pp. 73–86.
11. Douglas C. et al. Breeding Progress and Future Challenges: Abiotic Stresses // In: The Mungbean Genome. Compendium of Plant Genomes / R. Nair, R. Schafleitner, Lee S. H. (eds.). 2020. Pp. 55–80. DOI: 10.1007/978-3-030-20008-4_6.
12. Sokolova A. B., Burlyayeva M. O., Valyanikova T. I., Vishnyakova M. A., Schafleitner R., Lee C., Ting C., Madhavan N., Nuzhdin S. V., Samsonova M. G., von Wettberg E. Genome-wide association study in accessions of the mini-core collection of mungbean (*Vigna radiata*) from the World Vegetable Gene Bank (Taiwan) // BMC Plant Biology. 2020. Vol. 20 (Suppl. 1). Article number 363. DOI: 10.1186/s12870-020-02579-x.
13. Sokolova A. B., Vishnyakova M. A., Ting C., Burlyayeva M. O., Schafleitner R., Nuzhdin S. V., Samsonova M. G., von Wettberg E., Valyanikova T. I., Lee C. Analysis of agronomic traits of mungbean (*Vigna radiata*) accessions from the World Vegetable Gene Bank (Taiwan) Bioinformatics of genome regulation and structure/systems biology (bgrs/sb-2020). The Twelfth International Multiconference. Abstracts. Novosibirsk: ICG SB RAS, 2020. Pp. 675–683.
14. Вишнякова М. А., Бурляева М. О., Самсонова М. Г. Маш и урд: перспективы возделывания и селекции в Российской Федерации // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2018. № 22 (8). С. 957–966.
15. Курьянович А. А. Формирование селекционного материала маша (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) для создания сортов, адаптированных к погодно-климатическим условиям Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН. 2019. Т. 21. № 6. С. 122–124.
16. Сушкевич А. В., Бурляева М. О. Оценка силы роста, энергии прорастания и морфологических показателей *Vigna radiata* (L.) на ранней стадии онтогенеза // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2019. № 1 (58). С. 17–22. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.58.17-22.
17. Ullah F., Khan M., Hassan M., Gul R. Genotypic differences among mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes for yield and associated traits // International Journal of Applied Agricultural Sciences. 2017. No. 3 (2). Pp. 47–50. DOI: 10.11648/j.ijaas.20170302.13.
18. Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение. Москва: Сельхозиздат, 1963. 303 с.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
20. Сушкевич А. В., Забегаяева О. Н., Бурляева М. О. Разработка методики оценки силы роста (*Vigna radiata* (L.) Wilczek.) на ранних стадиях онтогенеза // Сборник тезисов: 125 лет прикладной ботаники в России. Санкт-Петербург, 2019. С. 264.
21. Garg G. K., Verma P. K., Kesh H., Kumar A. Genetic variability, character association and genetic divergence for seed quality traits in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) // Indian journal of agricultural research. 2017. No. 51 (6). Pp. 521–528. DOI: 10.18805/IJAr.A-4929.
22. Jayaprada T. A., Lavanya G. R., Babu V. R., Sai Ch. N., Reddy T. S. Correlation and Path Analysis of Yield Contributing Traits and Seed Yield in Greengram (*Vigna Radiata* (L.) Wilczek) // Indian Journal of Agricultural Research. 2019. No. 53. Pp. 753–755. DOI: 10.18805/IJAr.A-5174.

Об авторах:

Анна Антоновна Курьянович¹, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории интродукции, селекции кормовых и масличных культур, ORCID 0000-0002-2673-7647, AuthorID 362495; +7 937 219-34-61, gnu_pniiss@mail.ru

Мянсур Равилович Абдраев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID 0000-0002-3795-5869, AuthorID 877052; +7 927 013-25-79, alcazar@rambler.ru

Александра Владимировна Казарина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией интродукции, селекции кормовых и масличных культур, ORCID 0000-0001-9535-7691, AuthorID 842354; +7 927 732-57-96, kazarinaav@bk.ru

¹ Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова – филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Кинель, Россия

Evaluation of the quality of seed material mungbean (*Vigna Radiata* (L.) Wilczek) using laboratory methods

A. A. Kuryanovich¹, M. R. Abdryaev¹, A. V. Kazarina¹✉

¹ Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P. N. Konstantinov – a branch of Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kinel, Russia

✉ E-mail: kazarinaav@bk.ru

Abstract. An increase in the number of representatives of the legume family is important for the intensification of agricultural production, solving the problem of obtaining complete, balanced in terms of amino acid composition of food and feed. When testing varieties of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek.) from the VIR collection in the ecological conditions of the Middle Volga region, varieties were identified that are able to ripen and form full-fledged seeds. When determining the germination of seed material, the germination energy varied from 70 to 100 %, germination from 96 to 100 %. It was revealed that the seeds remained unsimilar, smaller in size than the main mass. In this regard, there is a need to study the germination depending on the size of the seeds. **The purpose** of the research is the evaluation of the influence of seed size on sowing qualities and growth power of mung bean at the initial stages of ontogenesis. **Methods.** Seeds were divided into three fractions “small”, “medium” and “large”. The germination of seeds of each fraction was determined, and it was found that this process depends both on the size of the seeds and on the biological characteristics of the variety. **Scientific novelty.** For the first time in the conditions of the Middle Volga region, a positive correlation was found between the size of seeds and their quantitative and qualitative characteristics. **Results.** As a result of the research, it was found that the growth force of the studied samples was high, however, both varietal differences and differences depending on the size of the seeds were revealed. The growth force decreases in both varieties with a decrease in seed size by 3.4–10.0 %. In the Saltan sample, this tendency is more pronounced than in the Gvidon sample. But in terms of mass and volume of roots, the Gvidon sample significantly exceeds the Saltan sample. It is recommended that when cleaning and sorting mung bean seeds, the fraction that has passed through a sieve with 3 mm holes is considered waste.

Keywords: mung bean, seedlings, grain size, germination energy, germination, growth vigor, sowing qualities.

For citation: Kuryanovich A. A., Abdryaev M. R., Kazarina A. V. Otsenka kachestva semennogo materiala masha (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) laboratornymi metodami [Evaluation of the quality of seed material of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) by laboratory methods] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 12–22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-12-22. (In Russian.)

Date of paper submission: 01.03.2022, **date of review:** 12.05.2022, **date of acceptance:** 24.06.2022.

References

1. Zotikov V. I., Naumkina T. S., Sidorenko V. S. Zernobobovye kul'tury v ekonomike Rossii [Legume family in Russian Economy] // Zemledelie. 2014. No. 4. Pp. 4–8. (In Russian.)
2. Burlyayeva M. O., Vishnyakova M. A., Gurkina M., Kozlov K., Lee C.-R., Ting C.-T., Schafleitner R., Nuzhdin S., Samsonova M., von Wettberg E. Collections of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) and urdbean [*V. mungo* (L.) Hepper] in Vavilov Institute (VIR): traits diversity and trends in the breeding process over the last 100 years // Genetic Resources and Crop Evolution. 2019. Vol. 66. Iss. 4. Pp 767–781.
3. Mezhdunarodnyy god zernobobovykh 2016 [Legume family International year 2016] [e-resource]. URL: <http://www.fao.org/pulses-2016/ru> (date of reference: 10.06.2021). (In Russian.)
4. ILDIS World Database of Legumes. International Legume Lftfbase Database & Information Service [e-resource]. URL: <http://www.ildis.org> (date of reference: 15.06.2021).

5. Kur'yanovich A. A. Morfologicheskie priznaki sortoobraztsa masha (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) zernovogo napravleniya dlya klimaticheskikh usloviy Srednego Povolzh'ya [Morphological features of Mung bean grain variety (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) for the Middle Volga climatic conditions] // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2018. No. 11-1. Pp. 8–12. (In Russian.)
6. Ravshanova N. A., Usmonov I.M., Chulliyev A., Isroilov B., Rahimova D., Usmanova Z., Abdumajitov A. Growth and development of mung bean (*Vigna radiata* (L.)) depending on sowing methods // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering 2020”. 2020. Article number 012126. DOI: 10.1088/1755-1315/614/1/012126.
7. Burlyaeva M. O., Gurkina M. V., Samsonova M. G., Vishnyakova M. A. Ekologo-geograficheskoe izuchenie masha (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) iz kolleksii VIR [Ecological and geographical study of mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) from the VIR collection] // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2021. Vol. 182. No. 1. Pp. 131–141. (In Russian.)
8. Molchanova E. N., Inozemtseva Yu. S., Isabaev I. B. O tendentsiyakh proizvodstva (*Vigna radiata*) i perspektivakh ego ispol'zovaniya [On production trends (*Vigna radiata*) and the prospects for its use] // Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: sbornik po materialam V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 15-letiyu kafedry tekhnologii khraneniya i pererabotki zhivotnovodcheskoy produktsii Kubanskogo GAU. Krasnodar, 2019. Pp. 569–576. (In Russian.)
9. Sukhvarova M. A., Chizhikova O. G., Korshenko L. O. Perspektivy ispol'zovaniya semyan masha v khlebopechenii [Prospects for the use of Mung seed in baking] // Agricultural Journal in the Far East Federal District. 2017. No. 1. Pp. 61–66. (In Russian.)
10. Sushkevich N. I., Zabegaeva O. N., Burlyaeva M. O. The effect of growing conditions and the year of reproduction on sowing qualities of seeds, morphological and physiological characteristics in sprouts of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020. Vol. 181. No. 2. Pp. 73–86.
11. Douglas C. et al. Breeding Progress and Future Challenges: Abiotic Stresses // In: The Mungbean Genome. Compendium of Plant Genomes / R. Nair, R. Schafleitner, S. H. Lee (Eds.). 2020. Pp. 55–80. DOI: 10.1007/978-3-030-20008-4_6.
12. Sokolova A. B., Burlyaeva M. O., Valyanikova T. I., Vishnyakova M. A., Schafleitner R., Lee C., Ting C., Madhavan N., Nuzhdin S. V., Samsonova M. G., von Wettberg E. Genome-wide association study in accessions of the mini-core collection of mungbean (*Vigna radiata*) from the World Vegetable Gene Bank (Taiwan) // BMC Plant Biology. 2020. Vol. 20 (Suppl. 1). Article number 363. DOI: 10.1186/s12870-020-02579-x.
13. Sokolova A. B., Vishnyakova M. A., Ting C., Burlyaeva M. O., Schafleitner R., Nuzhdin S. V., Samsonova M. G., von Wettberg E., Valyanikova T. I., Lee C. Analysis of agronomic traits of mungbean (*Vigna radiata*) accessions from the World Vegetable Gene Bank (Taiwan) Bioinformatics of genome regulation and structure/systems biology (bgrs/sb-2020). The Twelfth International Multiconference. Abstracts. Novosibirsk: ICG SB RAS, 2020. Pp. 675–683.
14. Vishnyakova M. A., Burlyaeva M. O., Samsonova M. G. Mash i urd: perspektivy vozdeleyvaniya i selektsii v Rossiyskoy Federatsii [Mungbean and others//: Agriculture and Selection Prospective in Russian Federation] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. No. 22 (8). Pp. 957–966. (In Russian.)
15. Kur'yanovich A. A. Formirovanie selektsionnogo materiala masha (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) dlya sozdaniya sortov, adaptirovannykh k pogodno-klimaticheskim usloviyam Srednego Povolzh'ya [Mungbean Pedigree seed formation for the development (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) of varieties suitable to the environmental conditions of the MiddleVolga region] // Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2019. Vol. 21. No. 6. Pp. 122–124. (In Russian.)
16. Sushkevich A. V., Burlyaeva M. O. Otsenka sily rosta, energii prorastaniya i morfologicheskikh pokazateley *Vigna radiata* (L.) na ranney stadii ontogeneza [Assessment of growth force, germination energy and morphological indicators of *Vigna radiata* (L.) at an early stage of ontogenesis] // Eurasian Union of Scientists. 2019. No. 1 (58). Pp. 17–22. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.58.17-22. (In Russian.)
17. Ullah F., Khan M., Hassan M., Gul R. Genotypic differences among mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes for yield and associated traits // International Journal of Applied Agricultural Sciences. 2017. No. 3 (2). Pp. 47–50. DOI: 10.11648/j.ijaas.20170302.13.
18. Kuleshov N. N. Agronomicheskoe semenovedenie [Agronomical Seed Studies]. Moscow: Sel'khozizdat, 1963. 303 p. (In Russian.)
19. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 5th edition, enlarged and revised. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)
20. Sushkevich A. V., Zabegaeva O. N., Burlyaeva M. O. Razrabotka metodiki otsenki sily rosta (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) na rannikh stadiyakh ontogeneza [Development of a methodology for assessing the strength of

growth (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) at the early stages of ontogenesis] // Sbornik tezisov: 125 let prikladnoy botaniki v Rossii. Saint Petersburg, 2019. Pp. 264. (In Russian.)

21. Garg G. K., Verma P. K., Kesh H., Kumar A. Genetic variability, character association and genetic divergence for seed quality traits in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) // Indian journal of agricultural research. 2017. No. 51 (6). Pp. 521–528. DOI: 10.18805/IJArE.A-4929.

22. Jayaprada T. A., Lavanya G. R., Babu V. R., Sai Ch. N., Reddy T. S. Correlation and Path Analysis of Yield Contributing Traits and Seed Yield in Greengram (*Vigna Radiata* (L.) Wilczek) // Indian Journal of Agricultural Research. 2019. No. 53. Pp. 753–755. DOI: 10.18805/IJArE.A-5174.

Authors' information:

Anna A. Kuryanovich¹, candidate of biological sciences, associate professor, senior researcher, laboratory of introduction, selection of forage and oilseeds, ORCID 0000-0002-2673-7647, AuthorID 362495; +7 937 219-34-61, gnu_pniiss@mail.ru

Myansur R. Abdryaev¹, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of breeding and seed production of winter wheat, ORCID 0000-0002-3795-5869, AuthorID 877052; +7 927 013-25-79, alcazar@rambler.ru

Aleksandra V. Kazarina¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the laboratory for introduction, selection of forage and oilseeds, ORCID 0000-0001-9535-7691, AuthorID 842354; +7 927 732-57-96, kazarinaav@bk.ru

¹ Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P. N. Konstantinov – a branch of Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kinel, Russia

Новые формы чеснока ярового для селекционного процесса в условиях Северо-Востока

В. М. Мотов¹✉, Т. М. Середин², Е. А. Слюдова^{1, 2}, В. В. Шумилина³

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, Киров, Россия

²Федеральный научный центр овощеводства, ВНИИССОК, Россия

³Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР)», Санкт-Петербург, Россия

✉ E-mail: ovoshevodstvonii@mail.ru

Аннотация. В условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) проведена экспериментальная работа по изучению коллекции ярового чеснока. **Цель** исследования – оценить селекционный материал чеснока ярового по хозяйственно ценным признакам в условиях Северо-Востока и выделить перспективные образцы для дальнейшего изучения, отметив образцы, способные использоваться при механизированном разделении зубков и в дальнейшем при посадке. Планируемая модель сорта должна быть следующей: луковица не менее 45 г, зубки – 4,5 г, количество зубков – 11–13 шт. **Методы.** Оценивали 18 сортообразцов: 9 – ООО НПФ «Агросемтомс», 9 – коллекционного питомника Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР). В результате изучения выделено 6 перспективных сортообразцов. **Результаты.** Наибольшая урожайность получена у сортообразца № 129, она составила 1,64 кг/м², что на 0,69 кг/м² превышает контроль – сорт чеснока ярового Совет (НСР₀₅ = 0,2). Масса луковицы составила 58 г, что на 18 г превышает контроль. У сортообразцов № 148 и № 129 отмечено наибольшее количество зубков – 14 и 13 шт. соответственно. У этих же образцов выявлена наибольшая масса зубка: 4 и 4,4 г соответственно. По биохимическому анализу между сортообразцами различий не выявлено, однако по количеству сахаров стоит отметить сорт Совет с содержанием сахара 6,38 %. **Научная новизна.** Впервые были выделены образцы ярового чеснока (АСТ-129, АСТ-146, АСТ-148), которые формируют стрелку и образуют жизнеспособные воздушные луковички. Образование воздушных луковичек у ярового чеснока способствует оздоровлению и ускоряет процесс размножения сорта. Стрелкующийся яровой чеснок имеет лучевое направление зубков, и это способствует получению большого количества полноценных зубков, что позволяет увеличить коэффициент размножения. Полученные результаты по оценке исходных коллекционных сортообразцов имеют большую практическую значимость и могут использоваться в производстве и селекционной работе.

Ключевые слова: стрелкующийся чеснок яровой, селекция, сортообразец, коллекционный питомник, урожайность, биометрические показатели, морфологические особенности.

Для цитирования: Мотов В. М., Середин Т. М., Слюдова Е. А., Шумилина В. В. Новые формы чеснока ярового для селекционного процесса в условиях Северо-Востока // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 23–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-23-33.

Дата поступления статьи: 28.11.2022, **дата рецензирования:** 14.12.2022, **дата принятия:** 29.12.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Чеснок – одна из наиболее ценных овощных культур, пользующаяся большим спросом у населения [1–3]. По площади посева и валовой продукции среди других овощных культур чеснок занимает скромное место. В среднем по Российской Федерации учтенная площадь под культурой чеснока в хозяйствах, производящих товарную продукцию, едва достигает 1000 га, или 0,2–0,3 % всей площади овощных культур [4–8].

Чеснок яровой по урожайности уступает озимому, но обладает способностью (при правильном его выращивании) длительное время храниться. Поэтому он в основном идет на потребление в свежем виде. Чеснок популярен во всех уголках земного шара благодаря богатому химическому составу и необычайно пряному вкусу. В зависимости от сроков посадки известны две формы чеснока: озимый чеснок (стрелкующийся *Allium sativum* L. subsp. *sigitatum* Kuzn.) и яровой чеснок (нестрелку-

ющийся *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* Kuzn.). На сегодняшний день в промышленном производстве чеснока преобладают более продуктивные озимые сорта. Однако сезонность данного подвида явилась хорошим поводом для создания новых яровых форм. Озимый чеснок имеет высокую продуктивность, но короткий период лежкости (по данным В. О. Алпысбаевой, не более 3–5 месяцев), в то время как отдельные сорта ярового чеснока можно хранить от 8 месяцев до 2 лет [9]. Особенности ярового чеснока – большая консервативность, слабая приспособляемость к новым условиям произрастания, а также низкий коэффициент размножения. Для получения полноценной луковицы используют периферийные зубки, а при использовании внутренних зубков в дальнейшем поколении вырастает преимущественно однозубка [10].

Важная задача для исследователей – изучение местных форм и коллекции с целью выделения образцов, обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков и перспективных для использования в отечественной селекции. Несмотря на то что в Государственном реестре селекционных достижений РФ на 2021 г. включено 88 сортов чеснока озимого и 17 сортов чеснока ярового, практически невозможно купить качественный посадочный материал большинства этих сортов.

Селекционная работа с чесноком должна быть направлена в первую очередь на расширение и усовершенствование методов создания исходного материала: улучшение местных, создание новых высокоурожайных сортов, устойчивых к болезням и вредителям, лежких, с повышенным содержанием сахаров, эфирного масла и биологически активных веществ [11–14]. Урожайность и лежкость, качественные показатели – важные признаки, характеризующие ценность сорта. Урожайность определяется крупностью луковиц с хорошо сформированными зубками, однородными по величине и свойству обеспечивать равномерное развитие и дружность созревание растений. Более урожайными являются озимые стрелкующиеся сорта, продукция которых предназначена для осенне-зимнего потребления [15; 16]. Наряду с ними необходимо создавать сорта, обладающие хорошей лежкостью для зимне-весеннего потребления. В медицинской, мясной и консервной промышленности необходимы сорта с крупными зубками и повышенным содержанием аллицина, эфирных масел. Чтобы продлить срок потребления свежей продукции чеснока, необходимы сорта разных групп спелости. Они должны быть зимостойкими, устойчивыми к болезням и вредителям – фузариозу, бактериозу, вирусным заболеваниям к нематоде [17; 18].

Использование посадочного материала, ввозимого из-за границы, осложнено тем, что чеснок не переносит смены почвенно-климатических усло-

вий [19; 20]. В процессе роста и развития растения чеснока озимого и ярового постоянно взаимодействуют с окружающей средой, в результате чего приспособляются к новым условиям, и этот процесс происходит в течение всей жизни сортообразцов [21].

В условиях Северо-Востока с 2010 г. селекцией чеснока занимается ООО НПФ «Агросемтомс». За 10 лет фирмой была сформирована коллекция ярового и озимого чеснока. Из ярового был зарегистрирован и внесен в Государственный реестр РФ сорт Совет. Основными проблемами производства чеснока ярового является небольшой коэффициент размножения и низкая урожайность по сравнению с озимым. Известно, что основой продуктивности чеснока является масса зубка и их количество в луковице. Исходя из этого показателя проводили отбор и адаптацию сортообразцов к условиям Северо-Востока. Коллекция формировалась из западноевропейских и российских сортов. Для более детального исследования основная часть коллекции была передана в 2019 г. в лабораторию селекции овощных культур ФАНЦ Северо-Востока.

В современных условиях чеснок яровой набирает популярность не только у овощеводов-любителей, но и у производителей, хозяйственников и фермеров. Однако на данный момент яровые чесночки практически не возделываются в промышленном масштабе. Основные проблемы: низкий коэффициент размножения, большой процент мелких зубков (а для механизированной посадки зубки должны быть не менее 4–5 г). Но отличительной характеристикой чеснока ярового от озимого является возможность храниться 12 месяцев и более. При многократном воспроизводстве посадочного материала увеличиваются риски накопления инфекции, а для оздоровления требуются большие затраты. Адаптация стрелкующегося ярового чеснока способна решить многие проблемы при производстве этой культуры.

Цель настоящего исследования – изучить коллекцию чеснока ярового в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны по основным морфологическим, биологическим признакам (фенология, биометрия, биохимический анализ); провести сравнительную оценку и выделить оригинальные образцы с крупной луковицей (не менее 45 г), максимальным количеством зубков (10–13 шт.) и весом 4,5 г.

Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальная работа по изучению сортообразцов чеснока ярового проведена в 2020–2021 гг. на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Исследования проводили согласно Методическим указаниям по селекции луковых культур (1997 г.), Методике полевого опыта в овощеводстве (2011 г.). Коллекционное изучение было проведено в соответствии с ОСТ 46 71-78, этап I. Лабораторно-по-

левые опыты – по общепринятой методике (Доспехов, 1985 г.), а также с помощью Методических указаний по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте (1987 г.). Площадь учетной делянки – 0,30 м², повторность четырехкратная, учет по 10 растениям в каждой повторности, глубина заделки – 6 см. Оценку сортообразцов проводили по элементам продуктивности, урожайности, биохимическому составу. Урожайность была подсчитана исходя из количества растений на 1 м². Сортообразцы ярового чеснока высадили в 2020 г. 29 апреля, в 2021 г. – 12 мая. Всего было высажено в 2020 г. 18 сортообразцов, в 2021 г. – 24 сортообразца, наиболее выделившихся. В качестве контроля использовали сорт Совет. За 5 суток до посадки зубки чеснока ярового замачивали в воде, затем за сутки обрабатывали препаратом «Максим».

В период вегетации уход заключался в рыхлении и своевременных прополках, также проводили фенологические и биометрические наблюдения. Было произведено 3 подкормки: 1-я подкормка – через 2 недели после посадки комплексным удобрением NPK (25 г/м²), 2-я – через 30 суток после внесения первой (15 г/м² аммиачной селитры + 10 г/м² NPK), 3-я – спустя 2 недели после внесения второй (NPK 30 г/м²). Посадку и уборку производили вручную.

Почва дерново-подзолистая, содержание гумуса – 4,35 %, рН_{KCl} = 4,78, P₂O₅ (по Кирсанову) > 250 мг, K₂O > 250 мг на кг почвы.

Погодные условия в годы проведения исследований

2020 год

В мае наблюдалась неустойчивая по температуре погода: в первой декаде преимущественно сухая, во второй и третьей декадах в основном с небольшими, лишь временами с сильными осадками. Средняя за месяц температура воздуха составила 12,1 °С, что больше климатической нормы на 0,9 °С. Сумма эффективных температур выше 5°

на 31 мая составила 226,6°. За месяц выпало 89 мм осадков, что составило 165 % нормы. Сложившиеся метеоусловия в период посева способствовали формированию дружных и ровных всходов.

Июнь характеризовался неустойчивой погодой – от очень теплой до холодной, преимущественно сухой или с небольшими дождями. Средняя за месяц температура воздуха составила 15,3 °С, что на 2,4 °С ниже климатической нормы. Сумма эффективных температур выше 5° к 30 июня достигла 535°, что несколько ниже многолетней величины. За месяц выпало 40 мм, или 57 % нормы.

В первой половине июля преобладала теплая и жаркая преимущественно сухая погода. Средняя за месяц температура воздуха составила 20,5 °С, что на 1,6 °С выше климатической нормы. Сумма эффективных температур выше 5° к 31 июля составила 1016°, что на 76° больше средней многолетней величины. За месяц выпало 100 мм осадков, что составило 130 % нормы.

В августе наблюдалась неустойчивая погода – от теплой до прохладной с небольшими осадками. В среднем за месяц температура воздуха составила 15,1 °С, что близко к климатической норме. Сумма эффективных температур выше 5° к концу месяца достигла 1328°, что выше средней многолетней величины. За месяц выпало 61 мм осадков, что составило 79 % нормы.

2021 год

В мае преобладала теплая и жаркая погода как с сухими, так и дождливыми периодами. Средняя температура за месяц составила 15 °С, что на 3,8 °С выше климатической нормы. Первая неделя месяца отличилась неустойчивостью: теплые дни чередовались с прохладными. Уже с 7 мая произошел устойчивый переход среднесуточной температуры через 10 °С в сторону повышения, указывающий на начало активной вегетации растений. Особенно же высокие температуры удерживались на про-



Рис. 1. Редуцированная стрелка на сортообразце № 129
Fig. 1. The reduced scape on the variety sample No. 129

тяжении почти всей второй декады месяца, когда максимальная температура воздуха поднималась до +25...+29 °С. В начале третьей декады жара спала, и в большинстве дней ее среднесуточная температура оказывалась на 2–6 °С теплее обычного. Повышенный температурный режим обусловил интенсивное накопление эффективного тепла, и на 31 мая сумма его достигла 320,4 °С. Осадки чаще выпадали в третьей декаде, вторая же декада была сухой с большим количеством солнечных часов и низкой относительной влажностью воздуха. За месяц выпало 57 мм осадков, что составило 105 % от нормы.

В июне наблюдалась погода от умеренно теплой до жаркой, сухая или с периодически выпадающими грозовыми дождями разной интенсивности, местами с сильным ветром. Средняя за месяц температура составила 19,9 °С, что на 3,4 °С выше климатической нормы. Сумма эффективных температур выше 5 °С к концу месяца достигла 767,3 °С. На протяжении почти всей первой декады осадков не было вовсе, лишь в последние дни ее прошли небольшие дожди. Во второй и третьей декадах месяца периодически отмечались дожди разной интенсивности, сопровождающиеся грозой и сильным ветром. За месяц выпало 63 мм осадков, это составило 80 % от нормы.

В июле наблюдалась погода от умеренно жаркой до сухой или с периодически выпадающими локальными дождями. В большинстве дней месяца среднесуточная температура воздуха удерживалась в диапазоне +19...+24 °С. Максимальная температура днем чаще всего повышалась до +24...+29 °С, а в наиболее жаркие дни достигала +30...+33 °С.

Сумма эффективных температур выше 5 °С к 31 июля составила 1207,2 °С. Количество осадков за месяц – 93,9 мм (122 % от нормы).

В августе преобладала теплая и жаркая сухая погода лишь с периодически выпадающими локальными дождями. Средняя за месяц температура воздуха составила 18,8 °С, что на 3,2 °С выше нормы. Сумма эффективных температур к концу месяца достигла 1634,8 °С. В течение месяца было чаще сухо, дожди, как правило, ливневые разной интенсивности и с грозами отмечались в отдельные дни. В результате за месяц выпало 37 мм осадков (48 % от нормы).

Результаты (Results)

В современном овощеводстве необходимы высокопродуктивные, устойчивые к болезням и вредителям, с высокими пищевыми и биохимическими показателями сорта, в частности, чеснока ярового. На 2022 г. в Госреестр селекционных достижений, доступных к использованию, внесено достаточное число сортов чеснока ярового, но, к сожалению, нет возможности приобретения семенного материала в больших количествах. В наших исследованиях были изучены коллекционные образцы, которые выделены по комплексу хозяйственно полезных признаков. Вегетационный период изучаемых сортообразцов чеснока ярового от всходов до уборки урожая составлял от 116 до 123 суток, при этом у контроля – сорта Совет – 118 суток. Наиболее скороспелым был сортообразец АСТ-124, вегетационный период которого составил 116 суток, у сортообразца АСТ-31 – 120, у сортообразцов АСТ-167, АСТ-168, АСТ-148 – 123.



Рис. 2. Сортообразец № 129 (лучевое расположение зубков)
Fig. 2. Variety sample No. 129 (radial arrangement of cloves)



Рис. 3. Сорт Совет (нелучевое расположение зубков)
Fig. 3. Variety Soviet (not radial arrangement of cloves)

В годы исследований чеснока ярового были изучены основные значимые для селекционных целей морфометрические признаки: количество листьев, длина и ширина листа, высота стрелки, а также основные значимые показатели луковиц: высота, диаметр, индекс и количество наружных чешуй. В период вегетации образцы под номерами 129, 146, 148 сформировали редуцированную стрелку (рис. 1), ее высота была в пределах 60–69 см, к концу вегета-

ции составила 103–110 см, а также образовались воздушные луковички. Количество листьев у выделенных сортообразцов составило от 8 до 11 шт. на растении, длина листа – от 39 см у сорта Совет до 54 см у № 148. Количество покровных чешуй у образцов составило 5–6 шт.

По совокупности морфологических признаков выделился коллекционный образец № 129 (рис. 2).

Таблица 1
Биометрические показатели сортообразцов чеснока ярового, 2020–2021 гг.

№ п/п	№ образца, сорт	Происхождение	Луковица				Лист			Высота стрелки, см	
			Высота, мм	Диаметр, мм	Индекс	Количество наружных чешуй	Количество, шт.	Длина, см	Ширина, мм	05.07	10.08
1	31	Франция	36 ± 2,1	40 ± 3,7	0,90 ± 0,08	6 ± 0,9	8 ± 0,9	44,0 ± 3,8	15 ± 1,3	–	–
2	124	Англия	35 ± 2,7	49 ± 4,1	0,72 ± 0,06	6 ± 0,7	9 ± 0,8	51,0 ± 4,2	16 ± 1,4	–	–
3	129	Чехия	37 ± 2,6	55 ± 4,8	0,67 ± 0,06	6 ± 0,7	9 ± 0,8	51,5 ± 4,8	18 ± 1,6	67 ± 4,9	110 ± 7,8
4	Совет	Россия	36 ± 2,8	41 ± 3,9	0,88 ± 0,07	5 ± 0,8	11 ± 0,9	39,0 ± 3,5	18 ± 1,5	–	–
5	146	Чехия	37 ± 2,5	50 ± 4,2	0,74 ± 0,07	5 ± 0,6	9 ± 0,8	53,0 ± 4,8	17 ± 1,6	69 ± 5,1	104 ± 8,1
6	148	Чехия	37 ± 2,5	51 ± 4,8	0,73 ± 0,06	6 ± 0,7	10 ± 0,9	54,0 ± 5,1	22 ± 1,9	60 ± 4,9	103 ± 8,7
7	149	РФ	32,0 ± 3,2	42,0 ± 4,2	0,88 ± 0,09	7 ± 0,7	7 ± 0,7	44,5 ± 4,4	9,0 ± 0,9	–	–
8	6640	РФ	28,0 ± 2,8	39,0 ± 3,9	0,82 ± 0,08	7 ± 0,8	9 ± 0,9	37,5 ± 3,7	9,0 ± 0,9	–	–
9	6641	РФ	31,0 ± 3,1	43,0 ± 4,3	1,13 ± 0,1	6 ± 0,6	9 ± 0,9	49,0 ± 5,0	14,0 ± 1,4	–	–
10	7385	РФ	32,0 ± 0,3	38,0 ± 3,8	0,94 ± 0,09	5 ± 0,5	9 ± 0,9	40,0 ± 4,0	11,0 ± 1,1	–	–
11	7458	РФ	32,0 ± 0,3	41,0 ± 4,1	0,94 ± 0,09	6 ± 0,6	9 ± 0,9	34,0 ± 3,4	11,0 ± 1,1	–	–
12	7461	РФ	29,0 ± 0,2	34,0 ± 3,4	0,66 ± 0,06	7 ± 0,7	8 ± 0,8	34,0 ± 3,4	16,0 ± 1,6	–	–
13	31	РФ	38,0 ± 0,3	43,0 ± 4,3	0,95 ± 0,09	5 ± 0,5	9 ± 0,9	46,0 ± 4,6	11,0 ± 1,1	–	–
14	104	РФ	38,0 ± 0,3	34,0 ± 3,4	0,74 ± 0,07	6 ± 0,6	7 ± 0,7	46,0 ± 4,6	18,0 ± 1,8	–	–
15	124	Англия	38,0 ± 0,3	49,0 ± 4,9	1,03 ± 0,1	7 ± 0,7	9 ± 0,9	50,0 ± 5,0	15,0 ± 1,5	–	–
16	148	Чехия	33,0 ± 0,3	43,0 ± 4,3	0,76 ± 0,07	6 ± 0,6	7 ± 0,7	41,0 ± 4,1	9,0 ± 0,9	70,4 ± 7,0	93,2 ± 9,3
17	2745	РФ	34,0 ± 0,3	44,0 ± 4,4	0,90 ± 0,09	6 ± 0,6	9 ± 0,9	39,0 ± 3,9	9,0 ± 0,9	–	–
18	7005	РФ	35,0 ± 0,3	55,0 ± 5,5	1,31 ± 0,1	5 ± 0,5	9 ± 0,9	45,0 ± 4,5	16,0 ± 1,6	–	–
19	7438	РФ	36,0 ± 0,3	52,0 ± 5,2	1,22 ± 0,1	6 ± 0,6	12 ± 1,2	54,0 ± 5,4	22,0 ± 2,0	–	–
20	7458	РФ	30,0 ± 0,3	37,0 ± 3,7	0,97 ± 0,09	7 ± 0,7	8 ± 0,8	38,0 ± 3,8	11,0 ± 1,1	–	–
21	7468	РФ	32,0 ± 0,3	49,0 ± 4,9	1,66 ± 0,2	7 ± 0,7	10 ± 0,1	47,0 ± 4,7	20,0 ± 2,0	–	–

Table 1
Biometric indicators of spring garlic varieties, 2020–2021

Агротехнологии

No.	No. of sample, grade	Origin	Bulb				Sheet			Arrow height, cm	
			Height, mm	Diameter, mm	Index	Number of outer scales	Number, pcs..	Length, cm	Width, mm	05.07	10.08
1	31	France	36 ± 2.1	40 ± 3.7	0.90 ± 0.08	6 ± 0.9	8 ± 0.9	44.0 ± 3.8	15 ± 1.3	–	–
2	124	England	35 ± 2.7	49 ± 4.1	0.72 ± 0.06	6 ± 0.7	9 ± 0.8	51.0 ± 4.2	16 ± 1.4	–	–
3	129	Czech	37 ± 2.6	55 ± 4.8	0.67 ± 0.06	6 ± 0.7	9 ± 0.8	51.5 ± 4.8	18 ± 1.6	67 ± 4.9	110 ± 7.8
4	Sovet	Russia	36 ± 2.8	41 ± 3.9	0.88 ± 0.07	5 ± 0.8	11 ± 0.9	39.0 ± 3.5	18 ± 1.5	–	–
5	146	Czech	37 ± 2.5	50 ± 4.2	0.74 ± 0.07	5 ± 0.6	9 ± 0.8	53.0 ± 4.8	17 ± 1.6	69 ± 5.1	104 ± 8.1
6	148	Czech	37 ± 2.5	51 ± 4.8	0.73 ± 0.06	6 ± 0.7	10 ± 0.9	54.0 ± 5.1	22 ± 1.9	60 ± 4.9	103 ± 8.7
7	149	Russia	32.0 ± 3.2	42.0 ± 4.2	0.88 ± 0.09	7 ± 0.7	7 ± 0.7	44.5 ± 4.4	9.0 ± 0.9	–	–
8	6640	Russia	28.0 ± 2.8	39.0 ± 3.9	0.82 ± 0.08	7 ± 0.8	9 ± 0.9	37.5 ± 3.7	9.0 ± 0.9	–	–
9	6641	Russia	31.0 ± 3.1	43.0 ± 4.3	1.13 ± 0.1	6 ± 0.6	9 ± 0.9	49.0 ± 5.0	14.0 ± 1.4	–	–
10	7385	Russia	32.0 ± 0.3	38.0 ± 3.8	0.94 ± 0.09	5 ± 0.5	9 ± 0.9	40.0 ± 4.0	11.0 ± 1.1	–	–
11	7458	Russia	32.0 ± 0.3	41.0 ± 4.1	0.94 ± 0.09	6 ± 0.6	9 ± 0.9	34.0 ± 3.4	11.0 ± 1.1	–	–
12	7461	Russia	29.0 ± 0.2	34.0 ± 3.4	0.66 ± 0.06	7 ± 0.7	8 ± 0.8	34.0 ± 3.4	16.0 ± 1.6	–	–
13	31	Russia	38.0 ± 0.3	43.0 ± 4.3	0.95 ± 0.09	5 ± 0.5	9 ± 0.9	46.0 ± 4.6	11.0 ± 1.1	–	–
14	104	Russia	38.0 ± 0.3	34.0 ± 3.4	0.74 ± 0.07	6 ± 0.6	7 ± 0.7	46.0 ± 4.6	18.0 ± 1.8	–	–
15	124	England	38.0 ± 0.3	49.0 ± 4.9	1.03 ± 0.1	7 ± 0.7	9 ± 0.9	50.0 ± 5.0	15.0 ± 1.5	–	–
16	148	Czech	33.0 ± 0.3	43.0 ± 4.3	0.76 ± 0.07	6 ± 0.6	7 ± 0.7	41.0 ± 4.1	9.0 ± 0.9	70.4 ± 7.0	93.2 ± 9.3
17	2745	Russia	34.0 ± 0.3	44.0 ± 4.4	0.90 ± 0.09	6 ± 0.6	9 ± 0.9	39.0 ± 3.9	9.0 ± 0.9	–	–
18	7005	Russia	35.0 ± 0.3	55.0 ± 5.5	1.31 ± 0.1	5 ± 0.5	9 ± 0.9	45.0 ± 4.5	16.0 ± 1.6	–	–
19	7438	Russia	36.0 ± 0.3	52.0 ± 5.2	1.22 ± 0.1	6 ± 0.6	12 ± 1.2	54.0 ± 5.4	22.0 ± 2.0	–	–
20	7458	Russia	30.0 ± 0.3	37.0 ± 3.7	0.97 ± 0.09	7 ± 0.7	8 ± 0.8	38.0 ± 3.8	11.0 ± 1.1	–	–
21	7468	Russia	32.0 ± 0.3	49.0 ± 4.9	1.66 ± 0.2	7 ± 0.7	10 ± 0.1	47.0 ± 4.7	20.0 ± 2.0	–	–

Одним из основных направлений селекционной работы с чесноком яровым является выведение высокоурожайных сортов. Урожайность – качественный параметр, характеризующий ценность сорта. Важным показателем урожайности чеснока являются элементы продуктивности, такие как количество зубков в луковице и их масса, поскольку при уменьшении количества зубка выход посадочного

материала снижается. При увеличении количества зубков их масса снижается, если же количество зубков уменьшается, их масса возрастает. В таблице 2 указано, что по элементам продуктивности с наибольшей массой луковицы были отмечены 3 сорта-образца: № 129 – 58 г, № 148 – 57 г, № 146 – 52 г. По средней массе зубка стоит отметить образцы № 129 – 4,4 г, № 148 – 4,0 г. Также представлен-

ные сортообразцы были отмечены наибольшей урожайностью среди остальных. Максимальная урожайность была получена у № 129 и составила 1,64 кг/м², что на 0,69 кг/м² (при НСР₀₅ = 0,20) превышает контроль – сорт Совет. Обычно у сортов ярового чеснока расположение зубков лучевое. В наших исследованиях были обнаружены образцы с лучевым расположением зубков (рис. 2), которое способствует увеличению коэффициента размножения. Одновременно у образцов № 129, 148, 146 было отмечено образование стрелки.

За стандарт был взят сорт Совет – районированный сорт, раннеспелый, нестрелкующий, по числу зубков на уровне сортообразца 146.

По биохимическому анализу сухое вещество в исследуемых образцах составляет 38,25–40,97 %. По наибольшему количеству сахаров стоит отметить сорт Совет с содержанием 6,38 %, наименьшее у сортообразца № 129 – 3,74 %. Содержание аскорбиновой кислоты составляет от 11,23 до 12,18 мг%, кислотность 0,61–0,72 %.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Длительная адаптация и селекция ярового чеснока привели к отбору форм стрелкующегося чеснока с, соответственно, более крупной луковицей с лучевым направлением зубков. На основании этой информации для стабилизации и локализации чеснока в дальнейших потомствах необходимо вы-

явить изменчивость признаков чеснока при размножении через воздушные луковички.

Исследования показали, что на основании селекционной работы можно получить стрелкующую форму чеснока ярового в условиях Северо-Востока, а значит, луковицу с лучевым направлением зубков, за счет чего увеличивается количество зубков и масса одного зубка.

Научная значимость результатов заключается в получении новых форм стрелкующегося чеснока ярового, что увеличивает коэффициент размножения и оздоравливает посадочный материал.

Практическая возможность полученных результатов состоит в использовании воздушных луковичек при семеноводстве и оздоровлении от патогенов, особенно от вирусных заболеваний, а также в генетической стабильности и однородности зубков у всей луковицы стрелкующегося ярового чеснока.

В результате изучения выделено 6 перспективных сортообразцов. Наибольшая урожайность получена у сортообразца № 129, она составила 1,64 кг/м², что на 0,69 кг/м² превышает контроль – сорт чеснока ярового Совет (НСР₀₅ = 0,2).

У коллекционных образцов № 148 и № 129 отмечено наибольшее количество зубков – 14 и 13 шт. соответственно. У этих же образцов выявлена наибольшая масса зубка: 4 и 4,4 г соответственно.

Таблица 2
Продуктивность и урожайность ярового чеснока, 2020–2021 гг.

№ п/п	№ образца АСТ, сорт	Происхождение	Луковица			Урожайность, кг/м ²	Отклонение от контроля, кг/м ²
			Среднее количество зубков, шт.	Средняя масса зубка, г	Средняя масса луковицы, г		
1	31	Франция	9 ± 0,9	3,2 ± 0,3	29 ± 2,9	0,63	–0,32
2	124	Англия	13 ± 1,3	3,0 ± 0,3	40 ± 4,0	1,07	+ 0,12
3	129	Чехия	13 ± 1,3	4,4 ± 0,4	58 ± 5,8	1,64	+ 0,69
4	Совет	Россия	17 ± 1,7	2,3 ± 0,2	40 ± 4,0	0,95	0
5	146	Чехия	20 ± 2,0	2,6 ± 0,2	52 ± 5,2	1,40	+ 0,45
6	148	Чехия	14 ± 1,4	4,0 ± 0,4	57 ± 5,7	1,35	+ 0,40
НСР ₀₅						0,20	

Table 2
Productivity and yield of spring garlic, 2020–2021

No.	AST sample No., grade	Origin	Bulb			Yield, kg/m ²	Deviation from control, kg/m ²
			Average number of cloves	Average weight of a clove, g	Average weight of a bulb, g		
1	31	France	9 ± 0.9	3,2 ± 0,3	29 ± 2,9	0,63	–0,32
2	124	England	13 ± 1.3	3,0 ± 0,3	40 ± 4,0	1,07	+ 0,12
3	129	Czech	13 ± 1.3	4,4 ± 0,4	58 ± 5,8	1,64	+ 0,69
4	Sovet	Russia	17 ± 1.7	2,3 ± 0,2	40 ± 4,0	0,95	0
5	146	Czech	20 ± 2.0	2,6 ± 0,2	52 ± 5,2	1,40	+ 0,45
6	148	Czech	14 ± 1.4	4,0 ± 0,4	57 ± 5,7	1,35	+ 0,40
НСР ₀₅						0.20	

Таблица 3
Биохимический анализ сортообразцов чеснока ярового, 2020–2021 гг.

№ п/п	№ образца, сорт, АСТ	Происхождение	Сухое вещество, %	Сахара, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Титруемая кислотность, %
1	31	Франция	38,25 ± 2,7	4,84 ± 0,7	11,39 ± 0,8	0,72 ± 0,05
2	124	Англия	38,34 ± 2,5	5,28 ± 0,6	12,18 ± 0,9	0,61 ± 0,06
3	129	Чехия	40,12 ± 3,1	3,74 ± 0,5	11,90 ± 0,7	0,70 ± 0,06
4	Совет	Россия	38,83 ± 2,8	6,38 ± 0,8	11,93 ± 0,8	0,61 ± 0,05
5	146	Чехия	40,97 ± 3,4	4,62 ± 0,5	11,23 ± 0,9	0,72 ± 0,07
6	148	Чехия	38,75 ± 2,8	4,40 ± 0,5	11,44 ± 0,8	0,70 ± 0,06
7	145	Чехия	36,63 ± 3,6	24,82 ± 2,4	8,14 ± 0,8	0,74 ± 0,07
8	126	Россия	32,64 ± 3,2	21,08 ± 2,1	7,70 ± 0,7	0,67 ± 0,06
9	149	Россия	36,50 ± 3,6	23,32 ± 2,3	7,26 ± 0,7	0,67 ± 0,06
10	7378	Россия	40,96 ± 4,0	24,98 ± 2,4	8,80 ± 0,8	0,72 ± 0,07
11	7485	Россия	39,34 ± 3,9	24,84 ± 2,4	9,02 ± 0,9	0,83 ± 0,08

Table 3
Biochemical analysis of spring garlic varieties, 2020–2021

No.	AST sample No., grade	Origin	Dry matter, %	Sugar, %	Ascorbic acid, mg%	Titrated acidity, %
1	31	France	38.25 ± 2.7	4.84 ± 0.7	11.39 ± 0.8	0.72 ± 0.05
2	124	England	38.34 ± 2.5	5.28 ± 0.6	12.18 ± 0.9	0.61 ± 0.06
3	129	Czech	40.12 ± 3.1	3.74 ± 0.5	11.90 ± 0.7	0.70 ± 0.06
4	Sovet	Russia	38.83 ± 2.8	6.38 ± 0.8	11.93 ± 0.8	0.61 ± 0.05
5	146	Czech	40.97 ± 3.4	4.62 ± 0.5	11.23 ± 0.9	0.72 ± 0.07
6	148	Czech	38.75 ± 2.8	4.40 ± 0.5	11.44 ± 0.8	0.70 ± 0.06
7	145	Czech	36.63 ± 3.6	24.82 ± 2.4	8.14 ± 0.8	0.74 ± 0.07
8	126	Russia	32.64 ± 3.2	21.08 ± 2.1	7.70 ± 0.7	0.67 ± 0.06
9	149	Russia	36.50 ± 3.6	23.32 ± 2.3	7.26 ± 0.7	0.67 ± 0.06
10	7378	Russia	40.96 ± 4.0	24.98 ± 2.4	8.80 ± 0.8	0.72 ± 0.07
11	7485	Russia	39.34 ± 3.9	24.84 ± 2.4	9.02 ± 0.9	0.83 ± 0.08

По биохимическому анализу между сортообразцами различий не выявлено, однако по количеству сахаров стоит отметить сорт Совет с их содержанием 6,38 %.

Таким образом, в созданной коллекции чеснока ярового имеются перспективные сортообразцы, которые можно использовать для селекции по хозяйственно ценным признакам. Для селекции на

крупность луковицы следует обратить внимание на сортообразцы № 129, 146, 148.

Сортообразец АСТ-129 был зарегистрирован как селекционное достижение в ФГБУ «Госсорткомиссия». Коммерческое название сорта – Мотовский. Дата регистрации на допуск к использованию – 23.08.2021 г. № 84141\7852724. Дата приоритета на выдачу патента – 23.08.2021 г. № 84142\7852724.

Библиографический список

- Алпысбаева В. О., Ибрагимова Г. М., Айтбаева А. Т., Тапишева Г. Б. Результаты морфо-биологической оценки сортообразцов ярового чеснока в условиях юго-востока Казахстана // Евразийский Союз Ученых. 2020. Т. 5. Вып. 73. С. 4–11. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.73.683.
- Дякунчак С. А., Лазько В. Э. Болезни и вредители чеснока на Кубани и создание устойчивых к ним сортов // Рисоводство. 2020. № 1 (46). С. 90–93.
- Ибрагимова Г. М., Алпысбаева В. О., Айтбаева А. Т., Тапишева Г. Б. Научные исследования по яровому чесноку в Казахстане: Итоги, пути решения проблем и перспективы дальнейших исследований // Евразийский Союз Ученых. 2020. Т. 10. Вып. 79. С. 55–58. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1034.
- Курбанов С. А., Ниматулаев Н. М., Юсупов И. Р., Газалиев Ш. И. Перспективные сорта и сортообразцы озимого и ярового чеснока для Республики Дагестан // Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе: сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М. М. Джамбулатова. Махачкала, 2021. С. 297–302.

5. Поляков А. В., Алексеева Т. В., Логинов С. В., Стороженко П. А. Влияние регулятора роста Лостор на урожайность чеснока // Картофель и овощи. 2019. № 12. С. 27–28. DOI: 10.25630/PAV.2019.10.94.008.
6. Павлова И. В., Купреенко Н. П., Царева Е. Г. Гомология в строении растений стрелкующей и нестрелкующей форм чеснока // Вестник Национальной академии наук Беларуси. Сборник аграрных наук. 2018. Т. 6. № 2. С. 175–187. DOI: 10.29235/1817-7204-2018-56-2-175-187.
7. Середин Т. М., Агафонов А. Ф., Герасимова Л. И., Солдатенко А. В., Кривенков Л. В. Селекция чеснока озимого на качество продукции. Омск: Издательский центр КАН, 2020. 115 с.
8. Середин Т. М. Методические рекомендации по выращиванию чеснока и рокамболя. Омск: Издательский центр КАН, 2020. 12 с.
9. Golubkina N., Zamana S., Seredin T., Poluboyarinov P., Sokolov S., Baranova H., Krivenkov L., Pietrantonio L., Caruso G. Effect of selenium biofortification and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, quality and antioxidant properties of shallot bulbs // Plants. 2019. Vol. 8. Article number 102. DOI: 10.3390/plants8040102.
10. Golubkina N. A., Seredin T. M., Antoshkina M. S., Baranova H. V., Stoleru V., Teliban G. C., Caruso G. Effects of crop system and genotype on yield, quality, antioxidants and chemical composition of organically grown leek // Advances in Horticultural Science. 2019. No. 33 (2). Pp. 263–270.
11. Golubkina N., Seredin T., Kriacho T., Caruso G. Nutritional features of leek cultivars and effect of selenium – enriched leaves from Goliath variety on bread physical, quality and antioxidant attributes // Italian Journal of Food Science. 2019. Vol. 31. Pp. 288–300.
12. Поляков А. В., Разин А. Ф., Алексеева Т. В. Экономическая эффективность выращивания посадочного материала чеснока // Никоновские чтения. 2018. № 23. С. 112–116.
13. Шеховцова Н. В. Современные технологии выращивания и переработки чеснока // Естественные и медицинские науки. Студенческий научный форум: сборник статей по материалам XXV студенческой международной научно-практической конференции. Ярославль, 2020. С. 21–25.
14. Титов О. Н., Муравьева И. В., Азопкова М. А. Выращивание посадочного материала чеснока с использованием органических удобрений торговой марки «БИУД» и малообъемной технологии // Картофель и овощи. 2021. № 2. С. 19–21.
15. Поломова Е. Л. Технология выращивания озимого чеснока // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Ижевск, 2021. С. 155–158.
16. Хомякова М. А., Карпухин М. Ю. Выращивание чеснока под зиму на Среднем Урале // Вклад молодых ученых в развитие АПК: сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь и наука – 2021». Екатеринбург, 2021. Article number 86.

Об авторах:

Виктор Михайлович Мотов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции овощных культур, ORCID 0000-0001-9278-1462, AuthorID 388687; ovoshevodstvonii@mail.ru

Тимофей Михайлович Середин², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, ORCID 0000-0002-9999-023X, AuthorID 879795; timofey-seredin@rambler.ru

Екатерина Александровна Слюдова^{1,2}, младший научный сотрудник лаборатории селекции овощных культур, ORCID 0000-0001-5182-8500, AuthorID 1141189

Вера Владимировна Шумилина³, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела овощных культур, ORCID 0000-0001-6708-1763, AuthorID 856451; v.shumilina@vir.nw.ru

¹ Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, Киров, Россия

² Федеральный научный центр овощеводства, ВНИИССОК, Россия

³ Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР)», Санкт-Петербург, Россия

New forms of spring garlic for the breeding in the North-East conditions

V. M. Motov¹✉, T. M. Seredin², E. A. Slyudova^{1,2}, V. V. Shumilina³

¹ Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitskiy, Kirov, Russia

² Federal Scientific Vegetable Center, VNISSOK, Russia

³ Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources – VIR, Saint Petersburg, Russia

✉ E-mail: ovoshevodstvonii@mail.ru

Агротехнологии

Abstract. In the conditions of the North-East of the Non-Chernozem zone, experimental work was carried out on the study of a collection of spring garlic at the experimental field of the North-East Federal State Medical University (Kirov). **The purpose** is to evaluate the breeding material of spring garlic according to economically valuable characteristics in the conditions of the North-East and to identify promising samples for further research. Note the samples that can be used in the mechanized separation of cloves and in the future during planting. The planned model of the variety should be: a bulb of at least 45 g, cloves 4.5 g, the number of cloves 11–13 pcs. **Methods.** 18 varietal samples were evaluated: 9 – Research and production company “Agrosemptoms” LLC, 9 samples – collection nursery of the Federal Research Center of the Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources – VIR. As a result of the study, 6 promising varieties were identified. **Results.** The highest yield was obtained from varietal No. 129, it was 1.64 kg/m², which is 0.69 kg/m² higher than the control – varieties of spring garlic Sovet (LSD₀₅ = 0.2). The weight of the bulb was 58 g, which is 18 g higher than the control. Varietals No. 148 and 129 have the largest number of cloves – 14 and 13 pcs., respectively. In the same samples, the largest tooth mass was revealed: 4 and 4.4 g, respectively. According to biochemical analysis, there were no differences between the varieties, however, in terms of the number of sugars, it is worth noting the Coun Sovet cil variety with a content of 6.38 %. **Scientific novelty.** For the first time, samples of spring garlic (AST-129, AST-146, AST-148) were isolated, which form an arrow and form viable air bulbs. The formation of air bulbs in spring garlic promotes healing and accelerates the process of reproduction of the variety. Spring garlic has a radial direction of the teeth and this contributes to obtaining a large number of full-fledged teeth, which allows to increase the reproduction coefficient. The results obtained, according to the assessment of the initial collection varieties, are of great practical importance and can be used in production and breeding work.

Keywords: spring garlic, selection, variety type, collection nursery, yield, biometric indicators, morphological features.

For citation: Motov V. M., Seredin T. M., Slyudova E. A., Shumilina V. V. Novye formy chesnoka yarovogo dlya selektsionnogo protsesssa v usloviyakh Severo-Vostoka [New forms of spring garlic for the breeding in the North-East conditions] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 23–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-23-33. (In Russian.)

Date of paper submission: 28.11.2022, **date of review:** 14.12.2022, **date of acceptance:** 29.12.2022.

References

1. Alpysbaeva V. O., Ibragimova G. M., Aytbaeva A. T., Tapisheva G. B. Rezul'taty morfo-biologicheskoy otsenki sortoobraztsov yarovogo chesnoka v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana [Results of morpho-biological evaluation of spring garlic varieties in the conditions of South-East Kazakhstan] // Eurasian Union of Scientists. 2020. Vol. 5. Iss. 73. Pp. 4–11. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.73.683. (In Russian.)
2. Dyakunchak S. A., Laz'ko V. E. Bolezni i vrediteli chesnoka na Kubani i sozdanie ustoychivyykh k nim sortov [Diseases and pests of garlic in the Kuban and the creation of varieties resistant to them. Rice growing] // Rice growing. 2020. No. 1 (46). Pp. 90–93. (In Russian.)
3. Ibragimova G. M., Alpysbaeva V. O., Aytbaeva A. T., Tapisheva G. B. Nauchnye issledovaniya po yarovomu chesnoku v Kazakhstane: Itogi, puti resheniya problem i perspektivy dal'neyshikh issledovaniy [Scientific research on spring garlic in Kazakhstan: Results, ways to solve problems and prospects for further research] // Eurasian Union of Scientists. 2020. No. 10 (79). Pp. 55–58. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1034. (In Russian.)
4. Kurbanov S. A., Nimatulaev N. M., Yusupov I. R., Gazaliev Sh. I. Perspektivnye sorta i sortoobrazttsy ozimogo i yarovogo chesnoka dlya Respubliki Dagestan [Promising varieties and varietals of winter and spring garlic for the Republic of Dagestan] // Razvitie nauchnogo naslediya velikogo uchenogo na sovremennom etape:

sbornik mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchenoy 95-letiyu chlena-korrespondenta RASKhN, zasluzhennogo deyatelya nauki RSFSR i RD, professora M. M. Dzhambulatova. Makhachkala, 2021. Pp. 297–302. (In Russian.)

5. Polyakov A. V., Alekseeva T. V., Loginov S. V., Storozhenko P. A. Vliyanie regulatora rosta Loston na urozhaynost' chesnoka [The influence of the growth regulator Loston on the yield of garlic] // Potatoes and vegetables. 2019. No. 12. Pp. 27–28. DOI: 10.25630/PAV.2019.10.94.008. (In Russian.)

6. Pavlova I. V., Kupreenko N. P., Tsareva E. G. Gomologiya v stroenii rasteniy strelkuyushchey i nestrelkuyushchey form chesnoka [Homology in the structure of plants of strelking and non-strelking forms of garlic] // Bulletin of the National Academy of Sciences of Belarus. Collection of agricultural sciences. 2018; Vol. 6. No. 2. Pp. 175–187. DOI: 10.29235/1817-7204-2018-56-2-175-187. (In Russian.)

7. Seredin T. M., Agafonov A. F., Gerasimova L. I., Soldatenko A. V., Krivenkov L. V. Seleksiya chesnoka ozimogo na kachestvo produktsii [Selection of winter garlic for product quality]. Omsk: Izdatel'skiy tsentr KAN, 2020. 115 p. (In Russian.)

8. Seredin T. M. Metodicheskie rekomendatsii po vyrashchivaniyu chesnoka i rokambolya [Methodological recommendations for growing garlic and rockambol]. Omsk: Izdatel'skiy tsentr KAN, 2020. 12 p. (In Russian.)

9. Golubkina N., Zamana S., Seredin T., Poluboyarinov P., Sokolov S., Baranova H., Krivenkov L., Pietrantonio L., Caruso G. Effect of selenium biofortification and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, quality and antioxidant properties of shallot bulbs // Plants. 2019. Vol. 8. Article number 102. DOI: 10.3390/plants8040102.

10. Golubkina N. A., Seredin T. M., Antoshkina M. S., Baranova H. V., Stoleru V., Teliban G. C., Caruso G. Effects of crop system and genotype on yield, quality, antioxidants and chemical composition of organically grown leek // Advances in Horticultural Science. 2019. No. 33 (2). Pp. 263–270.

11. Golubkina N., Seredin T., Kriacho T., Caruso G. Nutritional features of leek cultivars and effect of selenium – enriched leaves from Goliath variety on bread physical, quality and antioxidant attributes // Italian Journal of Food Science. 2019. Vol. 31. Pp. 288–300.

12. Polyakov A. V., Razin A. F., Alekseeva T. V. Ekonomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya posadochnogo materiala chesnoka [Economic efficiency of growing garlic planting material] // Nikonovskie chteniya. 2018. No. 23. Pp. 112–116. (In Russian.)

13. Shekhovtsova N. V. Sovremennye tekhnologii vyrashchivaniya i pererabotki chesnoka [Modern technologies of growing and processing garlic] // Estestvennye i meditsinskie nauki. Studencheskiy nauchnyy forum: sbornik statey po materialam XXV studencheskoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Yaroslavl, 2020. Pp. 21–25. (In Russian.)

14. Titov O. N., Murav'eva I. V., Azopkova M. A. Vyrashchivanie posadochnogo materiala chesnoka s ispol'zovaniem organicheskikh udobreniy torgovoy marki "BIUD" i maloob'emnoy tekhnologii [Cultivation of garlic planting material using organic fertilizers of the BIUD trademark and low-volume technology] // Potatoes and vegetables. 2021. No. 2. Pp. 19–21. (In Russian.)

15. Polomova E. L. Tekhnologiya vyrashchivaniya ozimogo chesnoka [Technology of growing winter garlic] // Nauchnye trudy studentov Izhevskoy GSKhA. Izhevsk, 2021. Pp. 155–158. (In Russian.)

16. Khomyakova M. A., Karpukhin M. Yu. Vyrashchivanie chesnoka pod zimu na Srednem Urale [Growing garlic for winter in the Middle Urals] // Vklad molodykh uchenykh v razvitie APK: sbornik tezisov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Molodezh' i nauka – 2021". Ekaterinburg, 2021. (In Russian.)

Authors' information:

Viktor M. Motov¹, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of vegetable growing, ORCID 0000-0001-9278-1462, AuthorID 388687; ovoshevodstvonii@mail.ru

Timofey M. Seredin², candidate of agricultural sciences, senior researcher at the laboratory of breeding and seed production of onion crops, ORCID 0000-0002-9999-023X, AuthorID 879795; timofey-seredin@rambler.ru

Ekaterina A. Slyudova^{1,2}, junior researcher at the the laboratory of vegetable growing, ORCID 0000-0001-5182-8500, AuthorID 1141189

Vera V. Shumilina³, candidate of agricultural sciences, researcher of the vegetable crops department, ORCID 0000-0001-6708-1763, AuthorID 856451; v.shumilina@vir.nw.ru

¹Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitskiy, Kirov, Russia

²Federal Scientific Vegetable Center, VNISSOK, Russia

³Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources – VIR, Saint Petersburg, Russia

Влияние БАД растительного происхождения на продуктивность и показатели крови цыплят-бройлеров

О. А. Завьялов[✉], Г. К. Дускаев¹, М. Я. Курилкина¹

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

✉E-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru

Аннотация. Фитобиотики оказывают значительное влияние на состояние здоровья животных и повышают продуктивные качества. При этом вопрос изученности влияния отдельных растительных добавок на физиологические и продуктивные показатели сельскохозяйственной птицы остается открытым. В связи с этим **целью** настоящего исследования являлась оценка влияния комбинаций 4-гексилрезорцина с другими растительными препаратами на весовой рост, а также морфологический и биохимический составы крови цыплят-бройлеров. **Методы.** Исследования были проведены на 125 головах 7-суточных цыплят-бройлеров (кросс Арбор Айкрес, 5 групп, $n = 25$). Схема эксперимента: контрольная группа – основной рацион (ОР); I опытная (ОР + 4-гексилрезорцин в дозировке 0,5 мг/кг ж. м./сут); II опытная (ОР + 4-гексилрезорцин + гамма-окталактон в дозировках 0,4 мг/кг и 0,1 мл/кг ж. м./сут); III опытная (ОР + 4-гексилрезорцин + 7-гидроксикумарин в дозировках 0,1 мг/кг и 0,15 мл/кг ж. м./сут); IV опытная (ОР + 4-гексилрезорцин + гамма-окталактон + 7-гидроксикумарин в дозировках 0,05 мг/кг, 0,15 мл/кг и 0,01 мг/кг ж. м./сут). **Научная новизна** заключается в том, что впервые изучено влияние применения растительного препарата 4-гексилрезорцин в сочетании с другими фитобиотиками на физиологические показатели цыплят-бройлеров. **Результаты.** Установлено, что цыплята I, II и IV опытных групп в возрасте 35 суток превосходили по живой массе особей из контрольной группы при максимальной разнице по отношению к цыплятам-бройлерам, получавшим базовый рацион кормления. Введение в рацион подопытной птицы испытываемых растительных препаратов имело неоднозначный характер воздействия на морфологический и биохимический составы крови, которое выражалось в виде повышения уровня отдельных элементов при значительном снижении других.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, 4-гексилрезорцин, 7-гидроксикумарин, гамма-окталактон, весовой рост, морфологические и биохимические показатели крови.

Для цитирования: Завьялов О. А., Дускаев Г. К., Курилкина М. Я. Влияние добавок растительного происхождения на продуктивность и показатели крови цыплят-бройлеров // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 34–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-34-42.

Дата поступления статьи: 06.10.2022, **дата рецензирования:** 31.10.2022, **дата принятия:** 10.11.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

С момента открытия и применения пенициллина антибиотики сыграли беспрецедентную роль в профилактике, контроле и лечении инфекционных заболеваний. Доказано, что использование антибиотиков в кормлении животных является эффективным методом повышения усвояемости кормов, стимулирования роста животных и улучшения качества получаемой продукции [1]. Однако неоснованное использование антибиотиков вызывает опасения в части развития резистентных бактерий, которые могут привести к передаче резистентных факторов от животных к человеку [2, р. 112]. Нетерапевтическое использование противомикроб-

ных препаратов также связано с распространением множественной лекарственной устойчивости, включая устойчивость к лекарствам, которые никогда не использовались в животноводстве [3]. В связи с этим возросла необходимость в создании возможных альтернатив антибиотикам [4, р. 83]. В последние годы многие исследователи, работающие в области кормления сельскохозяйственных животных, обратили внимание на фитобиотики – биологически активные вещества, образующиеся в растениях [5]. Доказано, что фитобиотики улучшают функции иммунной системы, оказывают значительное влияние на состояние здоровья животных и повышают продуктивные качества [6; 7].

К числу факторов, определяющих актуальность разработки высокоэффективных фитобиотиков в животноводстве, можно отнести то, что глобальное использование фитобиотиков в качестве альтернативы различным противомикробным препаратам не только приведет к защите здоровья и получению максимальной продуктивности животных, но и обеспечит решение задач общественного здравоохранения, включая проблему повышения безопасности пищевых продуктов, за счет исключения кумулятивных эффектов от антибиотиков в продуктах животного происхождения (молоко, мясо) [8; 9, p. 620]. У животных с однокамерным желудком фитобиотические кормовые добавки снижают патогенную нагрузку в кишечнике, стимулируя образование полезных кишечных микробов, и, как следствие, увеличивают переваримость кормов [10, p. 1015]. Некоторые из авторов сообщили о положительном влиянии фитохимических соединений на усвояемость питательных веществ за счет увеличения переваримости сырого протеина [11, p. 1465; 12; 13, p. 887; 14, p. 168]. У таких сельскохозяйственных животных, как свиньи и птица, эфирные масла усиливают выработку пищеварительных секретов и повышают усвоение питательных веществ, снижая патогенный стресс в кишечнике [15]. Все вышеотмеченные эффекты позволяют рассматривать фитобиотики в качестве природных стимуляторов роста и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных. В частности, недавнее исследование, проведенное М. Jeshari с коллегами [16, p. 119], показало, что добавление к стартовому рациону телят голштинской породы смеси эфирных масел из *Rosmarinus officinalis* L., *Zataria multiflora* Boiss и *Mentha pulegium* L. положительно влияет на показатели роста подсосных телят. Результаты исследований I. Tarık с соавторами [17, p. 748] показали, что эфирное масло орегано является эффективной жидкой кормовой добавкой, улучшающей состояние здоровья и показатели роста телят голштино-фризской породы. Также сообщается о влиянии фитогенных кормовых добавок на продуктивность сельскохозяйственной птицы, включая цыплят-бройлеров и кур-несушек [18, p. 43; 19, p. 367; 20, p. 480; 21, p. 1010; 22, p. 807].

Тем не менее, несмотря на относительно высокий уровень изученности вопроса применения фитобиотиков в животноводстве и птицеводстве, сельскохозяйственная наука находится в поиске новых решений в области питания, способных обеспечить высокий уровень продуктивности и качества мясной продукции, что неразрывно связано с поддержанием хорошего состояния здоровья цыплят на протяжении всего периода выращивания. В последние годы на ветеринарном рынке появилось большое количество растительных препаратов, в числе которых 4-гексилрезорцин. Ши-

рокий спектр терапевтических свойств последнего в организме человека и лабораторных животных связывают с противовоспалительным, антисептическим, обезболивающим, антибактериальным и иммуномодулирующим воздействиями [23; 24]. При этом вопрос о потенциальном применении этого препарата в птицеводстве освещается ограниченным количеством научных источников. Более того, практически полностью отсутствуют данные о возможных эффектах совместного применения 4-гексилрезорцина с другими растительными экстрактами, которые потенциально могли бы усилить его положительное воздействие на физиологические и продуктивные показатели сельскохозяйственной птицы.

В связи с этим целью настоящего исследования являлась оценка влияния комбинаций 4-гексилрезорцина с 7-гидроксикумарином и гамма-окталактоном на весовой рост, морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.

Методология и методы исследования (Methods)

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D. C., 1996). При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Исследования были проведены на 125 головах 7-суточных цыплят-бройлеров (кросс Арбор Айкрес, 5 групп, $n = 25$). Контрольная группа – основной рацион (ОР); I опытная (ОР + 4-гексилрезорцин; в дозировке 0,5 мг/кг ж. м./сут); II опытная (ОР + 4-гексилрезорцин + гамма-окталактон в дозировках 0,4 мг/кг и 0,1 мг/кг ж. м./сут); III опытная (ОР + 4-гексилрезорцин + 7-гидроксикумарин в дозировках 0,1 мг/кг и 0,15 мг/кг ж. м./сут); IV опытная (ОР + 4-гексилрезорцин + гамма-окталактон + 7-гидроксикумарин в дозировках 0,05 мг/кг, 0,15 мг/кг и 0,01 мг/кг ж. м./сут). Цыплята-бройлеры содержались в групповых клетках в помещении с регулируемой температурой и влажностью, и у них был свободный доступ к пище и воде. Кормление и поение птицы осуществлялось групповым методом. Содержание питательных веществ и микроэлементов в основном рационе обследованной птицы находилось в пределах потребностей цыплят-бройлеров в соответствующие периоды выращивания [25]. Достоверность различий проверяли при помощи *U*-критерия Манна – Уитни. Уровень значимости *P* принимался меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали пакет прикладных программ Statistica 10.0.

Результаты (Results)

Одной из главных целей нашего эксперимента являлась оценка влияния 4-гексилрезорцина и его различных сочетаний с другими растительными экстрактами на весовой рост цыплят-бройлеров. В связи с этим нами был осуществлен комплекс мероприятий по оценке динамики живой массы, а также абсолютных и среднесуточных приростов подопытной птицы в различные периоды выращивания (таблица 1).

Анализ полученных результатов показал, что молодняк I, II и IV опытных групп в возрасте 42 суток, достоверно превосходил по живой массе особей из контрольной группы. Полученные в нашем эксперименте данные в целом согласуются с результатами более ранних исследований [26, р. 2487]. Авторы полагают, что вероятной причиной повышения продуктивных качеств цыплят-бройлеров на фоне введения растительных экстрактов и в том числе производных кумарина может являться способность последних блокировать сигнальные системы чувства кворума (QS) в желудочно-кишечном тракте и ингибировать образование биопленок у патогенных бактерий

[27, р. 2069]. Это стимулирует полезную микрофлору, что приводит к более полному усвоению питательных веществ и повышает продуктивность птицы [28, р. 1015]. Исключением из общей положительной тенденции прироста живой массы в разрезе опытных групп являлся молодняк птицы, получавший в составе основного рациона 4-гексилрезорцин с добавлением 7-гидроксикумарина. Так, несмотря на относительно высокую разницу в показателях живой массы в заключительный период выращивания, молодняк III опытной группы не имел достоверных различий по величине этого показателя по отношению к цыплятам-бройлерам контрольной группы из-за высокой ошибки среднего арифметического. Следует отметить, что, несмотря на существенные различия по живой массе подопытных цыплят в 6 недельном возрасте, до 5-недельного возраста интенсивность роста у всех подопытных групп была примерно одинаковой и находилась в пределах статистической погрешности, что может косвенно свидетельствовать о накопительном эффекте изучаемых растительных экстрактов в организме цыплят-бройлеров.

Таблица 1
Динамика живой массы и ее приросты у цыплят-бройлеров при включении в рацион растительных добавок

Возраст, сут.	Группа				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
7	182,0 ± 3,62	182,5 ± 7,04	182,0 ± 4,3	182,0 ± 4,42	182,6 ± 6,47
14	426,6 ± 9,34	437,5 ± 19,3	399,3 ± 18,9	431,6 ± 22,6	399,6 ± 19,2
21	852,3 ± 45,2	895,5 ± 38,1	820,6 ± 51,3	894,0 ± 45,6	838,6 ± 44,5
28	1497 ± 90,4	1596 ± 47,8	1443 ± 90,5	1561 ± 97,5	1487 ± 65,7
35	2079 ± 74,7	2255 ± 50,1	2100 ± 114,0	2190 ± 147,5	2148 ± 91,5
42	2605 ± 90,2	3023 ± 67,5*	2858 ± 76,3*	2893 ± 155,0	2931 ± 85,4 ^a
Среднесуточный прирост	69,22 ± 10,2	81,1 ± 13,4	76,4 ± 13,8	77,4 ± 12,0	78,5 ± 14,3
Абсолютный прирост	2423 ± 118,6	2841 ± 121,1*	2676 ± 92,1	2711 ± 101,2	2749 ± 125,3

Примечание. * Разница достоверна ($P \leq 0,05$) по отношению к контрольной группе.

Table 1
The dynamics of live weight and its gains in broiler chickens when vegetable additives are included in the diet

Age, days	Group				
	Control	I experienced	II experienced	III experienced	IV experienced
7	182.0 ± 3.62	182.5 ± 7.04	182.0 ± 4.3	182.0 ± 4.42	182.6 ± 6.47
14	426.6 ± 9.34	437.5 ± 19.3	399.3 ± 18.9	431.6 ± 22.6	399.6 ± 19.2
21	852.3 ± 45.2	895.5 ± 38.1	820.6 ± 51.3	894.0 ± 45.6	838.6 ± 44.5
28	1497 ± 90.4	1596 ± 47.8	1443 ± 90.5	1561 ± 97.5	1487 ± 65.7
35	2079 ± 74.7	2255 ± 50.1	2100 ± 114.0	2190 ± 147.5	2148 ± 91.5
42	2605 ± 90.2	3023 ± 67.5*	2858 ± 76.3*	2893 ± 155.0	2931 ± 85.4 ^a
Average daily gain	69.22 ± 10.2	81.1 ± 13.4	76.4 ± 13.8	77.4 ± 12.0	78.5 ± 14.3
Absolute daily gain	2423 ± 118.6	2841 ± 121.1*	2676 ± 92.1	2711 ± 101.2	2749 ± 125.3

Note. * The difference is significant ($P \leq 0,05$) in relation to the control group.

Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров в возрасте 42 суток при включении в рацион композиций веществ

Показатель	Группа				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Биохимические показатели					
Глюкоза, ммоль/л	14,08 ± 0,99	10,31 ± 0,95*	11,91 ± 1,00	10,37 ± 1,09*	11,70 ± 1,14
Общий белок, г/л	36,17 ± 3,57	36,13 ± 1,68	31,81 ± 1,54	36,13 ± 5,02	30,46 ± 2,57
Альбумин, г/л	12,25 ± 1,03	12,75 ± 0,63	12,00 ± 0,63	12,00 ± 1,46	12,33 ± 0,99
АЛТ, ед/л	24,05 ± 4,01	22,00 ± 2,37	16,02 ± 1,95*	20,63 ± 3,87	20,07 ± 1,12
АСТ, ед/л	97,58 ± 33,44	41,80 ± 2,70*	111,98 ± 18,42	125,23 ± 18,06	88,00 ± 15,57
Билирубин общий, мкмоль/л	3,09 ± 0,31	4,67 ± 0,39	4,72 ± 0,56	3,09 ± 0,64	3,32 ± 0,50
Билирубин прямой, мкмоль/л	0,58 ± 0,00	0,58 ± 0,01	0,58 ± 0,00	0,55 ± 0,01	0,51 ± 0,02
Холестерин, ммоль/л	3,50 ± 0,24	3,53 ± 0,12	3,19 ± 0,13	2,50 ± 0,32*	2,96 ± 0,27*
Триглицериды, ммоль/л	0,98 ± 0,34	0,18 ± 0,04*	0,39 ± 0,03*	0,40 ± 1,92*	0,26 ± 0,07*
Мочевина, ммоль/л	0,58 ± 0,03	0,90 ± 0,03*	0,69 ± 0,04*	0,48 ± 0,04	0,41 ± 0,04
Креатинин, мкмоль/л	36,88 ± 3,20	27,83 ± 4,03	28,02 ± 2,97	33,05 ± 5,02	30,05 ± 2,16
Мочевая кислота, мкмоль/л	137,00 ± 38,74	228,8 ± 40,11*	143,25 ± 41,23	138,63 ± 40,64	237,47 ± 56,40*
Железо, мкмоль/л	49,00 ± 13,66	28,20 ± 10,1*	34,78 ± 10,97	21,27 ± 8,0*	12,60 ± 1,59*
Магний, ммоль/л	0,47 ± 0,09	0,25 ± 0,08*	0,34 ± 0,08*	0,46 ± 0,08	0,54 ± 0,06*
Кальций, мкмоль/л	1,56 ± 0,19	1,93 ± 0,47	1,30 ± 0,25	1,69 ± 0,15	2,20 ± 0,20*
Фосфор, ммоль/л	2,35 ± 0,18	2,26 ± 0,09	1,97 ± 0,44*	2,09 ± 0,17	2,45 ± 0,26
Морфологические показатели					
Лейкоциты, 10 ⁹ кл/л	32,85 ± 5,82	26,20 ± 3,06	34,25 ± 3,91	44,87 ± 7,03*	38,13 ± 6,77
Лимфоциты, %	52,03 ± 2,72	54,28 ± 1,19	58,73 ± 1,62	48,57 ± 3,24	58,42 ± 1,36
Соотношение лейкоцитов, %	7,53 ± 1,03	7,78 ± 0,39	6,83 ± 0,41	7,55 ± 0,53	7,17 ± 0,33
Гранулоциты, %	40,45 ± 3,21	37,95 ± 0,82	34,43 ± 1,23	43,88 ± 3,65	34,42 ± 1,05
Эритроциты, 10 ¹² кл/л	3,51 ± 0,22	3,62 ± 0,16	3,59 ± 0,13	3,55 ± 0,15	3,68 ± 0,08
Гемоглобин, г/л	116,75 ± 2,56	110,50 ± 4,27	103,17 ± 3,64	91,00 ± 8,04*	100,83 ± 3,36
Гематокрит, %	22,13 ± 0,74	20,65 ± 0,79	18,87 ± 0,75	16,68 ± 1,56*	18,50 ± 0,56
Средний объем эритроцитов, фл	110,10 ± 2,82	111,30 ± 2,49	107,87 ± 0,62	108,17 ± 0,63	110,75 ± 2,33
Средний уровень гемоглобина в эритроците, пг	58,10 ± 1,20	59,40 ± 1,21	58,85 ± 0,89	58,98 ± 0,96	60,12 ± 0,98
Относительная ширина распределения эритроцитов по объему (коэффициент вариации), %	10,95 ± 0,55	11,00 ± 0,21	10,50 ± 0,20	10,50 ± 0,14	10,27 ± 0,26
Относительная ширина распределения эритроцитов по объему (стандартное отклонение), фл	37,38 ± 1,79	36,73 ± 0,62	34,88 ± 0,22	34,88 ± 0,40	35,53 ± 0,80
Тромбоциты, 10 ⁹ кл/л	72,08 ± 25,94	74,25 ± 8,66	58,50 ± 6,99*	62,17 ± 3,66	58,00 ± 2,48*
Средний объем тромбоцитов, фл	19,95 ± 1,14	20,43 ± 0,75	19,52 ± 0,61	20,57 ± 0,47	20,82 ± 0,66
Тромбокрит, %	0,17 ± 0,02	0,15 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,01

Примечание. * Разница достоверна ($P \leq 0,05$) по отношению к контрольной группе.

*Table 2
Biochemical parameters of blood serum of broiler chickens at the age of 42 days
when the composition of substances is included in the diet*

Indicator	Group				
	Control	I experienced	II experienced	III experienced	IV experienced
Biochemical parameters					
Glucose, mmol/l	14.08 ± 0.99	10.31 ± 0.95*	11.91 ± 1.00	10.37 ± 1.09*	11.70 ± 1.14
Total protein, g/l	36.17 ± 3.57	36.13 ± 1.68	31.81 ± 1.54	36.13 ± 5.02	30.46 ± 2.57
Albumin, g/l	12.25 ± 1.03	12.75 ± 0.63	12.00 ± 0.63	12.00 ± 1.46	12.33 ± 0.99
ALT, Units/l	24.05 ± 4.01	22.00 ± 2.37	16.02 ± 1.95*	20.63 ± 3.87	20.07 ± 1.12
AST, Units/l	97.58 ± 33.44	41.80 ± 2.70*	111.98 ± 18.42	125.23 ± 18.06	88.00 ± 15.57
Total bilirubin, mmol/l	3.09 ± 0.31	4.67 ± 0.39	4.72 ± 0.56	3.09 ± 0.64	3.32 ± 0.50
Straight bilirubin, mmol/l	0.58 ± 0.00	0.58 ± 0.01	0.58 ± 0.00	0.55 ± 0.01	0.51 ± 0.02
Cholesterol, mmol/l	3.50 ± 0.24	3.53 ± 0.12	3.19 ± 0.13	2.50 ± 0.32*	2.96 ± 0.27*
Triglycerides, mmol/l	0.98 ± 0.34	0.18 ± 0.04*	0.39 ± 0.03*	0.40 ± 1.92*	0.26 ± 0.07*
Urea, mmol/l	0.58 ± 0.03	0.90 ± 0.03*	0.69 ± 0.04*	0.48 ± 0.04	0.41 ± 0.04
Creatinine, mmol/l	36.88 ± 3.20	27.83 ± 4.03	28.02 ± 2.97	33.05 ± 5.02	30.05 ± 2.16
Uric acid, mmol/l	137.00 ± 38.74	228.8 ± 40.11*	143.25 ± 41.23	138.63 ± 40.64	237.47 ± 56.40*
Iron, mmol/l	49.00 ± 13.66	28.20 ± 10.1*	34.78 ± 10.97	21.27 ± 8.0*	12.60 ± 1.59*
Magnesium, mmol/l	0.47 ± 0.09	0.25 ± 0.08*	0.34 ± 0.08*	0.46 ± 0.08	0.54 ± 0.06*
Calcium, mmol/l	1.56 ± 0.19	1.93 ± 0.47	1.30 ± 0.25	1.69 ± 0.15	2.20 ± 0.20*
Phosphorus, mmol/l	2.35 ± 0.18	2.26 ± 0.09	1.97 ± 0.44*	2.09 ± 0.17	2.45 ± 0.26
Morphological indicators					
Leukocytes, 10 ⁹ cells/l	32.85 ± 5.82	26.20 ± 3.06	34.25 ± 3.91	44.87 ± 7.03*	38.13 ± 6.77
Lymphocytes, %	52.03 ± 2.72	54.28 ± 1.19	58.73 ± 1.62	48.57 ± 3.24	58.42 ± 1.36
White blood cell ratio, %	7.53 ± 1.03	7.78 ± 0.39	6.83 ± 0.41	7.55 ± 0.53	7.17 ± 0.33
Granulocytes, %	40.45 ± 3.21	37.95 ± 0.82	34.43 ± 1.23	43.88 ± 3.65	34.42 ± 1.05
Erythrocytes, 10 ¹² cells/l	3.51 ± 0.22	3.62 ± 0.16	3.59 ± 0.13	3.55 ± 0.15	3.68 ± 0.08
Hemoglobin, g/l	116.75 ± 2.56	110.50 ± 4.27	103.17 ± 3.64	91.00 ± 8.04*	100.83 ± 3.36
Hematocrit, %	22.13 ± 0.74	20.65 ± 0.79	18.87 ± 0.75	16.68 ± 1.56*	18.50 ± 0.56
Average volume of red blood cells, fl	110.10 ± 2.82	111.30 ± 2.49	107.87 ± 0.62	108.17 ± 0.63	110.75 ± 2.33
The average level of hemoglobin in the erythrocyte, pg	58.10 ± 1.20	59.40 ± 1.21	58.85 ± 0.89	58.98 ± 0.96	60.12 ± 0.98
Relative width of red blood cell distribution by volume (coefficient of variation), %	10.95 ± 0.55	11.00 ± 0.21	10.50 ± 0.20	10.50 ± 0.14	10.27 ± 0.26
Relative width of red blood cell distribution by volume (standard deviation), fl	37.38 ± 1.79	36.73 ± 0.62	34.88 ± 0.22	34.88 ± 0.40	35.53 ± 0.80
Platelets, 10 ⁹ cl/l	72.08 ± 25.94	74.25 ± 8.66	58.50 ± 6.99*	62.17 ± 3.66	58.00 ± 2.48*
Average platelet volume, fl	19.95 ± 1.14	20.43 ± 0.75	19.52 ± 0.61	20.57 ± 0.47	20.82 ± 0.66
Thrombocrit, %	0.17 ± 0.02	0.15 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.12 ± 0.01

Note. * The difference is significant ($P \leq 0.05$) in relation to the control group.

С целью более полного представления о влиянии испытуемых растительных препаратов на интерьерные особенности обследованных цыплят-бройлеров нами был изучен морфологический и биохимический состав крови (таблица 2). При анализе биохимических показателей сыворотки крови

у опытной птицы отмечено снижение уровня глюкозы (I и III группы), аланинаминотрансферазы (во II группе), аспаратаминотрансферазы (в I группе), холестерина (III и IV группы), триглицеридов в опытных группах на фоне увеличения мочевины в I и II группах и мочевой кислоты (I и IV груп-

пы) в сравнении с контрольной группой. Анализ элементного состава сыворотки крови показывает выраженное снижение концентрации железа (I, III и IV группы), магния (I и II группы), фосфора (II группа) на фоне более высоких значений магния и кальция в IV группе в сравнении с контрольной группой. Следует отметить, что в подавляющем большинстве ранее проведенных исследований продемонстрирована положительная динамика накопления минеральных элементов в биосубстратах птицы на фоне введения в основной рацион растительных компонентов. Можно предположить, что вероятной причиной повышения концентраций отдельных химических элементов в образцах крови в нашем исследовании может являться увеличение конверсии минеральных веществ корма за счет избирательного воздействия испытуемых добавок на полезную микробиоту кишечника в процессе функционирования пищеварительной системы птицы. В то же время в отдельных источниках сообщается о возможном проявлении эффекта антагонизма между ионами некоторых минералов и наличием других хелатирующих агентов в кормах для цыплят, которые могут выступать в качестве конкурентов за комплексообразование минералов и снижать накопление этих микроэлементов в организме. Одним из таких агентов является фитиновая кислота, которая содержится в растительных добавках и выступает основным диетическим компонентом, который ограничивает биодоступность химических элементов, в частности железа, за счет прочного связывания последнего в желудочно-кишечном тракте. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров находились на одном и том же уровне в сравнении с контролем, в то же время отмечены некоторые особенности, выражающиеся в увеличении лейкоцитов и снижении гемоглобина и гематокрита в III группе, тромбоцитов во II и IV группах. В ранее проведенных экспериментах ав-

торы наблюдали неоднозначное влияние введения растительных экстрактов на показатели крови. В частности, отмечалось значительное увеличение концентраций эритроцитов, АЛТ и АСТ под воздействием трех разных лекарственных растений (*Aristolochia ringens*, *Allium sativum* и *Ocimum gratissimum*) [29]. В то же время добавление тимьяна, мяты и эвкалипта в рацион цыплят-бройлеров способствовало снижению концентраций в сыворотке ферментов печени (например, АЛТ, АСТ и щелочной фосфатазы) [30, p. 2505]. Включение растительного экстракта *Camellia L.* способствовало достоверному снижению общего количества лейкоцитов, концентрации холестерина [31].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Введение в рацион растительного препарата 4-гексилрезорцин, а также комплексов 4-гексилрезорцин + гамма-окталактон и 4-гексилрезорцин + гамма-окталактон+7-гидроксикумарин в установленных дозировках сопровождается увеличением живой массы цыплят-бройлеров в 42-суточном возрасте, при этом максимальный эффект наблюдается при включении 4-гексилрезорцина в чистом виде. Отсутствие достоверной разницы на начальных этапах эксперимента позволяет сделать предположение о наличии накопительного эффекта от скармливания изучаемых препаратов в организме цыплят-бройлеров. При этом введение в рацион подопытной птицы испытуемых растительных препаратов имело неоднозначный характер воздействия на морфологический и биохимический составы крови, что выражалось в повышении уровня отдельных элементов при значительном снижении других.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено в рамках тематического плана НИР ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН» № 0761-2019-0005.

Библиографический список (References)

1. Lin J. Antibiotic growth promoters enhance animal production by targeting intestinal bile salt hydrolase and its producers // *Frontiers in Microbiology*. 2014. Vol. 5. Article number. 33. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00033.
2. Stanton T. B. A call for antibiotic alternatives research // *Trends in Microbiology*. 2013. Vol. 21 (3). Pp. 111–113. DOI: 10.1016/j.tim.2012.11.002.
3. Greene E. S., Cauble R., Kadhim H., de Almeida Mallmann B., Gu I., Lee S. O., Orłowski S., Dridi S. Protective effects of the phyto-genic feed additive “comfort” on growth performance via modulation of hypothalamic feeding- and drinking-related neuropeptides in cyclic heat-stressed broilers // *Domestic animal endocrinology*. 2021. Vol. 74. Article number 106487. DOI: 10.1016/j.domaniend.2020.106487.
4. Seal B. S., Lillehoj H. S., Donovan D. M., Gay C. G. Alternatives to antibiotics: a symposium on the challenges and solutions for animal production // *Animal Health Research Reviews*. 2013. Vol. 14 (1). Pp. 78–87. DOI: 10.1017/S1466252313000030.
5. Greene E. S., Emami N. K., Dridi S. Research Note: Phytobiotics modulate the expression profile of circulating inflammasome and cyto(chemo)kine in whole blood of broilers exposed to cyclic heat stress // *Poultry Science*. 2021. Vol. 100 (3). Article number 100801. DOI: 10.1016/j.psj.2020.10.055.
6. Salaheen S., Kim S. W., Haley B. J., Van Kessel J. A. S, Biswas D. Alternative growth promoters modulate broiler gut microbiome and enhance body weight gain // *Frontiers in Microbiology*. Vol. 2017 (8). Article number 2088. DOI: 10.3389/fmicb.2017.02088.

7. Stevanović Z. D., Bošnjak-Neumüller J., Pajić-Lijaković I., Raj J., Vasiljević M. Essential oils as feed additives. Future perspectives // *Molecules*. 2018. Vol. 23 (7). Article number 1717. DOI: 10.3390/molecules23071717.
8. Poli J. P., Guinoiseau E., de Rocca Serra D. Anti-Quorum Sensing Activity of 12 Essential Oils on chromobacterium violaceum and Specific Action of cis-cis-p-Menthenolide from Corsican Mentha suaveolens ssp // *Insularis. Molecules*. 2018. Vol. 23 (9). Article number 2125. DOI: 10.3390/molecules23092125.
9. Kiczorowska B., Samolinska W., Al-Yasiry A., Kiczorowski P., Winiarska-Mieczan, A. The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition – a review // *Annals of Animal Science*. 2017. Vol. 17 (3). Pp. 605–625. DOI: 10.1515/aoas-2016-0076.
10. Clavijo V., Flórez M. J. V. The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review // *Poultry Science*. 2018. Vol. 97 (3). Pp. 1006–1021. DOI: 10.3382/ps/pex359.
11. Wagle B. R., Upadhyay A., Shrestha S., Arsi K., Upadhyaya I., Donoghue A. M., Donoghue D. J. Pectin or chitosan coating fortified with eugenol reduces *Campylobacter jejuni* on chicken wingettes and modulates expression of critical survival genes // *Poultry Science*. 2019. Vol. 98. Pp. 1461–1471. DOI: 10.3382/ps/pey505.
12. Himoto T., Masaki T. Current Trends of Essential Trace Elements in Patients with Chronic Liver Diseases // *Nutrients*. 2020. Vol. 12 (7). Article number 2084. DOI: 10.3390/nu12072084
13. Haščík P., Pavelková A., Tkáčová J., Čuboň J., Bobko M., Kačániová M., Arpášová H., Čech M. The amino acid profile after addition of humic acids and phytobiotics into diet of broiler chicken // *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2019. Vol. 13 (1). Pp. 884–890. DOI: 10.5219/1237.
14. Króliczewska B., Mišta D., Króliczewski J., Zawadzki W., Kubaszewski R., Wincewicz E., Szopa J. A new genotype of flax (*Linum usitatissimum* L.) with decreased susceptibility to fat oxidation: consequences to hematological and biochemical profiles of blood indices // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 97 (1). Pp. 165–171. DOI: 10.1002/jsfa.7705.
15. Zeng Z., Zhang S., Wang H., Piao X. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015. Vol. 6 (7). Article number 7. DOI: 10.1186/s40104-015-0004-5.
16. Jeshari M., Riasi A., Mahdavi A. H., Khorvash M., Ahmadi F. Effect of essential oils and distillation residues blends on growth performance and blood metabolites of Holstein calves weaned gradually or abruptly // *Livestock Science*. 2016. Vol. 185 (3). Pp. 117-122. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.12.011.
17. Tapki I., Ozalpaydin H. B., Tapki N., Aslan M., Selvi M. H. Effects of oregano essential oil on reduction of weaning age and increasing economic efficiency in Holstein Friesian calves // *Pakistan Journal of Zoology*. 2020. Vol. 52 (2). Pp. 745–752. DOI: 10.17582/journal.pjz/20180606130639.
18. Chowdhury S., Mandal G. P., Patra A. K., Kumar P., Samanta I., Pradhan S., Samanta A. K. Different essential oils in diets of broiler chickens: 2. Gut microbes and morphology, immune response, and some blood profile and antioxidant enzymes // *Animal Feed Science and Technology*. 2018. Vol. 236. Pp. 39–47. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.12.003.
19. Singh P. K., Kumar A., Tiwari D. P. Effects of dietary supplementation of black cumin, garlic and turmeric on the production performance and egg quality of White Leghorn hens // *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2019. Vol. 19 (3). Pp. 361–370. DOI: 10.5958/0974-181X.2019.00034.9.
20. Ghosh T., Kumar A., Sati A., Mondal B. C., Singh S. K., Kumar R. Effect of dietary supplementation of herbal feed additives (black cumin, garlic and turmeric) in combination with linseed oil on production performance of white leghorn laying chickens // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2020. Vol. 8 (6). Pp. 478–482.
21. Al-Kassie G. A. M. The role of peppermint (*Mentha piperita*) on performance in broiler diets // *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 2010. Vol. 1 (5). Pp. 1009–1013.
22. Saeed M., Naveed M., Leskovec J., Ali Kambah A., Kakar I., Ullah K., Ahmad F., Sharif M., Javaid A., Rauf M., Abd El-Hack M. E., Abdel-Latif M. A., Chao S. Using guduchi (*Tinospora cordifolia*) as an eco-friendly feed supplement in human and poultry nutrition // *Poultry Science*. 2020. Vol. 99 (2). Pp. 801–811. DOI: 10.1016/j.psj.2019.10.051.
23. Choi K.-H., Kim D.-W., Lee S. K., Kim S.-G., Kim T.-W. The Administration of 4-Hexylresorcinol Accelerates Orthodontic Tooth Movement and Increases the Expression Level of Bone Turnover Markers in Ovariectomized Rats // *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21 (4). Article number 1526. DOI: 10.3390/ijms21041526.
24. Yoon J.-H., Kim D.-W., Lee S. K., Kim S.-G.. Effects of 4-hexylresorcinol administration on the submandibular glands in a growing rat model // *Head & Face Medicine*. 2022. Vol. 18 (1). Article number 16. DOI: 10.1186/s13005-022-00320-7.
25. Fisinin V. I., Egorov I. A., Okolelova T. M., Imangulov Sh. A. Feeding of Agricultural Poultry. Sergiev Posad: VNITIP. 2010. 375 p.

26. Duskaev G., Rakhmatullin S., Kvan, O. Effects of *Bacillus cereus* and coumarin on growth performance, blood biochemical parameters, and meat quality in broilers // *Veterinary World*. 2020. Vol. 13 (11). Pp. 2484–2492. DOI: 10.14202/vetworld.2020.2484-2492.
27. Reen F. J., Gutiérrez-Barranquero J. A., Parages, M. L., O’Gara F. Coumarin: A novel player in microbial quorum sensing and biofilm formation inhibition // *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2018. Vol. 102 (5). Pp. 2063–2073.
28. Clavijo V., Flórez, M. J. V. The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review // *Poultry Science*. 2018. Vol. 97 (3). Pp. 1006–1021.
29. Anbalagan V., Raju K., Shanmugam K. Assessment of Lipid Peroxidation and Antioxidant Status in Vanillic Acid Treated 7,12-Dimethylbenz[a]anthracene Induced Hamster Buccal Pouch Carcinogenesis // *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017. Vol. 11. Pp. BF01-BF04. DOI: 10.7860/JCDR/2017/23537.9369.
30. Khalaji S., Zaghari M., Hatami K., Hedari-Dastjerdi S., Lotfi L., Nazarian H. Black cumin seeds, *Artemisia sieberi*, and *Camellia L.* plant extract as phytogetic products in broiler diets and their effects on performance, blood constituents, immunity, and cecal microbial population // *Poultry Science*. 2011. Vol. 90 (11). Pp. 2500–2510.
31. Mashayekhi H., Mozghan M., Omidali E. Eucalyptus leaves powder, antibiotic and probiotic addition to broiler diets: Effect on growth performance, immune response, blood components and carcass traits // *Animal*. 2018. Vol. 12 (10). DOI: 10.1017/S1751731117003731.

Об авторах:

Олег Александрович Завьялов¹, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390; +7 (3532) 30-81-70, Oleg-Zavyalov83@mail.ru
 Галимжан Калиханович Дускаев¹, доктор биологических наук, первый заместитель директора, ORCID 0000-0002-9015-8367, AuthorID 316084; +7 (3532) 30-81-70, gduskaev@mail.ru
 Марина Яковлевна Курилкина¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-0253-7867, AuthorID 623232; +7 (3532) 30-81-70, k_marina4@mail.ru

¹ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

The effect of herbal BAA on the productivity and blood parameters in broiler chickens

O. A. Zavyalov[✉], G. K. Duskaev¹, M. Ya. Kurilkina¹

¹ Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

✉E-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru

Abstract. Phytobiotics have a significant impact on the health of animals and increase productive qualities. At the same time, the question of studying the effect of individual herbal supplements on the physiological and productive indicators of poultry remains open. In this regard, **the purpose** of this study was to evaluate the effect of combinations of 4-hexylresorcinol with other herbal preparations on weight growth, as well as morphological and biochemical blood compositions of broiler chickens. **Methods.** The studies were conducted on 125 heads of 7-day-old broiler chickens (cross Arbor Acres, 5 groups, $n = 25$). Experimental scheme: control group – basic diet (BD); I experimental (BD + 4-hexylresorcinol; at a dosage of 0.5 mg/kg of live weight per day); II experimental (BD + 4-hexylresorcinol + gamma-octalactone at dosages of 0.4 mg/kg and 0.1 ml/kg of live weight per day); III experimental (BD + 4-hexylresorcin + 7-hydroxycoumarin in dosages of 0.1 mg/kg and 0.15 ml/kg of live weight per day); IV experimental (BD + 4-hexylresorcin+gamma-octalactone + 7-hydroxycoumarin in dosages of 0.05 mg/kg, 0.15 ml/kg and 0.01 mg/kg of live weight per day). **The scientific novelty** lies in the fact that for the first time the effect of the use of the herbal preparation 4-hexylresorcin in combination with other phytobiotics on the physiological parameters of broiler chickens has been studied. **Results.** It was found that chickens of the I, II and IV experimental groups at the age of 35 days were superior in live weight to individuals from the control group, with the maximum difference in relation to broiler chickens receiving a basic feeding diet. The introduction of the tested herbal preparations into the diet of the experimental bird had an ambiguous effect on the morphological and biochemical composition of the blood, which was expressed in the form of an increase in the level of individual elements with a significant decrease in others.

Keywords: broiler chickens, 4-hexylresorcinol, 7-hydroxycoumarin, gamma-octalactone, weight growth, morphological and biochemical parameters of blood.

For citation: Zavyalov O. A., Duskaev G. K., Kurilkina M. Ya. Vliyanie BAD rastitel'nogo proiskhozhdeniya na produktivnost' i pokazateli krovi tsyplat-broylerov [The effect of herbal BAA on the productivity and blood parameters in broiler chickens] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 34–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-34-42. (In Russian.)

Date of paper submission: 06.10.2022, **date of review:** 31.10.2022, **date of acceptance:** 10.11.2022.

Authors' information:

Oleg A. Zavyalov¹, doctor of biological sciences, leading researcher, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390; +7 922 850 85 20, oleg-zavyalov83@mail.ru

Galimzhan K. Duskaev¹, doctor of biological sciences, first deputy director, leading researcher, ORCID 0000-0002-9015-8367, AuthorID 316084; +7 922 829-19-76, gduskaev@mail.ru

Marina Ya. Kurilkina¹, candidate of biological sciences, researcher, ORCID 0000-0003-0253-7867, AuthorID 623232; +7 951 036-68-88, K_marina4@mail.ru

¹ Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

Молокоотдача и взаимосвязь ее показателей у высокопродуктивных коров при роботизированном доении

В. Н. Мазуров¹, З. С. Санова¹✉

¹Калужский НИИСХ – филиал ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха, Калужская опытная сельскохозяйственная станция, Россия

✉E-mail: sanova.zoya@yandex.ru

Аннотация. Целью исследований явилось изучение показателей молокоотдачи высокопродуктивных коров, корреляционной зависимости параметров доения от междуильных промежутков времени доения и их физиологических взаимосвязей при роботизированном доении животных. **Методы.** Исследования проведены на коровах колхоза имени Ленина Московской области, сформирована база данных по 5416 индивидуальным доениям коров из программы «СЕЛЭКС» с учетом признаков доения (молокоотдачи, разового удоя, длительности доения, разных возрастных периодов и др.). **Результаты и практическая значимость.** Представлены результаты оценки молокоотдачи у высокопродуктивных коров при роботизированном доении, отмечено значение важнейших параметров и факторов, влияющих на скорость молокоотдачи. Пик молочной продуктивности у первотелок пришелся на третий месяц после отела, а у половозрелых коров – на второй месяц. Разница в удоях между возрастными группами в первый месяц лактации ставила 37 %, а во второй – 20 %. Длительность доения находится в тесной связи с количеством молока в удое, более проявляется у первотелок: в отдельные месяцы лактации величина удоя определяла более 66 % вариаций продолжительности доения. При роботизированном доении средняя скорость молокоотдачи была в пределах 2,4–2,7 кг/мин, в первые два месяца лактации скорость молокоотдачи была существенно ниже, а после третьего месяца – даже выше средней по лактации. Величина разовых удоев в первую треть лактации слабо коррелировала с длительностью интервалов времени между доениями, но тесно – со скоростью секреции молока. При разовых удоях 9–10 кг оптимальный промежуток времени между началом обработки сосков и подключением аппарата составляет 131–152 секунды. **Научная новизна.** Впервые были изучены особенности важнейших показателей молокоотдачи по месяцам лактации высокопродуктивных молочных коров, их взаимосвязи, влияния на них возраста коров и длительности подготовки к доению.

Ключевые слова: роботизированное доение, скорость молокоотдачи, длительность доения, разовые удои, стадии лактации, междуильные интервалы.

Для цитирования: Мазуров В. Н., Санова З. С. Молокоотдача и взаимосвязь ее показателей у высокопродуктивных коров при роботизированном доении // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 43–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-43-54.

Дата поступления статьи: 23.09.2022, **дата рецензирования:** 25.10.2022, **дата принятия:** 03.11.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Извлечение молока из вымени (доение) является конечным звеном в сложной цепи технологических операций производства молока. Само доение проводится с использованием сложного доильного оборудования и требует высокой квалификации обслуживающих его сотрудников. Большинство технологических приемов, применяемых при доении, являются теоретически обоснованными. Роботизированное (автоматическое, добровольное) доение довольно быстро внедряется в России: только в Калужской области за последние 10–15 лет установлено более 100 доильных роботов. Технологии,

используемые при автоматизированном доении, имеют ряд преимуществ перед традиционными: доение с оптимальной частотой (кратностью в течение суток), кормление полнорационными смесями, препятствующее развитию ацидоза рубца, тщательная обработка вымени перед доением, дозированное скормливание концентратов во время доения (что само по себе способствует росту молочной продуктивности и сохранению здоровья коров), раздельное отключение стаканов доильного аппарата, контроль доения по многим параметрам с одновременной оценкой качества молока и др. При этом контроль процесса доения и постоянная реги-

страция его результатов имеют большое практическое значение, а также дают возможность изучения факторов, влияющих на здоровье коров, эффективность использования доильного оборудования и качество молока [1; 2]. Молокоотдача – важнейший процесс. Процесс доения коровы характеризуется скоростью, полнотой и побочными показателями: длительностью доения [3; 4], влиянием на состояние вымени и сосков, электрической проводимостью молока, численностью в нем соматических клеток [5], количеством остаточного молока, в том числе на показатели, оказывающие долговременное влияние на продуктивность коров и продолжительность их продуктивного использования.

В последние годы проведены многочисленные исследования относительно влияния на процесс извлечения молока из вымени окружающей обстановки [6], приучения нетелей и первотелок к доению, подготовки коровы к доению (качество и продолжительность обработки вымени и сосков [7; 8], возраста животных, породной принадлежности коров [9], кратности доения в течение суток, а следовательно, интервалов между последовательными доениями [10; 11]. Установлена ключевая роль времени наступления и продолжительности припуска (сокращения гладкой мускулатуры альвеол и молочных протоков), в результате которого происходит повышение внутривыменного давления и часть молока, содержащегося в альвеолах и молочных протоках, переходит в сосковые и железистые цистерны (т. е. присоединяется к цистернальной порции еще до начала доения). Тем не менее многие результаты исследований по перечню параметров довольно разноречивы: не выяснено, как при добровольном доении длительность междудоильных интервалов влияет на скорость молокоотдачи, нет данных о том, какими основными факторами определяется длительность интервалов между доениями, от чего зависит количество молока в разовом удое. Недостаточно исследований проведено на высокопродуктивных коровах в течение всего периода лактации с учетом особенностей физиологии по стадиям лактации при сравнении первотелок и полновозрастных коров [12–14]. Особенности физиологии лактации таковы, что по мере удаления во времени от момента отела в вымени изменяются численность секреторных клеток, возраст самих клеток, степень их дифференциации, синтетическая активность [15; 16]. По мере увеличения сроков стельности изменяется характер распределения субстратов в организме коров в пользу репродуктивных тканей, изменяется гормональный профиль организма коровы [17–19]. Учет этих процессов в практике и по возможности управление ими немислимы без детального предварительного изучения.

До настоящего времени довольно много исследований проведено с целью оценки влияния обра-

ботки вымени (сосков) на характеристики молокоотдачи: времени наступления и продолжительности припуска, скорости и продолжительности молокоотдачи, частоты появления бимодальных кривых молокоотдачи, количества остаточного молока, состояния тканей сосков.

Предпосылкой для наших исследований послужил тот факт, что промежуток времени (при подготовке к доению) от первого прикосновения к соску до начала молокоотдачи был гораздо длиннее при автоматизированном доении, чем при традиционном доении в доильном зале. Между тем известно, что при отсутствии доения через 2–3 минуты после окончания массажа концентрация окситоцина в крови снижается, начинается обратный ток молока из цистерн в альвеолы, и для достижения нового припуска требуется около 3 минут стимуляции. Более того, по некоторым данным, внутривыменное давление после стимуляции (массажа) держится стабильно до 10 минут. Однако в других опытах с инъекциями окситоцина эти данные не были подтверждены: максимальное давление наблюдалось через 3 минуты после введения окситоцина, после чего оно медленно снижалось [8]. В таком случае следует оптимизировать как продолжительность стимуляции (массажа, обработки) вымени, так и время подключения аппарата (путем оптимизации промежутка времени до начала молокоотдачи), с тем чтобы не допустить снижения концентрации окситоцина в крови во время доения. Длительность также является важной характеристикой процесса доения. От нее зависят эффективность использования доильной аппаратуры и степень воздействия доильного стакана на сосок.

Целью исследований явилось изучение показателей молокоотдачи высокопродуктивных коров, корреляционной зависимости параметров доения от междудоильных промежутков времени доения и их физиологических взаимосвязей при роботизированном доении животных.

В связи с вышеизложенным в нашей работе ставились задачи:

- оценить динамику показателей продуктивности и параметров доения ежемесячно в течение полной лактации у высокопродуктивных коров-первотелок и животных более старшего возраста, исследовать их взаимосвязь внутри возрастных групп;
- идентифицировать факторы, влияющие на продолжительность интервалов между доениями, их взаимосвязь с продуктивностью и стадиями лактации, влияние на эти показатели скорости секреции молока и возраста коров;
- уточнить факторы, влияющие на длительность промежутка времени между началом обработки вымени и сосков, с одной стороны, и подключением доильного аппарата, с другой стороны. Разработать способ определения оптимальной длительности этого промежутка.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проведены на стаде коров колхоза имени Ленина Московской области Россия. В хозяйстве используют животных черно-пестрой породы. поголовье коров составило 463 головы, продуктивность за 305 дней лактации – 9510 кг. В хозяйстве эксплуатируют 8 роботов Lely Astronaut A4 фирмы Lely. Данные получены в 2018 г. в течение 12 месяцев: использовали данные за сутки 1-го, 11-го и 21-го числа каждого месяца. Источниками информации служили данные зоотехнического и племенного учета, на основе которых создавали базу данных в программе MS Excel. При этом распределение коров по стадиям лактации во все сезоны года было более или менее равномерным, что давало возможность исключить (или при необходимости оценить) степень влияния на изучаемые процессы сезонных ритмов. Всего нами были использованы данные по 5416 индивидуальным доениям. Животных в зависимости от возраста делили на первотелок и полновозрастных коров. Для оценки продуктивности использовали данные о разовых удоях и кратности доений в течение суток, что позволяло рассчитывать суточную продуктивность. Для изучения динамики показателей были отобраны коровы без нарушений воспроизводительной функции; образцы молока отбирали с 1-го по 305-й день лактации, исключая животных с клиническими и субклиническими формами мастита. Всего в этой части опытов были использованы данные, полученные на коровах-первотелках (901 доение) и 4483 – на полновозрастных коровах. Во второй серии опытов исследовали взаимосвязи продолжительности интервалов между доениями с другими параметрами, связанными с доением. При этом использовали данные, полученные в первые две трети лактации коров: от 1-го до 200-го дня после отела включительно (493 индивидуальных доения по первотелкам и 2722 – по полновозрастным коровам). Данные по первым двум третям лактации были использованы с целью минимизировать влияние естественного сокращения (посредством апоптоза) численности секреторных клеток вымени на изучаемые показатели.

Для исследования зависимости параметров доения от длительности промежутков времени между началом обработки сосков до начала молокоотдачи была использована схема, аналогичная схеме латинского квадрата (особенность нашей схемы в том, что она разрабатывалась после проведения исследований, а не до них). В наших опытах средняя скорость молокоотдачи (ССМ) у полновозрастных коров мало изменялась в первые четыре месяца лактации, достигала пика на пятый месяц, затем снижалась по мере снижения удоев до конца лактации. На ССМ влияют такие факторы, как дружелюбная обстановка доения (особенно для первотелок), возраст коров, морфологические особенности

вымени (в частности, длина и диаметр соскового канала), величина удоя, продолжительность междуудольного интервала, породная принадлежность. ССМ у первотелок самой низкой была в первый месяц лактации, затем повышалась по мере удаления от момента отела и была наивысшей в последний месяц лактации (таблица 1). Эти особенности ССМ у первотелок объясняются в основном стрессом, вызванным у животных автоматическим доением, и последующим привыканием их к автоматическому доению: по мере привыкания первотелок к доению ССМ возрастала, что согласуется с литературными данными [19]. Для выяснения факторов, влияющих на взаимосвязи между разовыми удоями и интервалами между доениями, мы использовали данные, полученные в первые две трети лактации (с 1-го по 200-й день лактации включительно) с целью минимизировать влияние на удои естественного снижения численности секреторных клеток из-за апоптоза. Данные были сгруппированы по продолжительности интервалов между доениями: к первой группе были отнесены доения с минимальными показателями продолжительности междуудольного интервала (250–300 минут), следующая группа – на 50 минут больше и т. д. – до 850 минут на интервал. Таким образом, были обработаны данные по более чем 95 % всех индивидуальных доений. Скорость секреции молока рассчитывали делением каждой индивидуальной величины разового удоя на соответствующую ему длительность интервала между предыдущим доением и доением, откуда взята величина удоя (масса молока в килограммах, деленная на длительность интервала в минутах, после чего величины кг/мин переводили в г/мин).

Время обработки сосков – это интегральный показатель по времени, включающий время собственно обработку (так называемое время обработки до доения), время сканирования вымени, время соединения, время отсутствия молока, время обработки после доения. Для выяснения наличия и степени влияния длительности промежутка времени от начала обработки сосков до подключения аппарата к вымени на характеристики доения и удои были отобраны 736 доений от коров в середине лактации возрастом со второй по третью лактации. Удои от каждой коровы и соответствующие данные о показателях, характеризующих процесс доения, разделили на две части по признаку продолжительности промежутка от начала обработки сосков до начала молокоотдачи (одна группа с коротким промежутком, другая – с длинным) таким образом, чтобы данные по одной и той же корове попали в обе группы. После этого каждую из групп, в свою очередь, разделили на две подгруппы по принципу длительности названного промежутка. При этом данные подбирали таким образом, чтобы животные в сравниваемых группах были аналогами по дли-

тельности интервалов между доениями, возрасту в лактациях, стадии лактации (дней после отела).

Статистическую обработку данных, а именно расчет средних величин, ошибки средних, коэффициентов, корреляции проводили с использованием программы Excel.

Результаты (Results)

Оценку результатов логично начать с рассмотрения динамики удоев и их различий между первотелками и полновозрастными коровами. Пик молочной продуктивности у первотелок пришелся на третий месяц после отела, а у полновозрастных (к которым отнесли животных после второго отела и старших) коров – на второй месяц (таблица 1).

В первый месяц лактации разница в разовых удоях между возрастными группами составила 37 %, во второй – 20 %, в дальнейшем до самого конца лактации снижение как суточных, так и разовых удоев было намного более выраженным для более старых коров, а в последний месяц лактации первотелки проявили более высокую молочную продуктивность (таблица 1).

Кратность доений в сутки по мере течения лактации повышалась у первотелок и снижалась у полновозрастных коров. Однако в течение всей лактации полновозрастных коров доили чаще, чем первотелок. И наоборот, интервал времени между доениями был короче у полновозрастных коров.

Таблица 1

Показатели, характеризующие особенности процесса доения по стадиям лактации у коров различного возраста

Дни лактации	Первотелки				Полновозрастные коровы			
	F	J	AK	K	F	J	AK	K
1–30	8,7 ± 0,5	2,4 ± 0,1	4,0 ± 0,3	2,2 ± 0,1	10,7 ± 0,2	3,1 ± 0,0	4,1 ± 0,1	2,6 ± 0,0
31–60	11,4 ± 0,4	2,4 ± 0,1	5,1 ± 0,3	2,2 ± 0,1	13,0 ± 0,2	3,2 ± 0,0	5,2 ± 0,1	2,5 ± 0,0
61–90	11,4 ± 0,4	2,6 ± 0,1	4,7 ± 0,2	2,4 ± 0,1	12,8 ± 0,2	3,1 ± 0,0	5,0 ± 0,1	2,6 ± 0,1
91–120	10,0 ± 0,2	2,4 ± 0,0	4,0 ± 0,2	2,8 ± 0,1	11,6 ± 0,2	3,1 ± 0,0	4,4 ± 0,1	2,6 ± 0,1
121–150	11,1 ± 0,4	2,6 ± 0,1	3,8 ± 0,2	2,9 ± 0,1	10,8 ± 0,2	3,0 ± 0,0	3,8 ± 0,1	2,8 ± 0,2
151–180	9,7 ± 0,4	2,5 ± 0,1	3,4 ± 0,2	2,9 ± 0,1	10,4 ± 0,2	2,9 ± 0,0	4,1 ± 0,1	2,6 ± 0,1
181–210	9,4 ± 0,3	2,6 ± 0,1	3,5 ± 0,1	2,6 ± 0,1	9,58 ± 0,2	2,8 ± 0,0	3,9 ± 0,1	2,6 ± 0,1
211–240	9,2 ± 0,5	2,6 ± 0,1	3,4 ± 0,1	2,7 ± 0,1	9,2 ± 0,2	2,8 ± 0,0	3,8 ± 0,1	2,4 ± 0,1
241–270	9,3 ± 0,4	2,6 ± 0,1	3,5 ± 0,2	2,7 ± 0,1	8,8 ± 0,2	2,6 ± 0,0	3,70 ± 0,1	2,4 ± 0,1
271–305	8,5 ± 0,3	2,8 ± 0,1	2,8 ± 0,1	3,0 ± 0,1	7,9 ± 0,20	2,5 ± 0,0	3,5 ± 0,1	2,2 ± 0,1
Средняя*	10,0	2,6	3,8	2,6	10,5	2,9	4,2	2,5

Примечание. * Среднее арифметическое из средних за каждый месяц.

AMFR F – количество молока в разовом удое, кг; J – кратность доений в сутки, AK – длительность доения, мин.

K – средняя скорость молокоотдачи (ССМ), кг/мин.

Table 1

Indicators characterizing the features of the milking process by stages of lactation in cows of different ages

Lactation days	First heifers				Full-aged cows			
	F	J	AK	K	F	J	AK	K
1–30	8.7 ± 0.5	2.4 ± 0.1	4.0 ± 0.3	2.2 ± 0.1	10.7 ± 0.2	3.1 ± 0.0	4.1 ± 0.1	2.6 ± 0.0
31–60	11.4 ± 0.4	2.4 ± 0.1	5.1 ± 0.3	2.2 ± 0.1	13.0 ± 0.2	3.2 ± 0.0	5.2 ± 0.1	2.5 ± 0.0
61–90	11.4 ± 0.4	2.6 ± 0.1	4.7 ± 0.2	2.4 ± 0.1	12.8 ± 0.2	3.1 ± 0.0	5.0 ± 0.1	2.6 ± 0.1
91–120	10.0 ± 0.2	2.4 ± 0.0	4.0 ± 0.2	2.8 ± 0.1	11.6 ± 0.2	3.1 ± 0.0	4.4 ± 0.1	2.6 ± 0.1
121–150	11.1 ± 0.4	2.6 ± 0.1	3.8 ± 0.2	2.9 ± 0.1	10.8 ± 0.2	3.0 ± 0.0	3.8 ± 0.1	2.8 ± 0.2
151–180	9.7 ± 0.4	2.5 ± 0.1	3.4 ± 0.2	2.9 ± 0.1	10.4 ± 0.2	2.9 ± 0.0	4.1 ± 0.1	2.6 ± 0.1
181–210	9.4 ± 0.3	2.6 ± 0.1	3.5 ± 0.1	2.6 ± 0.1	9.58 ± 0.2	2.8 ± 0.0	3.9 ± 0.1	2.6 ± 0.1
211–240	9.2 ± 0.5	2.6 ± 0.1	3.4 ± 0.1	2.7 ± 0.1	9.2 ± 0.2	2.8 ± 0.0	3.8 ± 0.1	2.4 ± 0.1
241–270	9.3 ± 0.4	2.6 ± 0.1	3.5 ± 0.2	2.7 ± 0.1	8.8 ± 0.2	2.6 ± 0.0	3.70 ± 0.1	2.4 ± 0.1
271–305	8.5 ± 0.3	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1	3.0 ± 0.1	7.9 ± 0.20	2.5 ± 0.0	3.5 ± 0.1	2.2 ± 0.1
Average*	10.0	2.6	3.8	2.6	10.5	2.9	4.2	2.5

Note. * The arithmetic average of the averages for each month.

F – the amount of milk in a single milk yield, kg; J – the multiplicity of milking per day, AK – the duration of milking, min.

K – average milk flow rate (AMFR), kg/min.

Коэффициенты корреляции между показателями, характеризующими процесс доения по стадиям лактации у коров различного возраста

Дни лактации	Первотелки				Полновозрастные коровы			
	<i>F:AK</i>	<i>AK:K</i>	<i>F:AH</i>	<i>F:K</i>	<i>F:AK</i>	<i>AK:K</i>	<i>F:AH</i>	<i>F:K</i>
1–30	0,58	-0,50	-0,26	0,28	0,52	-0,54	-0,01	0,29
31–60	0,32	-0,58	-0,29	0,50	0,31	-0,65	-0,07	0,36
61–90	0,25	-0,68	-0,03	0,44	0,44	-0,62	-0,09	0,16
91–120	0,42	-0,58	-0,20	0,42	0,54	-0,32	-0,11	0,00
121–150	0,64	-0,47	-0,11	0,31	0,47	-0,26	-0,18	-0,08
151–180	0,81	-0,52	-0,00	-0,04	0,57	-0,44	-0,21	0,12
181–210	0,67	-0,44	0,28	0,29	0,50	-0,48	-0,12	0,37
211–240	0,73	-0,50	0,02	0,17	0,52	-0,40	-0,16	0,44
241–270	0,65	-0,49	-0,18	0,30	0,43	-0,38	-0,13	0,54
271–305	0,77	-0,67	-0,17	0,13	0,56	-0,33	-0,27	0,51
Средняя**	0,59	-0,54	-0,01	0,25	0,48	-0,44	-0,14	0,27

Примечание. * Жирным шрифтом выделены достоверные коэффициенты корреляции.

** Среднее арифметическое из средних за каждый месяц.

F – количество молока в разовом удое, кг; *AK* – длительность доения (продолжительность отдачи молока), мин. *K* – средняя скорость молокоотдачи (СМ), кг/мин; *AH* – промежуток времени между началом обработки вымени и началом молокоотдачи, с.

Table 2
Correlation coefficients between indicators characterizing the milking process by stages of lactation in cows of different ages

Lactation days	First heifers				Full-aged cows			
	<i>F:AK</i>	<i>AK:K</i>	<i>F:AH</i>	<i>F:K</i>	<i>F:AK</i>	<i>AK:K</i>	<i>F:AH</i>	<i>F:K</i>
1–30	0.58	-0.50	-0.26	0.28	0.52	-0.54	-0.01	0.29
31–60	0.32	-0.58	-0.29	0.50	0.31	-0.65	-0.07	0.36
61–90	0.25	-0.68	-0.03	0.44	0.44	-0.62	-0.09	0.16
91–120	0.42	-0.58	-0.20	0.42	0.54	-0.32	-0.11	0.00
121–150	0.64	-0.47	-0.11	0.31	0.47	-0.26	-0.18	-0.08
151–180	0.81	-0.52	-0.00	-0.04	0.57	-0.44	-0.21	0.12
181–210	0.67	-0.44	0.28	0.29	0.50	-0.48	-0.12	0.37
211–240	0.73	-0.50	0.02	0.17	0.52	-0.40	-0.16	0.44
241–270	0.65	-0.49	-0.18	0.30	0.43	-0.38	-0.13	0.54
271–305	0.77	-0.67	-0.17	0.13	0.56	-0.33	-0.27	0.51
Average**	0.59	-0.54	-0.01	0.25	0.48	-0.44	-0.14	0.27

Note.* Reliable correlation coefficients are highlighted in bold.

** The arithmetic average of the averages for each month.

F – the amount of milk in a single milk yield, kg; *AK* – the duration of milking (duration of milk return), min. *K* – average milk flow rate (AMFR), kg/min; *AH* – the time interval between the beginning of udder processing and the beginning of milk delivery, s.

Длительность доения была больше у полновозрастных коров, чем у первотелок, причем сокращалась по мере течения лактации и была самой длинной во второй месяц лактации, а самой короткой – в последний месяц. Средняя скорость молокоотдачи, рассчитываемая как частное от деления разового удоя на продолжительность доения, наивысшего уровня достигала у полновозрастных коров во время пятого месяца лактации, после чего снижалась до минимальных величин у полновозрастных коров в десятый месяц лактации, а у первотелок – изменения скорости молокоотдачи были обратного по-

рядка, достигая наивысшего значения в последний месяц лактации. В целом за всю лактацию средняя скорость молокоотдачи между группами различалась несущественно.

По нашим данным, средняя продолжительность доения была больше у полновозрастных коров на протяжении всей лактации. Длительность доения находится в тесной связи с количеством молока в удое, причем эта связь проявляется более тесно у первотелок: в отдельные месяцы лактации величина удоя определяла более 66 % вариаций продолжительности доения.

Кратность доения в сутки, или интервалы между доениями, функцией от которых является количество накапливаемого в емкостной системе вымени молока, отрицательно связана с величиной разового удоя.

Значения коэффициентов корреляции между отдельными параметрами приведены в таблице 2. У первотелок отмечены высокие коэффициенты корреляции между количеством молока в разовом удое и длительностью доения: самый высокий ($r = 0,64; 0,81; 0,73$ и $0,77$) выявлен с 121-го до 305-й дни лактации. Отмечены высокие отрицательные коэффициенты корреляции ($r = -0,44 \dots -0,68$) между длительностью доения и средней скоростью молокоотдачи по всем дням лактации, слабо коррелирует количество молока в разовом удое и промежуток времени между началом обработки вымени и началом молокоотдачи.

Скорость секреции молока, рассчитанная как частное от деления величины разового удоя на продолжительность интервала между доениями, очень тесно коррелирует с величиной разовых удоев, но слабо – с длительностью интервалов между доениями (от $-0,401$ до $-0,281$). Различия между группами в интервалах между доениями и величине разовых удоев заключались в следующем. Во-первых, разовые удои при различной длине интервалов практически были одинаковы, и лишь у первотелок имели место значительные отклонения. Интервалы различной длины у первотелок были почти равномерно распределены по всем частям выбранного 200-дневной лактации (за исключением самых коротких и самых длинных интервалов), тогда как у полновозрастных коров короткие интервалы доминировали по численности в первую треть лактации. Примечательно, что между скоростью секреции

молока и удоями наблюдалась очень тесная, функциональная взаимосвязь (таблица 3).

В третьей части наших исследований была предпринята попытка оценить влияние «откладывания» начала доения после подготовки вымени на показатели доения и удои. Как видно из данных, приведенных в таблице 4, группы аналогов практически по всем важнейшим показателям различались минимально, за исключением промежутка времени от начала стимуляции до начала молокоотдачи (как и планировалось по схеме опыта).

Каждая корова была представлена по всем показателям четыре раза. Минимальное время (промежуток времени от начала обработки вымени до начала молокоотдачи) составило 113 с, а максимальное – 218 с, что намного дольше, чем традиционно наблюдаемая продолжительность промежутка времени от начала массажа до наступления припуска [3; 17]. В нашем опыте учитывали не время наступления припуска, а время начала молокоотдачи. Была исследована зависимость между продолжительностью промежутка времени от начала обработки сосков до начала молокоотдачи, с одной стороны, и скоростью молокоотдачи и количеством молока в удое – с другой стороны. Скорость молокоотдачи также влияла на различия между возрастными группами по показателю продолжительности доения. В первый месяц лактации в связи с упомянутыми воздействиями стрессов у первотелок скорость молокоотдачи была существенно ниже, чем у полновозрастных коров. В дальнейшем, по мере привыкания первотелок к доению, эти различия сглаживались, и, начиная с 5–6-го месяца лактации первотелки превосходили полновозрастных коров по скорости молокоотдачи и уступали полновозрастным коровам по длительности доения.

Таблица 3

Распределение числа доений при различных междоильных интервалах*

Пределы интервалов, мин.	Первотелки			Полновозрастные коровы		
	ДПО	В %	КК	ДПО	В %	КК
250–300	116	1,6	0,98	7	6,2	0,98
301–350	137	7,0	0,98	22	11,8	0,98
351–400	116	7,2	0,99	38	16,0	0,98
401–450	120	11,3	0,99	77	14,6	0,99
451–500	115	10,1	1,00	106	15,0	0,99
501–550	108	18,1	0,99	133	12,6	1,00
551–600	91	17,1	1,00	158	10,2	1,00
601–650	102	10,7	1,00	176	6,3	1,00
651–700	75	9,5	1,00	186	3,2	1,00
701–750	85	4,3	1,00	191	1,9	1,00
751–800	91	1,6	1,00	194	1,0	1,00
801–850	98	1,4	1,00	196	0,7	1,00

Примечание. * От 1-го до 200-го дня лактации включительно.

ДПО – дней после отела; В % – в процентах к сумме наблюдений; КК – коэффициент корреляции между величиной разовых удоев и скоростью секреции молока; данные округлены до второго знака после запятой.

Table 3

Distribution of the number of milking at different inter-milking intervals*

Interval limits, min	First heifers			Full-aged cows		
	DAC	In %	CR	DAC	In %	CR
250–300	116	1,6	0,98	7	6,2	0,98
301–350	137	7,0	0,98	22	11,8	0,98
351–400	116	7,2	0,99	38	16,0	0,98
401–450	120	11,3	0,99	77	14,6	0,99
451–500	115	10,1	1,00	106	15,0	0,99
501–550	108	18,1	0,99	133	12,6	1,00
551–600	91	17,1	1,00	158	10,2	1,00
601–650	102	10,7	1,00	176	6,3	1,00
651–700	75	9,5	1,00	186	3,2	1,00
701–750	85	4,3	1,00	191	1,9	1,00
751–800	91	1,6	1,00	194	1,0	1,00
801–850	98	1,4	1,00	196	0,7	1,00

Note. * From the first to 200 days of lactation inclusive.

DAC – days after calving; In % – in per cents to the sum of observations; CR – correlation coefficient between the value of single milk yields and the rate of milk secretion; data rounded to the second decimal place.

Таблица 4

Характеристика животных и взаимосвязь между продолжительностью обработки сосков и основными показателями доения ($M \pm m$)

Показатели	Периоды опыта			
	1.1	1.2	2.1	2.2
Число доений	368	368	368	368
Разовый удой, кг	9,58 ± 0,22	10,20 ± 0,20	10,47 ± 0,20	9,07 ± 0,22
Дни после отела	157 ± 5	157 ± 5	156 ± 5	150 ± 5
Лактация по счету	2,90 ± 0,05	2,74 ± 0,06	2,83 ± 0,05	2,81 ± 0,06
ССМ, кг/мин	2,51 ± 0,05	2,52 ± 0,05	2,51 ± 0,05	2,66 ± 0,08
МСМ, кг/мин	3,38 ± 0,08	3,50 ± 0,070	3,50 ± 0,07	3,29 ± 0,07
ИПД, мин.	515	497	497	500
НОНМ, с.	113	131	152	218
Корреляция (РУ:НОНМ)	0,455	-0,071	0,022	-0,143
Корреляция (НОНМ:ССМ)	0,148	-0,012	-0,075	0,031

Примечание. РУ – разовый удой; ССМ – средняя скорость молокоотдачи; МСМ – максимальная скорость молокоотдачи; ИПД – интервал между двумя предыдущими доениями; НОНМ – промежуток времени от начала обработки сосков до начала молокоотдачи, с.

Table 4

Characteristics of animals and the relationship between the duration of nipple treatment and the main indicators of milking ($M \pm m$)

Indicators	Periods of experience			
	1.1	1.2	2.1	2.2
Number of milkings	368	368	368	368
Single milk yield, kg	9.58 ± 0.22	10.20 ± 0.20	10.47 ± 0.20	9.07 ± 0.22
Days after calving calving	157 ± 5	157 ± 5	156 ± 5	150 ± 5
Lactation by account	2.90 ± 0.05	2.74 ± 0.06	2.83 ± 0.05	2.81 ± 0.06
AMFR, kg/min	2.51 ± 0.05	2.52 ± 0.05	2.51 ± 0.05	2.66 ± 0.08
MMFR, kg/min	3.38 ± 0.08	3.50 ± 0.070	3.50 ± 0.07	3.29 ± 0.07
PMI, minutes	515	497	497	500
IFDMY, s	113	131	152	218
Correlation (SMY: IFDMY)	0.455	-0.071	0.022	-0.143
Correlation (IFDMY:AMFY)	0.148	-0.012	-0.075	0.031

Note. AMFR – average milk flow rate; MMFR – maximum milk flow rate; PMI – previous milking interval; IFDMY – interval from dipping to milk yield, s.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Широко известен феномен повышения суточных и снижения разовых удоев при переводе коров с двукратного (в сутки) на трехкратное доение. Можно сказать, что увеличение кратности доения приводит к снижению разовых удоев и повышению суточных. При этом указывают, что кратность доения коров в течение суток сильнее влияет на продуктивность при высоких удоях, чем при низких. По нашим данным, максимальные удои наблюдаются при 3–4-разовом доении. Однако многие авторы указывают и на отрицательные стороны слишком частого доения. При коротких интервалах между доениями повышается вероятность инфицирования соскового канала патогенной микрофлорой. Главная же причина в том, что во время доения ткани соска отекают и приходят в норму только примерно в течение 8 часов. Сосковый канал бывает открытым в течение нескольких часов.

Не отмечено какой-либо заметной связи между величиной удоя и продолжительностью предшествующего междуоильного интервала, что, на первый взгляд, противоречит литературным данным. Дальнейшее выяснение причин такой аномальной связи между длительностью интервалов между доениями и последующими удоями привело к оценке взаимосвязей между предшествующими интервалами и скоростью секреции молока.

Очень слабые различия между количеством молока в разовых удоях, полученных при различных интервалах между доениями, могут свидетельствовать о том, что побудительной причиной для посещения коровой доильной камеры робота явилась степень наполнения емкостной системы вымени, а не стремление потребить концентраты из кормушки в работе во время доения. Средний интервал между доениями от самых коротких до самых длинных различался примерно в три раза, так же как и средняя скорость секреции, тогда как разовые удои у полновозрастных коров различались лишь на 13 %.

Поэтому, подводя итог обсуждению роли длительности интервалов, можно утверждать, что длительность интервалов при добровольном доении сама по себе носит подчиненный характер и выражается очень низкими коэффициентами корреляции как с разовыми удоями, так и со скоростью секреции молока (удоями в единицу времени) длительность интервалов зависит, по меньшей мере для данного стада и для определенных условий (одно из которых – добровольное доение) от скорости молокообразования (биосинтеза молока), причем зависимость эта функциональна. Удой был практически одинаковым при разных интервалах, он был как бы фиксированным и зависел от скорости синтеза молока, точнее от скорости заполнения емкостной системы вымени, с одной стороны, и длительности интервала между доениями, с другой.

Но момент, когда центральная нервная система получает сигнал о необходимости доения, зависит от скорости биосинтеза молока, т. е. от количества накопленного в вымени молока. Поэтому при высокой скорости заполнения емкостной системы вымени (ранняя лактация) междуоильные интервалы были короче и удлинялись по мере снижения синтетической активности секреторного эпителия. К сожалению, при наших расчетах скорости секреции трудно избежать артефактов. Например, если перед рассматриваемым доением корова была выдоена не полностью (допустим, не выдоено 50 % молока от нормального объема), а в последующем доение было нормальным, то возможен следующий исход. Если корова в последний раз отдала молоко полностью и удои оказались более высокими, чем ожидалось (за счет не выдоенного перед этим молока), то расчетная скорость секреции окажется завышенной.

Проведенные исследования обеспечат рост валового производства молока, повышение количественных и качественных показателей продуктивности, характерных для высокопродуктивных коров, таких как адаптивность, высокая воспроизводительная способность, устойчивость к заболеваниям, увеличение продолжительности использования животных, повышение рентабельности производства молока. Исследования весьма актуальны как с производственной точки зрения, так и с научной. Использование автоматизированных систем позволяет не только снизить трудоемкость процесса, повысить надои и качество молока, но и сохранить здоровье и долговую продуктивность коров. Однако исходя из полученных данных необходимо заниматься отбором коров для доения на роботизированной установке; проводить отбор по скорости молокоотдачи, полноты выдаивания коров за первые 3 минуты, равномерности распределения молока по долям; вести отбор коров по форме вымени, равномерности развития долей, глубине вымени и форме. Использование доильных роботов для дойки коров физиологически обосновано и практически исключает затраты труда оператора.

Проведенные научные исследования по использованию роботов при доении коров в одном из хозяйств Московской области свидетельствуют о новом этапе технологической модернизации отрасли молочного скотоводства. Проведенный анализ животных по комплексу признаков при помощи показателей программ заложенных в роботизированных установках способствует дальнейшему совершенствованию коров по пригодности к роботизированному доению и модернизации самих роботизированных установок.

Отмечены следующие показатели влияния на процесс извлечения молока из вымени у высокопродуктивных коров при роботизированном доении:

1. Характеристики доения зависят от величины разового удоя, стадии лактации, возраста коров в лактациях.

2. Величина средней скорости молокоотдачи тесно связана с количеством молока в удое, на нее влияют стадии лактации, причем это влияние имеет свои особенности в зависимости от возраста коров.

3. Продолжительность доения коров зависит от средней скорости молокоотдачи и количества молока в удое, причем взаимодействие этих параметров оказалось более тесным у первотелок, чем у полно-возрастных коров.

4. Связь длительности интервалов между доениями с изучаемыми параметрами доения была довольно слабой.

5. Хотя величины разовых удоев при добровольном доении очень слабо коррелируют с длительностью интервалов между доениями и величиной разового удоя, скорость биосинтеза молока, рас-

считанная как частное от деления величины разового удоя на продолжительность интервала между доениями, очень тесно коррелирует с величиной разового удоя; это свидетельствует о том, что главной побудительной причиной для захода коровы в доильную камеру робота являлась степень заполнения емкостной системы вымени молоком. Подтверждением этого также является удивительное постоянство средних удоев у коров при очень различных средних интервалах между доениями.

6. По нашим данным, при разовом удое 9–10 кг, оптимальная продолжительность промежутка времени от начала обработки сосков до начала молокоотдачи, составляет 131–152 с.

Основная причина потери молока при роботизированном способе – доение коров, у которых не возбужден полноценный рефлекс молокоотдачи или произошло торможение рефлекса в начале доения молока с задержкой надевания доильного рукава на соски вымени.

Библиографический список

1. Баркова А. С., Шурманова Е. И. Оценка влияния роботизированной системы доения на состояние молочной железы высокопродуктивных коров // Ученые записки УО ВГАВМ. 2017. Т. 53. Вып. 2. С. 166–169.
2. Донник И.М., Лоретц О. Г. Влияние технологии доения на молочную продуктивность и качество молока коров // Аграрный вестник Урала. 2014. № 12 (130). С. 13–16.
3. Тяпугин Е. А., Тяпугин С. Е., Углин В. К. [и др.] Особенности роботизированной технологии доения высокопродуктивных коров на современных комплексах // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 2. С. 57–58.
4. Тараторкин В. М., Самарханов Т. Г., Абрашкин П. А. Роботизация молочного скотоводства – устойчивый тренд // Эффективное животноводство. 2017. № 1. С. 9–13.
5. Трофимов А. Ф., Тимошенко В. Н., Музыка А. А. [и др.] Использование роботизированных доильных установок – преимущества и проблемы // Вестник Сумского национального аграрного университета. 2014. № 2–2. С. 208–212.
6. Санова З. С., Мазуров В. Н., Джумаева Н. Е. Влияние разных технологий доения коров на молочную продуктивность и качество молока в условиях Калужской области // Таврический научный обозреватель. 2016. № 5 (10). С. 64–69.
7. Горелик О. В., Федосеева Н. А., Киселев Л. Ю., Соина О. Л., Санова З. С. Частота доения коров – путь к увеличению молочной продуктивности в условиях роботизированных ферм // Аграрный вестник Урала. 2018. № 11 (178). 2018. С. 27–33.
8. Киселев Л. Ю., Камалов Р. А., Борисов М. Ю., Федосеева Н. А., Санова З. С. Современные технологии роботизированного доения коров // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 3. С. 54–58.
9. Санова З. С., Мазуров В. Н. Генетический прогресс по признакам экстерьера вымени коров разных пород // Владимирский земледелец. 2017. № 3 (81). С. 33–34.
10. Суслов Д. Ю., Воеводин А. В., Холев С. А., Тяпугин С. Е. Современная оценка племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 1. С. 9–12.
11. Мазуров В. Н., Санова З. С. Использование высокотехнологичного оборудования для доения коров в Калужской области // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник статей национальной научно-практической конференции с международным участием. Брянск, 2017. № 1 (16). С. 10–15.
12. Donnik I. M., Lorets O. G., Shkuratova I. A., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Genetic formation factors of dairy efficiency and quality of cattle milk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017. Vol. 4. No. 11. Pp. 4163–4169.
13. Donnik I. M., Bykova O., Krivonogova A. S., Isaeva A. G., Lorets O. G., Baranova A., Musikhina H., Romanova A. Biological safety of cows' milk under the conditions of technogenic agricultural ecosphere when using

biologically active substances // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2019. Vol. 10. No. 2. Pp. 203–209.

14. Gargiulo J. I., Lyons N. A., Kempton K. et al. Physical and economic comparison of pasture-based automatic and conventional milking systems // Journal of Dairy Science. 2020. No. 103 (9). Pp. 8231–8240.

15. Guarin J. F., Paixão M. G., Ruegg P. L. Association of anatomical characteristics of teats with quarter-level somatic cell count // Journal of Dairy Science. 2017. No. 100 (1). Pp. 643–652.

16. Ferneborg S., Kovac L., Shingfield K., Agenäs S. Effect of increased milking frequency and residual milk removal on milk production and milk fatty acids composition in lactating cows // Journal of Dairy Research. 2017. No. 84 (4). Pp. 453–463.

17. Juhlin L. Cleaning and stimulation of teats in an automated milking rotary. Degree project. Uppsala, 2017. 46 p.

18. Kuhar V. S., Donnik I. M., Kot E. M., Zyryanova T. V., Maslakov V. V., Krivonogov P. S. Mechanisms of production competitiveness increase // Astra Salvensis. 2017. Vol. 2017. Pp. 343–350.

19. Wieland M., Nydam D. V., Heuwieser W. et al. A randomized trial to study the effect of automatic cluster remover setting on milking performance, teat condition, and udder health // Journal of Dairy Science. 2020. No. 103 (4). Pp. 3668–3682.

Об авторах:

Владимир Николаевич Мазуров¹, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ORCID 0000-0003-3427-0116, AuthorID 178413

Зоя Сергеевна Санова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник по направлению исследований «Животноводство», ORCID-0000-0003-1080-4398, AuthorID 821728; sanova.zoya@yandex.ru

¹ Калужский НИИСХ – филиал ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха, Калужская опытная сельскохозяйственная станция, Россия

Milk yield and its relationship in highly productive cows during robotic milking

V. N. Mazurov¹, Z. S. Sanova¹✉

¹ Kaluga Research Agriculture Institute – branch of the A. G. Lorkh Federal Potato Research Center, Kaluga Experimental Agricultural Station, Russia

✉ E-mail: sanova.zoya@yandex.ru

Abstract. The purpose of the research was to study the indicators of milk yield of highly productive cows, the correlation dependence of milking parameters on the inter-milking time intervals, and their physiological relationships during robotic milking of animals. **Methods.** The research was conducted on cows of the Lenin collective farm of the Moscow region, a database was formed on 5416 individual milking cows from the SELEX program, taking into account the signs of milking (milk yield, single milk yield, milking duration, different age periods, etc.). **Results and practical significance.** The results of the evaluation of milk yield in highly productive cows during robotic milking are presented, the importance of the most important parameters and factors affecting the rate of milk yield is noted. The peak of milk productivity in the first heifers occurred in the third month after calving, and in the middle-aged cows – in the second month. The difference in milk yields between age groups in the first month of lactation was 37 %, and in the second – 20 %. The duration of milking is closely related to the amount of milk in milk yield, this relationship is more closely manifested in the first heifers: in some months of lactation, the value of milk yield determined more than 66 % of the variations in the duration of milking. With robotic milking, the average milk yield rate was in the range of 2.4–2.7 kg/min, in the first two months of lactation, the milk yield rate was significantly lower, and after the third month – even higher than the average for lactation. The value of single milk yields in the first third of lactation was weakly correlated with the duration of the time intervals between milking, but closely correlated with the rate of milk secretion. With single milk yields of 9–10 kg, the optimal time interval between the start of nipple treatment and the connection of the device is 131–152 seconds. **Scientific novelty.** For the first time, the features of the most important indicators of milk yield by months of lactation of highly productive dairy cows, their interrelation, the influence of the age of cows on them and the duration of preparation for milking were studied.

Keywords: robotic milking, milk yield rate, milking duration, single milk yields, lactation stages, inter-milking intervals.

For citation: Mazurov V. N., Sanova Z. S. Molokootdacha i vzaimosvyaz' ee pokazateley u vysokoproduktivnykh korov pri robotizirovannom doenii [Milk yield and its relationship in highly productive cows during robotic milking] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 43–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-43-54. (In Russian.)

Date of paper submission: 23.09.2022, **date of review:** 25.10.2022, **date of acceptance:** 03.11.2022.

References

1. Barkova A. S., Shurmanova E. I. Otsenka vliyaniya robotizirovannoy sistemy doeniya na sostoyaniye molochnoy zhelezy vysokoproduktivnykh korov [Evaluation of the influence of a robotic milking system on the state of the mammary gland of highly productive cows] // Scientific notes of the UO VGAVM. 2017. Vol. 53. Iss. 2. Pp. 166–169. (In Russian.)
2. Donnik I. M., Loretts O. G. Vliyaniye tekhnologii doeniya na molochnyuyu produktivnost' i kachestvo moloka korov [The influence of milking technology on dairy productivity and quality of cow milk] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 12 (130). Pp. 13–16. (In Russian.)
3. Tyapugin E. A., Tyapugin S. E., Uglin V. K. et al. Osobennosti robotizirovannoy tekhnologii doeniya vysokoproduktivnykh korov na sovremennykh kompleksakh [Features of the robotic technology of milking highly productive cows on modern complexes] // Achievements of science and technology of AIC. 2015. No. 2. Pp. 57–58. (In Russian.)
4. Taratorkin V. M., Samarkhanov T. G., Abrashkin P. A. Robotizatsiya molochnogo skotovodstva – ustoychivyy trend [Robotization of dairy cattle breeding – a steady trend] // Efficient animal husbandry. 2017. No. 1. Pp. 9–13. (In Russian.)
5. Trofimov A. F., Timoshenko V. N., Muzyka A. A. et al. Ispol'zovaniye robotizirovannykh doil'nykh ustanovok – preimushchestva i problemy [The use of robotic milking machines – advantages and problems] // Bulletin of Sumy National Agrarian University. 2014. No. 2–2. Pp. 208–212. (In Russian.)
6. Sanova Z. S., Mazurov V. N., Dzhumaeva N. E. Vliyanniye raznykh tekhnologiy doeniya korov na molochnyuyu produktivnost' i kachestvo moloka v usloviyakh Kaluzhskoy oblasti [The influence of different technologies of milking cows on milk productivity and milk quality in the Kaluga region] // Tavrichesky scientific observer. 2016. No. 5 (10). Pp. 64–69. (In Russian.)
7. Gorelik O. V., Fedoseeva N. A., Kiselev L. Yu., Soynova O. L., Sanova Z. S. Chastota doeniya korov – put' k uvelicheniyu molochnoy produktivnosti v usloviyakh robotizirovannykh ferm [Frequency of milking cows – a way to increase milk productivity in conditions of robotic farms] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 11 (178). Pp. 27–33. (In Russian.)
8. Kiselev L. Yu., Kamalov R. A., Borisov M. Yu., Fedoseeva N. A., Sanova Z. S. Sovremennyye tekhnologii robotizirovannogo doeniya korov [Modern technologies of robotic milking of cows] // Russian agricultural science. 2019. No. 3. Pp. 54–58. (In Russian.)
9. Sanova Z. S., Mazurov V. N. Geneticheskiy progress po priznakam ekster'yera vymeni korov raznykh porod [Genetic progress on the signs of the udder exterior of cows of different breeds] // Vladimir agriculturalist. 2017. No. 3 (81). Pp. 33–34. (In Russian.)
10. Suslov D. Yu., Voevodin A. V., Kholev S. A., Tyapugin S. E. Sovremennaya otsenka plemennoy tsennosti krupnogo rogatogo skota molochnogo napravleniya produktivnosti [Modern assessment of the breeding value of dairy cattle in the direction of productivity] // Dairy and meat cattle breeding. 2018. No. 1. Pp. 9–12. (In Russian.)
11. Mazurov V. N., Sanova Z. S. Ispol'zovaniye vysokotekhnologichnogo oborudovaniya dlya doeniya korov v Kaluzhskoy oblasti [The use of high-tech equipment for milking cows in the Kaluga region] // Konstruirovaniye, ispol'zovaniye i nadezhnost' mashin sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: sbornik statey natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Bryansk, 2017. No. 1 (16). Pp. 10–15. (In Russian.)
12. Donnik I. M., Loretts O. G., Shkuratova I. A., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Genetic formation factors of dairy efficiency and quality of cattle milk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017. Vol. 4. No. 11. Pp. 4163–4169.
13. Donnik I. M., Bykova O., Krivonogova A. S., Isaeva A. G., Loretts O. G., Baranova A., Musikhina H., Romanova A. Biological safety of cows' milk under the conditions of technogenic agricultural ecosphere when using biologically active substances // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2019. Vol. 10. No. 2. Pp. 203–209.
14. Gargiulo J. I., Lyons N. A., Kempton K. et al. Physical and economic comparison of pasture-based automatic and conventional milking systems // Journal of Dairy Science. 2020. No. 103 (9). Pp. 8231–8240.
15. Guarin J. F., Paixão M. G., Ruegg P. L. Association of anatomical characteristics of teats with quarter-level somatic cell count // Journal of Dairy Science. 2017. No. 100 (1). Pp. 643–652.

16. Ferneborg S., Kovac L., Shingfield K., Agenäs S. Effect of increased milking frequency and residual milk removal on milk production and milk fatty acids composition in lactating cows // *Journal of Dairy Research*. 2017. No. 84 (4). Pp. 453–463.
17. Juhlin L. Cleaning and stimulation of teats in an automated milking rotary. Degree project. Uppsala, 2017. 46 p.
18. Kuhar V. S., Donnik I. M., Kot E. M., Zyryanova T. V., Maslakov V. V., Krivonogov P. S. Mechanisms of production competitiveness increase // *Astra Salvensis*. 2017. Vol. 2017. Pp. 343–350.
19. Wieland M., Nydam D. V., Heuwieser W. et al. A randomized trial to study the effect of automatic cluster remover setting on milking performance, teat condition, and udder health // *Journal of Dairy Science*. 2020. No. 103 (4). Pp. 3668–3682.

Authors' information:

Vladimir N. Mazurov¹, candidate of agricultural sciences, director, ORCID 0000-0003-3427-0116, AuthorID 178413

Zoya S. Sanova¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher in the direction of animal husbandry research, ORCID-0000-0003-1080-4398, AuthorID 821728; sanova.zoya@yandex.ru

¹ Kaluga Research Agriculture Institute – branch of the A. G. Lorkh Federal Potato Research Center, Kaluga Experimental Agricultural Station, Russia

Показатели оценки племенной ценности по линейной оценке экстерьера в зависимости от коэффициента инбридинга и уровня гомозиготности

И. С. Недашковский[✉], А. Ф. Контэ¹, А. А. Сермягин¹

¹ Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика

Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

✉ E-mail: nedashkovsky_is@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – провести анализ оценки влияния коэффициента инбридинга, рассчитанного по формуле Райта – Кисловского, и уровня гомозиготности по STR-маркерам на показатели оценки племенной ценности по линейной оценке экстерьера. **Методы исследований.** Объектом исследования служили дочери ($n = 42245$) 355 быков-производителей черно-пестрого и голштинского скота Московской области. Расчет производился с учетом не менее 10 дочерей на быка-производителя. Весь массив данных для EBV составил 42 076 голов крупного рогатого скота для 318 быков-отцов и был разделен на четыре группы относительно F_x : в первую входили аутбредные животные (0 %), во вторую – с $F_x = 0...3,125$, в третью – с $F_x = 3,126...6,25$, в четвертую – с $F_x \geq 6,25$, в пятую – все животные, кроме аутбредных. Для расчета по STR общая выборка составила 306 быков-производителей для 39 590 дочерей. Так, в первую группу вошли гетерозиготные особи $Ca = 0$ %, во вторую – особи с $Ca = 8...50$ %, в третью – с $Ca = 55...77$ %, группу сравнения составляли особи, имеющие $Ca = 8...77$ %, что в среднем по выборке 28,74 %. **Результаты.** Отмечено отсутствие достоверной разности между исследуемыми группами животных по «классическому» расчету посредством градации коэффициента инбридинга, за исключением глубины туловища от $-0,039$ до $0,141$, угла задних ног сбоку от $-0,073$ до $0,073$, длины сосков от $-0,064$ до $0,096$, крепости от $-0,02$ до $0,076$ и молочного типа от $-0,018$ до $0,222$ ($p < 0,05 - p < 0,001$) по системе оценки «Б». Результаты расчетов по STR-маркерам имели схожие зависимости: угол задних ног вид сбоку от $-0,055$ в первой группе до $0,109$ в третьей, расположение передних сосков от $-0,129$ до $0,179$. Коэффициент регрессии увеличивался наряду с минимальным количеством дочерей по показателям угол задних ног сбоку, высота задних долей и глубина вымени. **Научная новизна** заключается в том, что впервые в России будет исследовано влияние оценки племенной ценности по линейной оценке экстерьера в зависимости от коэффициента инбридинга и уровня гомозиготности, рассчитанного по STR-маркерам.

Ключевые слова: черно-пестрый скот, голштинский скот, оценка типа телосложения, гомозиготность, оценка племенной ценности, стати экстерьера, инбридинг, микросателлиты, F_x , EBV, OTT, KPC, STR.

Для цитирования: Недашковский И. С., Контэ А. Ф., Сермягин А. А. Показатели оценки племенной ценности по линейной оценке экстерьера в зависимости от коэффициента инбридинга и уровня гомозиготности // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 55–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-55-65.

Дата поступления статьи: 23.09.2022, **дата рецензирования:** 13.10.2022, **дата принятия:** 31.10.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Уровень исследований сегодняшнего дня дает возможность с высокой точностью формировать желаемые черты животного как на индивидуальном, так и на популяционном уровне в целом. Ведение селекционной работы всегда тесно взаимосвязано и затрагивает такую традиционную область в разведении как инбридинг, без учета которого не возможно формирование будущих лидеров популяции, если мы говорим о линейном разведении. Вли-

яние уровня инбридинга на основные показатели продуктивности и воспроизводства описаны многочисленными отечественными и зарубежными исследователями [1, с. 8604; 2, с. 421; 3, с. 2492]. Высокая степень оказывает негативное воздействие, а использование линейного разведения в умеренной степени родства не ведет к регрессу, а, наоборот, оказывает благоприятное влияние на продуктивность, консолидирует наследственность, закрепляет желаемые черты [4, с. 20].

Влияние инбридинга, а следовательно, накопление уровня гомозиготности на оценку племенной ценности (*EBV*) по основным показателям молочной продуктивности и воспроизводительных качеств исследовано нами ранее. Так увеличение на 10 % степени гомозиготности связано с уменьшением генетических и фенотипических показателей удоя на 25 и 43 кг за 305 дней лактации, соответственно, снижением выхода количества молочного жира и белка, в т. ч. по *EBV*, на 0,3...1,0 кг соответственно, падением живой массы на 1,0 кг. Вместе с этим продолжительность сервис-периода и число дойных дней сокращаются на 1–2 дня соответственно [5, с. 40].

Несмотря на простоту возможности проведения подобного исследования, на первый взгляд, влияние инбридинга на показатели оценки типа телосложения и *EBV* по *ОТТ* исследованы в меньшей степени и описаны лаконично. Так, в одной из последних работ Н. А. Попов, используя расчет коэффициента инбридинга по формуле Райта – Кисловского, показал, что крепостью конституции оказалась лучше у потомков аутбредных быков-производителей, а показатели выраженности молочного типа — у дочерей инбредных быков-производителей, разница оказалась статистически достоверной ($P < 0,01$) [6, с. 16].

Помимо обеспечения более мощных мер для выявления инбредной депрессии, геномные данные открывают дополнительные возможности для изучения генетического фона инбридинга. Так, длину *ROH* (Runs of homozygosity) можно использовать для изучения влияния возраста инбридинга на проявления инбредной депрессии в дополнение к уже существующим методам, основанным на родословных данных. Недавний инбридинг может быть более вредным, чем инбридинг, совершенный много поколений назад [7, с. 11; 8, с. 8; 9, с. 2681].

Расчеты с использованием информации по генотипу более точные, чем по родословной, поскольку не зависят от полноты и качества последней [10, с. 926].

Исходя из вышеизложенного целью нашего исследования являлось изучение взаимосвязи коэффициента инбридинга, рассчитанного по данным родословного учета, и уровня гомозиготности (*Ca*), рассчитанного по *STR*-маркерам, черно-пестрых и голштинских быков-производителей, используемых в хозяйствах Подмосковья с признаками телосложения дочерей.

Методология и методы исследования (Methods)

Объектом исследования служили дочери ($n = 42\ 245$) 355 быков-производителей черно-пестрого и голштинского скота Московской области. Используются коэффициенты инбридинга F_x быков-производителей. При расчете коэффициента инбридинга использовались четыре ряда предков. Непосред-

ственно сам коэффициент инбридинга рассчитывали по формуле Райта – Кисловского (1) с умножением на 100 % для процентного выражения [11, с. 22]:

$$F_x = \sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{n+n_1-1} \times (1 + f_a) \right] \times 100\%, \quad (1)$$

где F_x – коэффициент инбридинга анализируемого животного;

f_a – коэффициент инбридинга для общего предка, который, в свою очередь, был инбридирован;

n – число предков от общего родоначальника по материнской линии;

n_1 – число предков от общего родоначальника по отцовской линии;

\sum – знак суммирования.

Задействованы показатели экстерьера 42 245 дочерей исследуемых быков, участвующих в случной сети региона. Весь массив данных ранжировался на группы в зависимости от коэффициента инбридинга с шагом в 3,125 %. Оценка статей проводилась по двум системам: системе «А», включающей стобалльную оценку, и системе «Б», имеющей девятибалльный номинал. В систему «А» входили следующие показатели: молочный тип, туловище, конечности, вымя и высота (балл). В систему «Б» входили глубина туловища, положение зада, угол задних ног сбоку, высота пятки, постановка задних ног (вид сзади), прикрепление передних долей вымени, высота задних долей вымени, центральная связка, глубина вымени, расположение передних сосков, длина сосков, крепость, молочный тип, длина передних долей вымени, скакательный сустав (вид сзади). Основной упор делался на различие в группах между дочерьми аутбредных быков с группой инбредных животных, по средствам расчета среднего коэффициента инбридинга по исследуемой части выборки. Среднее значение показателей экстерьера формировалось с учетом не менее чем 10 дочерей на одного быка-производителя. Общая выборка составила 42 076 животных для 318 быков. Регрессионный анализ и описательную статистику с достоверностью разности между исследуемыми группами по Стьюденту проводили в Statistica v.10.

Использован уровень гомозиготности 306 быков-производителей черно-пестрого и голштинского скота Московской области, рассчитанный по *STR*-маркерам.

Выделение геномной ДНК проводили из спермы быков с помощью колонок Nexttec (Nexttec Biotechnologie GmbH, Германия) в соответствии с рекомендациями производителя. В качестве ДНК-маркеров использовалась мультиплексная панель из 12 микросателлитных локусов: *TGLA227*, *BM2113*, *TGLA53*, *ETH10*, *SPS115*, *TGLA122*, *INRA23*, *TGLA126*, *BM1818*, *ETH3*, *ETH225*, *BM1824*. Продукты амплификации для их последующей детекции подвергались анализу на капиллярном гене-

тическом анализаторе ABI 3130xl Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Life technologies, США). Информация о длине аллелей по исходным данным получена в программе Gene Mapper v. 4 (Applied Biosystems, Life technologies, США). Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программы GenAIEx 6.50 [12]. Непосредственный расчет индивидуальной гомозиготности производили как отношение количества гомозиготных локусов к общему количеству анализируемых локусов, причем использовали локусы с полными данными. Локусы *STR*-маркеров, в которых значились нулевые аллели 0/0, не принимались в расчет при отношении к количеству гомозиготных вариантов.

Задействованы показатели экстерьерера 39 749 дочерей-первотелок исследуемых быков, участвующих в случайной сети региона. Весь массив данных ранжировался на группы, которые обусловлены поиском оптимального уровня оценки влияния уровня гомозиготности на показатели экстерьерера и удобны для дальнейшей визуализации при проведении анализа. Так, в первую группу вошли гетерозиготные особи $Ca = 0\%$, во вторую – особи с $Ca = 8...50\%$, в третью – с $Ca = 55...77\%$, группу сравнения составляли особи, имеющие $Ca = 8...77\%$, что в среднем по выборке равно $30,29\%$. Группа сравнения (**Ca**) создана для оценки гетерозиготных и гомозиготных животных имеющих любой уровень Ca , кроме 0% . Среднее значение показателей экстерьерера для расчетов оценки племенной ценности формировалось с учетом не менее чем 10 дочерей на одного быка-производителя. Общая выборка составила 39 590 животных для 306 быков.

Линейную оценку экстерьерного профиля исследуемой популяции животных проводили в соответствии с методикой НП «Мосплеинформ» [13].

Значения генетических коварианс и вариантов признаков экстерьерера получены на основе применения уравнения смешанной модели (2) с использованием программной оболочки REMLF90 [14]:

$$Y_{psk} = \mu + HYS_n + B_1 YFL_m + B_2 DAL_m + B_3 Fx_m + Sire_l + eff_{psk}, \quad (2)$$

где Y_{psk} – анализируемый показатель оценки телосложения n -й коровы первого отела;

μ – популяционная константа;

$B_{1,2,3}$ – коэффициенты линейной регрессии;

DAL – день лактации k -й первотелки на момент оценки;

HYS_n – установленный эффект n -го стада, год и сезон отела;

Fx – уровень инбридинга, рассчитанный по формуле Райта – Кисловского;

YFL – возраст первого отела m -й коровы;

eff_{psk} – эффект не учитываемых факторов;

$Sire_l$ – произвольный эффект l -го отца-быка.

Так как в нашей задаче исследуются несколько независимых переменных, то, принимая во внимание, что между ожиданием и каждой из перемен-

ных (k) существует линейная зависимость, тогда модель множественной линейной регрессии имеет следующий вид (3):

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n. \quad (3)$$

где $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ – коэффициенты регрессии,

x_1, x_2, \dots, x_n – независимые переменные.

В таком случае b_0 – это сдвиг, а b_1 является отклонением прямой Y , зависимой от переменной x_1 , если независимые переменные x_2, \dots, x_n служат константами; b_2 как отклонение прямой Y , зависимой от переменной x_2 , если переменные x_1, \dots, x_n – константы; b_n является отклонением прямой Y , зависимой от переменной x_n , если объясняющие переменные x_1, x_2, \dots, x_{n-1} являются константами.

Значения коэффициентов регрессии будут найдены по методу наименьших квадратов системы нормальных уравнений (4):

$$\begin{cases} nb_0 + b_1 \sum x_1 + \dots + b_p \sum x_p = \sum y \\ b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + \dots + b_p \sum x_1 x_p = \sum x_1 y \\ \dots \\ b_0 \sum x_p + b_1 \sum x_1 x_p + \dots + b_p \sum x_p^2 = \sum x_p y \end{cases} \quad (4)$$

Результаты (Results)

Влияние инбридинга как инструмента усиления целевых характеристик молочных пород скота нельзя недооценивать. Его проявление может отражаться и на внешних формах животного, его конституциональных и экстерьерных особенностях, что, в свою очередь, определяет продуктивную направленность животного, его адаптированность к влиянию факторов внешней среды. Помимо закрепления полезных признаков, может наблюдаться и накопление негативных свойств, что также находит отражение в конструкции телосложения животного.

Рассмотрение вопроса во взаимосвязи оценки племенной ценности животных с коэффициентом инбридинга (таблицы 1, 2) в нашем случае говорит об отсутствии достоверной разности между исследуемыми группами животных, за исключением глубины туловища, угла задних ног сбоку, длины сосков, крепости и молочного типа ($p < 0,05$ – $p < 0,001$) по системе оценке «Б». Но разница количества животных, включаемых в ту или иную группу, по минимальному пределу для оценки быка-производителя, имела интерес.

Так, коэффициент регрессии по двум системам оценки увеличивался и имел достоверную значимость по показателям «угол задних ног сбоку», «высота задних долей» и «глубина вымени». Данный анализ заставляет задуматься над оптимальным количеством животных для проведения расчетов. В нашем исследовании мы выбрали наиболее оптимальное, на наш взгляд, соотношение, позволяющие достичь объяснения гипотезы, нивелируя потери в количестве животных в референтной популяции.

Таблица 1

Показатели оценки племенной ценности (estimated breeding value, *EBV*) по линейной оценке экстерьера в зависимости от уровня коэффициента инбридинга, система «А»

Группа <i>F_x</i>	Молочный тип	Туловище	Конечности	Вымя	Высота (балл)
0 % (<i>n</i> = 85)	0,056 ± 0,208	0,034 ± 0,202	0,151 ± 0,151	0,075 ± 0,157	0,026 ± 0,106
0...3,125 (<i>n</i> = 180)	-0,035 ± 0,105	-0,033 ± 0,099	-0,043 ± 0,080	-0,020 ± 0,082	-0,019 ± 0,059
3,126...6.25 (<i>n</i> = 44)	0,144 ± 0,216	0,170 ± 0,210	-0,011 ± 0,173	0,050 ± 0,165	0,085 ± 0,123
6,25 и выше (<i>n</i> = 9)	0,448 ± 0,373	0,403 ± 0,382	0,169 ± 0,343	0,206 ± 0,317	0,225 ± 0,257
$\overline{F_x}$ (<i>n</i> = 233)	0,017 ± 0,208	0,022 ± 0,202	-0,028 ± 0,151	0,002 ± 0,157	0,010 ± 0,106
<i>R</i> от 1 (<i>n</i> = 355)	-0,007	-0,004	-0,045	-0,027	-0,010
<i>R</i> от 5 (<i>n</i> = 336)	-0,010	-0,006	-0,047	-0,029	-0,012
<i>R</i> от 10 (<i>n</i> = 318)	-0,007	-0,003	-0,050	-0,030	-0,008
<i>R</i> от 15 (<i>n</i> = 309)	-0,007	-0,003	-0,051	-0,031	-0,009
<i>R</i> от 20 (<i>n</i> = 287)	-0,014	-0,011	-0,055	-0,034	-0,018

Примечание. *R* – коэффициент регрессии (regression coefficient).

F_x – индивидуальный коэффициент инбридинга, основанный на оценке по родословной.

Table 1

Indicators of estimated breeding value of exterior for the level inbreeding coefficient, system “A”

Group <i>F_x</i>	Angularity	Body depth	Legs and feet	Mammary	Stature (score)
0 % (<i>n</i> = 85)	0.056 ± 0.208	0.034 ± 0.202	0.151 ± 0.151	0.075 ± 0.157	0.026 ± 0.106
0...3.125 (<i>n</i> = 180)	-0.035 ± 0.105	-0.033 ± 0.099	-0.043 ± 0.080	-0.020 ± 0.082	-0.019 ± 0.059
3.126–6.25 (<i>n</i> = 44)	0.144 ± 0.216	0.170 ± 0.210	-0.011 ± 0.173	0.050 ± 0.165	0.085 ± 0.123
6.25 and higher (<i>n</i> = 9)	0.448 ± 0.373	0.403 ± 0.382	0.169 ± 0.343	0.206 ± 0.317	0.225 ± 0.257
$\overline{F_x}$ (<i>n</i> = 233)	0.017 ± 0.208	0.022 ± 0.202	-0.028 ± 0.151	0.002 ± 0.157	0.010 ± 0.106
<i>R</i> from 1 (<i>n</i> = 355)	-0.007	-0.004	-0.045	-0.027	-0.010
<i>R</i> from 5 (<i>n</i> = 336)	-0.010	-0.006	-0.047	-0.029	-0.012
<i>R</i> from 10 (<i>n</i> = 318)	-0.007	-0.003	-0.050	-0.030	-0.008
<i>R</i> from 15 (<i>n</i> = 309)	-0.007	-0.003	-0.051	-0.031	-0.009
<i>R</i> from 20 (<i>n</i> = 287)	-0.014	-0.011	-0.055	-0.034	-0.018

Note. *R* – regression coefficient.

F_x – individual inbreeding coefficient based on pedigree.

Анализ результатов, представленных в таблицах 3 и 4, в общем демонстрирует схожие закономерности при использовании коэффициента инбридинга, рассчитанного по формуле Райта – Кисловского. Так, расположение передних сосков и длина передних долей с крепостью конституции в точности показали схожие зависимости. Угол задних ног, вид сбоку и расположение передних сосков имели достоверное различие третьей группы от первых двух (*p* < 0,05).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion).

Разброс в группах коэффициента инбридинга по *EBV*, вероятно, связан с пресловутой точностью вычисления коэффициента инбридинга, для которой

могут быть использованы маркеры *STR* (short tandem repeats) и *SNP* (single nucleotide polymorphism). Ошибки, связанные с ведением баз первичного учета, и человеческий фактор не могут быть исключены, в отличие от оценки, основанной на геномной информации (генотипе). Скорость проведения исследования также немаловажна. Кроме того, длину паттерна гомозиготности *ROH* можно использовать для отслеживания онтогенеза аутозиготного сегмента: короткие сегменты *ROH* будут отражать более древнее происхождение инбридинга, в отличие от длинных сегментов *ROH*, которые будут отражать недавнее происхождение инбридинга [15, с. 300; 16, с. 22].

Таблица 2
Показатели оценки племенной ценности (EBV) по линейной оценке экстерьера в зависимости от уровня коэффициента инбридинга, система «Б»

Группа Fx	Глубина туловища	Положение зада	Ширина зада	Угол задних ног сбоку	Высота пятки	Поставка задних ног (вид сзади)	Прикрепление передних долей вымени	Высота задних долей вымени	Центральная связка	Глубина вымени	Расположение передних сосков	Длинные соски	Крепость	Молочный тип	Длина передних долей вымени	Скакальный сустав (вид сзади)
0 % (n = 85)	-0,039 ± 0,054	0,043 ± 0,056	0,015 ± 0,034	-0,073 ± 0,025	0,015 ± 0,041	0,022 ± 0,023	-0,031 ± 0,038	0,031 ± 0,043	0,016 ± 0,034	0,013 ± 0,047	-0,022 ± 0,032	-0,064 ± 0,051	-0,020 ± 0,029	-0,018 ± 0,057	-0,024 ± 0,024	-0,034 ± 0,027
0...3,125 (n = 180)	-0,014 ± 0,027	-0,005 ± 0,037	0,003 ± 0,023	0,016 ± 0,018**	0,007 ± 0,021	-0,002 ± 0,016	0,018 ± 0,024	0,004 ± 0,025	-0,007 ± 0,021	0,020 ± 0,031	0,004 ± 0,025	-0,001 ± 0,035	-0,011 ± 0,018	-0,006 ± 0,029	0,009 ± 0,016	0,015 ± 0,016
3,126...6,25 (n = 44)	0,141 ± 0,060**	-0,060 ± 0,078	-0,051 ± 0,044	0,073 ± 0,039**	-0,029 ± 0,043	-0,028 ± 0,032	0,015 ± 0,052	-0,041 ± 0,054	0,019 ± 0,042	-0,069 ± 0,065	0,0001 ± 0,044	0,096 ± 0,058*	0,076 ± 0,030**	0,065 ± 0,057	0,015 ± 0,032	0,022 ± 0,031
6,25 и выше (n = 9)	0,070 ± 0,128	-0,001 ± 0,165	0,123 ± 0,148	-0,042 ± 0,105	0,017 ± 0,087	-0,110 ± 0,101	-0,023 ± 0,105	0,007 ± 0,089	0,102 ± 0,097	-0,048 ± 0,126	0,042 ± 0,121	-0,035 ± 0,128	0,005 ± 0,087	0,222 ± 0,092**	0,081 ± 0,062	-0,074 ± 0,060
$\overline{F_x}$ (n = 233)	0,018 ± 0,054	-0,015 ± 0,056	-0,003 ± 0,034	0,024 ± 0,025**	0,001 ± 0,041	-0,011 ± 0,023	0,016 ± 0,038	-0,005 ± 0,043	0,002 ± 0,034	0,0002 ± 0,047	0,005 ± 0,032	0,016 ± 0,051	0,006 ± 0,029	0,016 ± 0,057	0,013 ± 0,024	0,013 ± 0,027
R от 1 (n = 355)	0,021	-0,022	-0,001	0,016	-0,015	-0,009	-0,005	-0,021	0,001	-0,030	0,002	0,016	0,011	0,014	0,009	-0,001
R от 5 (n = 336)	0,020	-0,021	-0,001	0,016	-0,016	-0,010	-0,005	-0,021	0,001	-0,030	0,002	0,017	0,012	0,013	0,009	-0,001
R от 10 (n = 318)	0,023	-0,018	0,002	0,017	-0,016	-0,011	-0,007	-0,022	0,001	-0,032	0,003	0,013	0,012	0,017	0,010	0,0001
R от 15 (n = 309)	0,023	-0,019	0,002	0,017	-0,016	-0,011	-0,006	-0,023	0,001	-0,032	0,003	0,016	0,012	0,017	0,010	0,0005
R от 20 (n = 287)	0,019	-0,020	0,003	0,017	-0,017	-0,013	-0,007	-0,024	0,001	-0,034	-0,0002	0,016	0,012	0,014	0,010	-0,0005

Примечание. R – коэффициент регрессии (regression coefficient); *p > 0,05; **p > 0,01; ***p > 0,001; н. д. – недоступно.

Fx – индивидуальный коэффициент инбридинга, основанный на оценке по родословной.

Table 2
Indicators of estimated breeding value of exterior for the level inbreeding coefficient, system "B"

Group Fx	Body depth	Rump angle	Rump width	Rear legs set	Foot angle	Rear legs rear view	Fore udder attach- ment.	Rear udder height.	Central ligament	Udder depth.	Front teat place- ment	Teat length	Chest width	Angu- larity	Length udder attach- ment.	Hock devel- opment
0 % (n = 85)	-0.039 ± 0.054	0.043 ± 0.056	0.015 ± 0.034	-0.073 ± 0.025	0.015 ± 0.041	0.022 ± 0.023	-0.031 ± 0.038	0.031 ± 0.043	0.016 ± 0.034	0.013 ± 0.047	-0.022 ± 0.032	-0.064 ± 0.051	-0.020 ± 0.029	-0.018 ± 0.057	-0.024 ± 0.024	-0.034 ± 0.027
0...3.125 (n = 180)	-0.014 ± 0.027	-0.005 ± 0.037	0.003 ± 0.023	0.016 ± 0.018**	0.007 ± 0.021	-0.002 ± 0.016	0.018 ± 0.024	0.004 ± 0.025	-0.007 ± 0.021	0.020 ± 0.031	0.004 ± 0.025	-0.001 ± 0.035	-0.011 ± 0.018	-0.006 ± 0.029	0.009 ± 0.016	0.015 ± 0.016
3.126...6.25 (n = 44)	0.141 ± 0.060**	-0.060 ± 0.078	-0.051 ± 0.044	0.073 ± 0.039**	-0.029 ± 0.043	-0.028 ± 0.032	0.015 ± 0.052	-0.041 ± 0.054	0.019 ± 0.042	-0.069 ± 0.065	0.0001 ± 0.044	0.096 ± 0.058*	0.076 ± 0.030**	0.065 ± 0.057	0.015 ± 0.032	0.022 ± 0.031
6.25 and higher (n=9)	0.070 ± 0.128	-0.001 ± 0.165	0.123 ± 0.148	-0.042 ± 0.105	0.017 ± 0.087	-0.110 ± 0.101	-0.023 ± 0.105	0.007 ± 0.089	0.102 ± 0.097	-0.048 ± 0.126	0.042 ± 0.121	-0.035 ± 0.128	0.005 ± 0.087	0.222 ± 0.092**	0.081 ± 0.062	-0.074 ± 0.060
\overline{Fx} (n = 233)	0.018 ± 0.054	-0.015 ± 0.056	-0.003 ± 0.034	0.024 ± 0.025***	0.001 ± 0.041	-0.011 ± 0.023	0.016 ± 0.038	-0.005 ± 0.043	0.002 ± 0.034	0.0002 ± 0.047	0.005 ± 0.032	0.016 ± 0.051	0.006 ± 0.029	0.016 ± 0.057	0.013 ± 0.024	0.013 ± 0.027
R from 1 (n = 355)	0.021	-0.022	-0.001	0.016	-0.015	-0.009	-0.005	-0.021	0.001	-0.030	0.002	0.016	0.011	0.014	0.009	-0.001
R from 5 (n = 336)	0.020	-0.021	-0.001	0.016	-0.016	-0.010	-0.005	-0.021	0.001	-0.030	0.002	0.017	0.012	0.013	0.009	-0.001
R from 10 (n = 318)	0.023	-0.018	0.002	0.017	-0.016	-0.011	-0.007	-0.022	0.001	-0.032	0.003	0.013	0.012	0.017	0.010	0.0001
R from 15 (n = 309)	0.023	-0.019	0.002	0.017	-0.016	-0.011	-0.006	-0.023	0.001	-0.032	0.003	0.016	0.012	0.017	0.010	0.0005
R from 20 (n = 287)	0.019	-0.020	0.003	0.017	-0.017	-0.013	-0.007	-0.024	0.001	-0.034	-0.0002	0.016	0.012	0.014	0.010	-0.0005

Note. R – regression coefficient; *p > 0.05; **p > 0.01; ***p > 0.001; n. s. – not significant.
Fx – individual inbreeding coefficient based on pedigree.

Таблица 3
Показатели оценки племенной ценности быков-отцов в зависимости от уровня гомозиготности (система «А»)

Показатель	Молочный тип	Туловище	Конечности	Вымя	Высота балл
<i>Ca</i> 0 % (<i>n</i> = 10)	-0,310 ± 0,448	-0,256 ± 0,429	-0,208 ± 0,375	-0,354 ± 0,394	-0,092 ± 0,223
<i>Ca</i> 8...50 % (<i>n</i> = 284)	0,123 ± 0,087	0,115 ± 0,084	0,095 ± 0,066	0,096 ± 0,067	0,056 ± 0,048
<i>Ca</i> 55...77 % (<i>n</i> = 12)	-0,173 ± 0,652	-0,109 ± 0,618	-0,179 ± 0,464	-0,056 ± 0,485	0,049 ± 0,327
\overline{Ca} 30,29 % (<i>n</i> = 296)	0,111 ± 0,088	0,106 ± 0,084	0,084 ± 0,066	0,089 ± 0,067	0,056 ± 0,048

Примечание. *Ca* – уровень гомозиготности, рассчитанный по STR-маркерам.

Table 3
Indicators of estimated breeding value of exterior for gomozygosity level, system "A"

Group <i>Ca</i>	Angularity	Body depth	Legs and feet	Mammary	Stature (score)
<i>Ca</i> 0 % (<i>n</i> = 10)	-0.310 ± 0.448	-0.256 ± 0.429	-0.208 ± 0.375	-0.354 ± 0.394	-0.092 ± 0.223
<i>Ca</i> 8...50 % (<i>n</i> = 284)	0.123 ± 0.087	0.115 ± 0.084	0.095 ± 0.066	0.096 ± 0.067	0.056 ± 0.048
<i>Ca</i> 55...77 % (<i>n</i> = 12)	-0.173 ± 0.652	-0.109 ± 0.618	-0.179 ± 0.464	-0.056 ± 0.485	0.049 ± 0.327
\overline{Ca} 30,29 % (<i>n</i> = 296)	0.111 ± 0.088	0.106 ± 0.084	0.084 ± 0.066	0.089 ± 0.067	0.056 ± 0.048

Note. *Ca* – homozygosity level based on STR-markers.

Таблица 4
Показатели оценки племенной ценности быков-отцов в зависимости от уровня гомозиготности (система «Б»)

Показатель	<i>Ca</i> 0 % (<i>n</i> = 10)	<i>Ca</i> 8...50 % (<i>n</i> = 284)	<i>Ca</i> 55...77 % (<i>n</i> = 12)	\overline{Ca} 30,29 % (<i>n</i> = 296)
Глубина туловища	0,019 ± 0,118	0,016 ± 0,024	0,031 ± 0,162	0,017 ± 0,024
Положение зада	-0,039 ± 0,126	-0,004 ± 0,030	0,008 ± 0,148	-0,004 ± 0,030
Ширина зада	0,012 ± 0,070	0,009 ± 0,018	-0,063 ± 0,098	0,006 ± 0,018
Угол задних ног сбоку	-0,055 ± 0,043	-0,006 ± 0,015	0,109 ± 0,051 ^{*/*}	-0,001 ± 0,015
Высота пятки	-0,006 ± 0,076	0,018 ± 0,018	0,034 ± 0,116	0,019 ± 0,018
Постановка задних ног (вид сзади)	0,030 ± 0,071	-0,002 ± 0,013	0,001 ± 0,060	-0,002 ± 0,013
Прикрепление передних долей вымени	-0,146 ± 0,110	0,014 ± 0,019	0,123 ± 0,108	0,019 ± 0,019
Высота задних долей вымени	-0,024 ± 0,103	0,022 ± 0,020	-0,028 ± 0,114	0,020 ± 0,020
Центральная связка	-0,044 ± 0,113	0,021 ± 0,017	-0,130 ± 0,076	0,015 ± 0,017
Глубина вымени	-0,061 ± 0,086	0,022 ± 0,024	0,089 ± 0,111	0,025 ± 0,024
Расположение передних сосков	-0,129 ± 0,087	0,00002 ± 0,019	0,179 ± 0,085 ^{*/*}	0,007 ± 0,018
Длина сосков	0,025 ± 0,197	-0,013 ± 0,027	-0,016 ± 0,108	-0,013 ± 0,026
Крепость	-0,012 ± 0,085	-0,001 ± 0,014	0,004 ± 0,065	-0,001 ± 0,014
Молочный тип	-0,026 ± 0,100	0,026 ± 0,025	-0,026 ± 0,177	0,024 ± 0,025
Длина передних долей вымени	-0,120 ± 0,078	-0,001 ± 0,013	0,103 ± 0,079	0,004 ± 0,013
Скаковой сустав (вид сзади)	0,031 ± 0,079	0,003 ± 0,013	0,041 ± 0,084	0,004 ± 0,013

Примечание. *Ca* – уровень гомозиготности рассчитанный по STR-маркерам.

* *p* > 0,05.

/ – достоверное различие между показателями II и III.

Table 4
Indicators of estimated breeding value of exterior for homozygosity level (system "B")

Traits	Ca 0 % (n = 10)	Ca 8...50 % (n = 284)	Ca 55...77 % (n = 12)	\overline{Ca} 30,29 % (n = 296)
Body depth	0.019 ± 0.118	0.016 ± 0.024	0.031 ± 0.162	0.017 ± 0.024
Rump angle	-0.039 ± 0.126	-0.004 ± 0.030	0.008 ± 0.148	-0.004 ± 0.030
Rump width	0.012 ± 0.070	0.009 ± 0.018	-0.063 ± 0.098	0.006 ± 0.018
Rear legs set	-0.055 ± 0.043	-0.006 ± 0.015	0.109 ± 0.051 ^{*/*}	-0.001 ± 0.015
Foot angle	-0.006 ± 0.076	0.018 ± 0.018	0.034 ± 0.116	0.019 ± 0.018
Rear legs rear view	0.030 ± 0.071	-0.002 ± 0.013	0.001 ± 0.060	-0.002 ± 0.013
Fore udder attachment	-0.146 ± 0.110	0.014 ± 0.019	0.123 ± 0.108	0.019 ± 0.019
Rear udder height	-0.024 ± 0.103	0.022 ± 0.020	-0.028 ± 0.114	0.020 ± 0.020
Central ligament	-0.044 ± 0.113	0.021 ± 0.017	-0.130 ± 0.076	0.015 ± 0.017
Udder depth	-0.061 ± 0.086	0.022 ± 0.024	0.089 ± 0.111	0.025 ± 0.024
Front teat placement	-0.129 ± 0.087	0.00002 ± 0.019	0.179 ± 0.085 ^{*/*}	0.007 ± 0.018
Teat length	0.025 ± 0.197	-0.013 ± 0.027	-0.016 ± 0.108	-0.013 ± 0.026
Chest width	-0.012 ± 0.085	-0.001 ± 0.014	0.004 ± 0.065	-0.001 ± 0.014
Angularity	-0.026 ± 0.100	0.026 ± 0.025	-0.026 ± 0.177	0.024 ± 0.025
Length udder attachment	-0.120 ± 0.078	-0.001 ± 0.013	0.103 ± 0.079	0.004 ± 0.013
Hock development	0.031 ± 0.079	0.003 ± 0.013	0.041 ± 0.084	0.004 ± 0.013

Note. Ca – homozygosity level based on STR-markers.

* p > 0,05.

/ – significant difference between groups II and III.

С увеличением доступности геномной информации, в частности однонуклеотидного полиморфизма (SNP) данных, инбридинг на основе данных родословного учета может быть заменен инбридингом на основе SNP. Показатели, основанные на SNP, включают процент гомозиготных сегментов SNP, полученных в результате инбридинга от диагонали матрицы геномных отношений (GRM) и инбридинга на основе пробегов (паттернов) гомозиготности (ROH). Расчеты на основе SNP могут лучше предсказать гомозиготность по всему геному и, следовательно, лучше отражать негативные последствия гомозиготности, чем «родословный» инбридинг [17, с. 6018; 18, с. 2810; 19, с. 5307].

В своем исследовании мы постарались отразить влияние инбридинга и гомозиготности на оценку племенной ценности голштинских и черно-пестрых быков-производителей. Можно отметить, что STR-маркеры не потеряли своей актуальности и демонстрируют схожие закономерности в рас-

четах при сравнении с «классической» градацией по Райту – Кисловскому. Особенно это проявляется при изучении результатов в группе сравнения (\overline{Ca}). Генетическая оценка более точна, поскольку использованы реализованные геномные данные, а не вероятностные расчеты родословных.

В развитии тематики исследований планируем произвести расчет с использованием коэффициента геномного инбридинга, рассчитанного на информации по чипам высокой плотности SNP, зарекомендовавшим себя как современное альтернативное решение вопроса контроля возникновения инбредной депрессии и инструмента проведения селекционных мероприятий сегодняшнего дня [20, с. 4].

Благодарности (Acknowledgements)

Выражаем свою признательность специалистам Союза «Мосплем» за предоставление информации, использованной в исследовании.

Библиографический список

1. Yengo L., Zhu Z., Wray N. R., Weir B. S., Yang J., Robinson M. R., Visscher P. M. Detection and quantification of inbreeding depression for complex traits from SNP data // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2017. Vol. 114. Pp. 8602–8607.
2. Caballero A., Villanueva B., Druet T. On the estimation of inbreeding depression using different measures of inbreeding from molecular markers // Evolutionary Applications 2021. Vol. 14. Pp. 416–428.
3. Kardos M., Nietlisbach P., Hedrick P.W. How should we compare different genomic estimates of the strength of inbreeding depression? // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2018. Vol. 115. Pp. 2492–2493.
4. Недашковский И. С., Сермягин А. А., Богданова Т. В., Ермилов А. Н., Янчуков И. Н., Зиновьева Н. А. Оценка влияния уровня инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинизированной популяции черно-пестрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 7. С. 17–22.

5. Недашковский И. С., Костюнина О. В., Волкова В. В., Ермилов А. Н., Сермягин А. А. Оценка племенной ценности быков-производителей голштинской породы по качеству потомства в связи с уровнем гомозиготности по STR-маркерам [Электронный ресурс] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2019. № 3 (43). С. 36–43. DOI: 10.36508/RSATU.2019.43.41328. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2019_3.pdf#page=36 (дата обращения: 20.09.2022).
6. Сидорова В. Ю., Попов Н. А. Особенности признаков телосложения, связанных с воспроизводством у дочерей инбредных и аутбредных быков // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 2. С. 15–17.
7. Doekes H. P., Veerkamp R. F., Bijma P., de Jong G., Hiemstra S. J., Windig J. J. Inbreeding depression due to recent and ancient inbreeding in Dutch Holstein–Friesian dairy cattle // Genetics Selection Evolution. 2019. Vol. 51. Pp. 1–16
8. Makanjuola B. O., Maltecca C., Miglior F., Schenkel F. S., Baes C. F. Effect of recent and ancient inbreeding on production and fertility traits in Canadian Holsteins // BMC Genomics. 2020. Vol. 21 Article number: 605. URL: <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-020-07031-w> (date of reference: 12.11.2022).
9. Han W., Xue Q., Li G., Yin J., Zhang H., Zhu Y., Xing W., Cao Y., Su Y., Wang K. Genome-wide analysis of the role of DNA methylation in inbreeding depression of reproduction in Langshan chicken // Genomics. 2020. Vol. 112. Pp. 2677–2687.
10. Doekes H. P., Bijma P., Windig J. J. How Depressing Is Inbreeding? A Meta-Analysis of 30 Years of Research on the Effects of Inbreeding in Livestock // Genes. 2021. Vol. 12. Article number. 926. DOI: 10.3390/genes12060926.
11. Ерохин А. И., Солдатов А. П., Филатов А. И. Инбридинг и селекция животных. Москва: Агропромиздат, 1985. 155 с.
12. Peakall R., Smouse P. E. GenAEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research update // Bioinformatics. 2012. Vol. 28. Pp. 2537–2539.
13. Савенко Н. А. Селекционер Подмосковья. Москва: МСХиП МО, 2006. 84 с.
14. Misztal I., Tsruta S., Strabel T. et. al. BLUPF90 and related programs (BGF90) // Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. Montpellier, 2002. Vol. 28 (27). Pp. 21–22.
15. Недашковский И. С., Сермягин А. А., Костюнина О. В., Волкова В. В., Гладырь Е. А., Янчуков И. Н. Популяционно-генетическая характеристика, оценка геномного инбридинга и гомозиготности крупного рогатого скота черно-пестрой и голштинской пород по STR и SNP маркерам в России // Вестник Пермского Университета. Серия: Биология. 2021. № 4. С. 295–306. DOI: 10.17072/1994-9952-2021-4-295-306.
16. Контэ А. Ф., Недашковский И. С., Ермилов А. Н., Сермягин А. А. Влияние уровня инбридинга быков-производителей на показатели типа телосложения их дочерей // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 4. С. 19–25. DOI: 10.33943/MMS.2022.26.83.003.
17. Howard J. T., Pryce J. E., Baes C., Maltecca C. Invited review: Inbreeding in the genomics era: Inbreeding, inbreeding depression, and management of genomic variability // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. Pp. 6009–6024.
18. Baes C. F., Makanjuola B. O., Miglior F., Marras G., Howard J. T., Fleming A., Maltecca C. Symposium review: The genomic architecture of inbreeding: How homozygosity affects health and performance // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Pp. 2807–2817.
19. Maltecca C., Tiezzi F., Cole J. B., Baes C. Symposium review: Exploiting homozygosity in the era of genomics – Selection, inbreeding, and mating programs // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103. Pp. 5302–5313.
20. Martikainen K., Koivula M., Uimari P. Identification of runs of homozygosity affecting female fertility and milk production traits in Finnish Ayrshire cattle // Scientific Reports. 2020. Vol. 10. Article number: 3804. URL: https://www.nature.com/articles/s41598-020-60830-9?error=cookies_not_supported&code=cee74166-3ad8-4504-921d-cfae4e469a23 (date of reference: 12.11.2022).

Об авторах:

Игорь Сергеевич Недашковский¹, младший научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-0487-4576, AuthorID 969123; nedashkovsky_is@mail.ru

Александр Федорович Контэ¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandreconte@yandex.ru

Александр Александрович Сермягин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0002-1799-6014, AuthorID 592166; alex_sermyagin85@mail.ru

¹ Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

Estimated breeding value on linear assessment of exterior depending on inbreeding coefficient and the level of homozygosity

I. S. Nedashkovskiy¹✉, A. F. Konte¹, A. A. Sermyagin¹

¹ L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia

✉ E-mail: nedashkovsky_is@mail.ru

Abstract. Purpose. A study was carried out to assess the influence of the inbreeding coefficient, calculated according to the Wright – Kislovsky formula, and level of homozygosity calculated on STR-markers the indicators of the assessment of breeding value according to the linear assessment of the exterior. **Methods.** The object of the study were the daughters ($n = 42\,245$) of 355 Black-and-White and Holstein sires in the Moscow region. The calculation was made taking into account at least 10 daughters per sire. The entire data array for *EBV* amounted to 42076 heads of cattle, for 318 sires and was divided into four groups with respect to (F_x): the first included outbred animals (0 %), the second with $F_x = 0 \dots 3.125$, the third with $F_x = 3.126 \dots 6.25$, in the fourth with $F_x \geq 6.25$, and in the fifth all animals except outbreds. For the STR calculation, the total sample was 306 sires for 39,590 daughters. So, the first group included heterozygous individuals $Ca = 0$ %, the second individuals with $Ca = 8 \dots 50$ %, the third with $Ca = 55 \dots 77$ %, the comparison group consisted of individuals with $Ca = 8 \dots 77$ %, which is on average sample 28.74 %. **Results.** It was noted that there was no significant difference “classic” calculation by means of gradation of the coefficient inbreeding between the studied groups of animals, with the exception of body depth, rear legs set, teat length, chest width and angularity ($p < 0.05 \dots p < 0.001$) according to the “B” rating system. The results of calculations by STR markers in general had similar dependencies: the angle of the hind legs in the side view from -0.055 in the first group to 0.109 in the third, the location of the front nipples from -0.129 to 0.179 . The regression coefficient increased along with the minimum number of daughters per sire used in the calculations in terms rear legs set, rear udder height and udder depth. **Scientific novelty.** For the first time in Russia, the influence of the estimated breeding value according to the linear assessment of the conformation, depending on the coefficient of inbreeding and the level of homozygosity, calculated by STR markers, will be investigated.

Keywords: Black-and-White breed, Holstein breed, body type estimates, estimated breeding value, homozygosity, exterior, inbreeding coefficient, microsatellites, F_x , *EBV*, *STR*.

For citation: Nedashkovskiy I. S., Konte A. F., Sermyagin A. A. Pokazateli otsenki plemennoy tsennosti po lineynoy otsenke ekster'era v zavisimosti ot koeffitsienta inbridinga i urovnya gomozigotnosti [Estimated breeding value on linear assessment of exterior depending on inbreeding coefficient and the level of homozygosity] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 55–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-55-65. (In Russian.)

Date of paper submission: 23.09.2022, **date of review:** 13.10.2022, **date of acceptance:** 31.10.2022.

References

1. Yengo L., Zhu Z., Wray N. R., Weir B. S., Yang J., Robinson M. R., Visscher P. M. Detection and quantification of inbreeding depression for complex traits from SNP data // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2017. Vol. 114. Pp. 8602–8607.
2. Caballero A., Villanueva B., Druet T. On the estimation of inbreeding depression using different measures of inbreeding from molecular markers // Evolutionary Applications 2021. Vol. 14. Pp. 416–428.
3. Kardos M., Nietlisbach P., Hedrick P.W. How should we compare different genomic estimates of the strength of inbreeding depression? // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2018. Vol. 115. Pp. 2492–2493.
4. Nedashkovskiy I. S., Sermyagin A. A., Bogdanova T. V., Yermilov A. N., Yanchukov I. N., Zinov'yeva N. A. Otsenka vliyaniya urovnya inbridinga na molochnuyu produktivnost' i vosproizvoditel'nyye kachestva korov golshtinizirovannoy populyatsii cherno-pestroy porody [Evaluation of inbreeding effect for milk production and fertility traits in russian Black-and-White cattle improved by Holstein breed] // Dairy and beef cattle farming. 2018. No. 7. Pp. 17–22. (In Russian.)
5. Nedashkovskiy I. S., Kostyunina O. V., Volkova V. V., Yermilov A. N., Sermyagin A. A. Otsenka plemennoy tsennosti bykov-proizvoditeley golshtinskoy porody po kachestvu potomstva v svyazi s urovнем gomozigotnosti po STR-markeram [Estimation of the breeding value of holstein sire by the quality of offspring in connection with

the homosity level calculated by STR-markers] // Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named After P. A. Kostychev. 2019. No. 3 (43). Pp. 36–43. DOI: 10.36508/RSATU.2019.43.41328. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2019_3.pdf#page=36 (date of reference: 20.09.2022). (In Russian.)

6. Sidorova V. Yu., Popov N. A. Osobennosti priznakov teloslozheniya, svyazannykh s vosproizvodstvom u docherey inbrednykh i outbrednykh bykov [The particularities of inbred and outbred bulls daughters' body traits associated with the reproduction] // Dairy and beef cattle farming. 2017. No. 2. Pp. 15–17. (In Russian.)

7. Doekes H. P., Veerkamp R. F., Bijma P., de Jong G., Hiemstra S. J., Windig J. J. Inbreeding depression due to recent and ancient inbreeding in Dutch Holstein–Friesian dairy cattle // Genetics Selection Evolution. 2019. Vol. 51. Pp. 1–16

8. Mankanjuola B. O., Maltecca C., Miglior F., Schenkel F. S., Baes C. F. Effect of recent and ancient inbreeding on production and fertility traits in Canadian Holsteins // BMC Genomics. 2020. Vol. 21. Article number: 605. URL: <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-020-07031-w> (date of reference: 12.11.2022).

9. Han W., Xue Q., Li G., Yin J., Zhang H., Zhu Y., Xing W., Cao Y., Su Y., Wang K. Genome-wide analysis of the role of DNA methylation in inbreeding depression of reproduction in Langshan chicken // Genomics. 2020. Vol. 112. Pp. 2677–2687.

10. Doekes H. P., Bijma P., Windig J. J. How Depressing Is Inbreeding? A Meta-Analysis of 30 Years of Research on the Effects of Inbreeding in Livestock // Genes. 2021. Vol. 12. Article number. 926. DOI: 10.3390/genes12060926.

11. Erokhin A. I. Soldatov A. P., Filatov A. I. Inbriding i selektsiya zhivotnykh [Inbreeding and selection of animals]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 155 p. (In Russian.)

12. Peakall R., Smouse P. E. GenAEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research update // Bioinformatics. 2012. Vol. 28. Pp. 2537–2539.

13. Savenko N. A. Selektioner Podmoskov'ya [Breeder of Moscow region]. Moscow: MSKHiP MO, 2006. 84 p. (In Russian.)

14. Misztal I., Tsruta S., Strabel T. et. al. BLUPF90 and related programs (BGF90) // Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. Montpellier, 2002. Vol. 28 (27). Pp. 21–22.

15. Nedashkovskiy I. S., Sermyagin A. A., Kostyunina O. V., Volkova V. V., Gladyr' E. A., Yanchukov I. N. Populyatsionno-geneticheskaya kharakteristika, otsenka genomnogo inbridinga i gomozigotnosti krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy i golshinskoy porod po STR i SNP markeram v Rossii [Population and genetic features, genomic inbriding and homozygosity level for Black-And-White and Holstein breeds by STR and SNP markers in Russia] // Bulletin of Perm University. Biology. 2021. No. 4. Pp. 295–306. DOI: 10.17072/1994-9952-2021-4-295-306. (In Russian.)

16. Konte A. F., Nedashkovskiy I. S., Ermilov A. N., Sermyagin A. A. Vliyaniye urovnya inbridinga bykov-proizvoditeley na pokazateli tipa teloslozheniya ikh docherey [The influence of bull's inbreeding level on indicators of their daughter's body type] // Dairy and beef cattle farming. 2022. No. 4. Pp. 19–25. DOI: 10.33943/MMS.2022.26.83.003. (In Russian.)

17. Howard J. T., Pryce J. E., Baes C., Maltecca C. Invited review: Inbreeding in the genomics era: Inbreeding, inbreeding depression, and management of genomic variability // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100. Pp. 6009–6024.

18. Baes C. F., Mankanjuola B. O., Miglior F., Marras G., Howard J. T., Fleming A., Maltecca C. Symposium review: The genomic architecture of inbreeding: How homozygosity affects health and performance // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Pp. 2807–2817.

19. Maltecca C., Tiezzi F., Cole J. B., Baes C. Symposium review: Exploiting homozygosity in the era of genomics – Selection, inbreeding, and mating programs // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103. Pp. 5302–5313.

20. Martikainen K., Koivula M., Uimari P. Identification of runs of homozygosity affecting female fertility and milk production traits in Finnish Ayrshire cattle // Scientific Reports. 2020. Vol. 10. Article number: 3804. URL: https://www.nature.com/articles/s41598-020-60830-9?error=cookies_not_supported&code=cee74166-3ad8-4504-921d-cfae4e469a23 (date of reference: 12.11.2022).

Authors' information:

Igor S. Nedashkovskiy¹, junior researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-0487-4576, AuthorID 969123; nedashkovsky_is@mail.ru

Aleksandr F. Konte¹, candidate of agricultural sciences, scientific researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandrconte@yandex.ru

Aleksandr A. Sermyagin¹, candidate of agricultural sciences, head of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0002-1799-6014, AuthorID 592166; alex_sermyagin85@mail.ru

¹ L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Russia

Клональное микроразмножение *Astragalus gorodkovii* Jurtz., *Astragalus gorczakovskii* L. Vassil. с использованием методов in vitro

Е. Г. Филиппов¹✉

¹ Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

✉ Email: filorch@mail.ru

Аннотация. Микрклональное размножение редких видов растений решает задачу сохранения биоразнообразия, поскольку полученные особи могут быть введены в естественные условия для поддержания стабильности растительных сообществ, а также для создания резервных генетических коллекций. **Цель** проведенной исследовательской работы состояла в получении культур in vitro редких и хозяйственно ценных видов *Astragalus gorodkovii* и *Astragalus gorczakovskii*. **Материалы и методы.** Использовались семена *A. gorodkovii* (Республика Коми, сбор 2004 г.) и *A. gorczakovskii* (Свердловская область и Пермский край, сбор 2019 г.). После проведения стерилизации семена высевали на безгормональную среду Мурасиге – Скуга. Полученные проростки перевивали на среду с 4 вариантами концентраций фитогормонов БАП и НУК, проращивались при комнатной температуре и 16-часовом световом дне. Затем полученные экспланты перевивали на среду в 9 вариантах концентраций использованных ранее гормонов. **Результаты.** Срок 1,5–2 месяца можно считать оптимальным для деления и пересадки, последующее культивирование приводит к отмиранию растений. Варианты среды, содержащие 0,5–1 мг/л БАП и меньшее количество НУК, оказались наилучшими для размножения *A. gorodkovii* и *A. gorczakovskii*, поскольку наблюдалось активное ветвление проростков без верификации. Были обнаружены морфогенетические различия между растениями из разных популяций, *A. gorodkovii* показал наиболее активный рост. **Новизна** данной исследовательской работы заключается в подборе оптимального состава среды для проращивания семян редких видов *A. gorodkovii* и *A. gorczakovskii*, что является инструментом для сохранения генетического разнообразия растительных сообществ уральской флоры.

Ключевые слова: *Astragalus gorodkovii* Jurtz., *Astragalus gorczakovskii* L. Vassil., Fabaceae, клональное микроразмножение, среда Мурасиге – Скуга, 6-бензиламинопурин (БАП), альфа-нафтилуксусная кислота (НУК), введение в культуру, редкий вид, эндемик.

Для цитирования: Филиппов Е. Г. Клональное микроразмножение *Astragalus gorodkovii* Jurtz., *Astragalus gorczakovskii* L. Vassil. с использованием методов in vitro // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 66–76. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-66-76.

Дата поступления статьи: 05.08.2022, **дата рецензирования:** 21.09.2022, **дата принятия:** 14.10.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

В последнее время большое внимание уделяется изучению и охране биологического разнообразия как основе существования и устойчивого экономического развития современного общества. Решение вопроса сохранения растительного биоразнообразия должно базироваться на понимании необходимости всестороннего сохранения генофонда, что предупредит потерю не столько индивидуальных особей, сколько всей генетической структуры, разнокачественность видов, включая и культивары [1]. Основная задача коллекций ботанических садов – сохранение и поддержание генетического разнообразия редких и исчезающих видов растений. Технологии массового, ускоренного размножения и

последующего развития растений играют важнейшую роль в использовании полученных растений при интродукции, реинтродукции, криоконсервации, создании резервных генетических коллекций, искусственных биотопов с их участием и при восстановлении численности естественных популяций [2, с. 819; 3, с. 31; 4, с. 928; 5, с. 97; 6, с. 1415; 7, с. 989; 8, с. 1; 9, с. 11]. Широкое использование микрклонального размножения растений успешно решает задачи, указанные выше, а в ряде случаев успешно апробировались для размножения редких растений [10, с. 2], включая и некоторые хозяйственно ценные и редкие виды рода *Astragalus* (Fabaceae) [11; 12, с. 67]. На протяжении последних десятилетий данный род активно изучался за рубежом в рамках

различных научных направлений [13, с. 3; 14, с. 7; 15, с. 7; 16, с. 329; 17, с. 121; 18, с. 577; 19, с. 1411; 20, с. 4; 21, с. 4; 22, с. 398; 23, с. 9; 24, с. 714; 25, с. 5; 26, с. 5; 27, с. 1141], что указывает на его высокий практический потенциал [28, с. 14737; 29, с. 629; 30, с. 3; 31, с. 3; 32, с. 644; 33, с. 15; 34, с. 4; 35, с. 4].

Род *Astragalus* из семейства *Fabaceae* является самым крупным в мире родом сосудистых растений, включающий в себя около 2900 однолетних и многолетних видов. Растения данной таксономической группы широко применяются в качестве корма для скота, топлива, как источник биологически активных веществ для создания лекарственных препаратов, а также как компонент изготовления пищевой продукции, поскольку астрагалы продуцируют трагакантовую камедь (пищевая добавка E413). У *Astragalus* имеется два центра распространения на земном шаре: в Америке (приблизительно 500 видов) и в Евразии (более 2500 видов). Несмотря на большое количество представителей, большинство растений являются узкими эндемиками, что негативно сказывается на их адаптационном потенциале в условиях активно меняющейся окружающей среды. При этом подавляющее большинство астрагалов (около 2500 видов) – многолетние травы. Как правило, растения данного рода предпочитают засушливые или полусушливые почвы, но встречаются виды, расселяющиеся во влажных местообитаниях [36, с. 129].

На данный момент известно большое количество биологически активных компонентов, включая флавоны, флавонолы, флаваноны, флавонолы, халконы, ауроны, изофлавоны, изофлаваны и птерокарпаны, выделенные из различных частей растений астрагалов [37, с. 11]. Растения данного рода обладают цитотоксической активностью. В неочищенных экстрактах *A. chrysochlorus*, приготовленных с использованием разных растворителей, на культуре клеток Vero с использованием МТТ-теста установлено, что хлороформный экстракт из корня (500 мкг/мл) оказал наиболее цитотоксическое действие (70,3 %). Высокая эффективность неочищенных экстрактов, вероятно, связана с синергетическим действием некоторых компонентов раствора [38, с. 221].

В более ранних работах установлено, что *A. membranaceus* может использоваться как дополнительный иммуномодулятор при применении рекомбинантного человеческого интерлейкина-2 (rIL-2). Это облегчает течение иммунотерапии, так как в лечении требуются максимальные дозировки rIL-2, но они сопряжены с высокой токсичностью для организма человека [39, с. 186].

В результате оценки действия *A. sieberi* на клетках рака молочной железы и толстой кишки удалось идентифицировать компоненты фракции петролейного эфира, которые проявили антиоксидантную

активность, и этанольно-ацетатного, которые проявили яркое цитотоксическое действие [40, с. 10].

Астрагалы нашли широкое применение не только в России, но и во многих других странах. Например, в Узбекистане *A. abolinii* и *A. rubrivenosus* используются при болезнях почек, гипертонической болезни, как успокоительное средство [41, с. 60]. В Иране применяется 17 видов астрагалов в качестве слабительного, жаропонижающего, противопаразитарного, обезболивающего средства, при почечном камне, кашле, брюшном тифе, для стимуляции иммунной системы [42, с. 376].

Экстракты астрагалов обладают гепатопротекторным действием благодаря высокой антиоксидантной активности, которая нейтрализует свободные радикалы в организме. В результате оценки действия смеси из экстрактов *Myristica fragrans* (*Myristicaceae*), *A. membranaceus* и *Poria cocos* (*Polyporaceae*) на мышах выявили, что при пероральном введении препарата в дозировке 300 мг/кг наблюдается существенное снижение некроза гепатоцитов, а также было показано синергетическое действие экстрактов для защиты печени [43, с. 958].

Обнаружена и гепатопротекторная активность этанолового экстракта корней *A. kahircicus* на крысах. Экстракт хорошо себя зарекомендовал, поскольку противодействовал индуцированной этанолом утечке ферментов печени и истощению запасов глутатиона [44, с. 357].

Экстракты астрагалов обладают широкой антибактериальной активностью. Выявлено ингибирующее действие на культуры *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella* и *Campylobacter* in vitro. Для этого готовили метанольные и этанольные экстракты из высушенного корня *A. membranaceus*. Все варианты растворов показали хорошую ингибирующую активность в отношении ранее указанных патогенов. При этом метанольный экстракт проявил максимально ингибирующее действие против *E. coli* и *Shigella*, а этанольный – против *Shigella* и *Salmonella enteritidis* [45, с. 417].

В более позднем исследовании оценивалось действие экстрактов четырех видов астрагалов: *A. gum-mifer*, *A. microcephalus*, *A. talasseus*, *A. actophyllus*. Противомикробное действие тестировалось на 15 штаммах, а цитотоксическое – на линии клеток MCF-7 (клетки рака молочной железы человека). Интересно, что в этом исследовании антимикробная активность была особо не выявлена, она проявилась только в отношении *Pseudomonas aeruginosa*. Что касается цитотоксичности, она была выше всего у экстракта *A. talasseus* [46, с. 432]. Это говорит о необходимости повторных исследований, поскольку виды астрагалов показывают различную противомикробную активность, для создания фармацевтической композиции требуется больше данных о биологической активности каждого вида.

Благодаря содержанию флавоноидов экстракты астрагалов используются в народной медицине для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы. Например, экстракт *A. mongholicus* снижает содержание общего холестерина и липопротеиды низкой плотности, повышая содержание липопротеидов высокой плотности, что положительно сказывается на работе сердечно-сосудистой системы, поскольку последняя фракция липопротеидов помогает выводить холестерин из организма. Благодаря высокой антиоксидантной активности экстракт астрагала монгольского помогает при ишемии-реперфузии, так как снижает концентрацию активных форм кислорода, это замедляет окислительный процесс в поврежденной ткани [47, с. 5].

На данный момент лучше всего исследованы такие биологически активные вещества астрагалов, как полисахариды, флавоноиды и сапонины. В Китайской народной медицине *A. membranaceus* используется в качестве противодиабетического средства. Удалось провести оценку действия компонентов экстракта этого растения в отношении сахарного диабета первого и второго типов. Установлено, что фракция полисахаридов проявляет значительную активность в отношении диабета первого типа. Полисахариды защищают бета-клетки поджелудочной железы от внутриклеточной (аутоиммунной) гибели посредством иммуномодуляции нескольких воспалительных и апоптотических цитокинов, ферментов и белков. Фракция полисахаридов проявила способность модулировать Т-хелперные клетки 1-го и 2-го типов, уменьшать воспалительную реакцию и стимулировать антиоксидантную активность в отношении антиапоптотической защиты бета-клеток поджелудочной железы. Флавонол астрагалин и изофлавонол формонетин регулируют активность индикаторов воспаления и апоптоза. Фракции полисахаридов, сапонинов и флавоноидов проявляли значительную активность в отношении сахарного диабета второго типа. Как правило, они вызывают свои гипогликемические эффекты через различные пути повышения чувствительности к инсулину. Наиболее полно изучена фракция полисахаридов при диабете второго типа. Он способствует сенсibilизации инсулина посредством различных скоординированных путей внутриклеточного транспорта глюкозы, передачи сигнала инсулина и защиты бета-клеток поджелудочной железы от апоптотической гибели [48, с. 5].

Благодаря богатому составу биологически активных веществ астрагалы обладают большим потенциалом для лечения нейродегенеративных заболеваний, поскольку способны включать модуляцию нейротрансмиттеров и рецепторов, имеют противовоспалительную активность, совершают ингибирование агрегации амилоида, индуцируют восстановление миелиновой оболочки и нейрогенез, а также активируют сигнальные пути [49, с. 14].

Проведенная исследовательская работа на мышах, направленная на оценку возможных перспектив использования сапонинов из корня астрагала в качестве лекарства при ишемическом инсульте, показала высокую степень результативности использованного экстракта. Традиционные клинические методы лечения включают тромболитическую терапию, внутрисосудистые вмешательства, стратегии поведенческой реабилитации и медикаментозное лечение, однако существуют некоторые ограничения клинического применения медикаментов. В этой связи происходят поиски новых путей лечения последствия инсульта. Было обнаружено, что сапонины астрагала улучшают неврологическую и двигательную функцию после ишемического инсульта и способствуют пролиферации нервных стволовых клеток в субвентрикулярной зоне после церебральной ишемии. Кроме того, сапонины, астрагалозид I и астрагалозид III способствовали пролиферации нервных стволовых клеток *in vitro* путем нацеливания на Akt-путь. Известно, что PI3K/Akt клеточный сигнальный путь обеспечивает защитную роль, регулируя пролиферацию клеток, апоптоз и окислительный стресс. Таким образом, в лабораторных условиях был продемонстрирован потенциал компонентов экстрактов корня астрагала в качестве новой стратегии для коррекции работы нервной системы после перенесенного ишемического инсульта [50, с. 7].

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что растения рода *Astragalus* обладают разнонаправленным фармакологическим действием, могут применяться во многих сферах медицины. На данный момент на фармакологическом рынке уже представлены препараты на основе компонентов, содержащихся в астрагале. Например, препарат «ТА-65» изготавливается из *A. membranaceus*. Это средство используется для омоложения клеток организма благодаря активации теломеразы. Таким же действием обладает препарат «Циклоастренол». Помимо этого, его применяют при воспалительных и сердечно-сосудистых заболеваниях. На основе растительного сырья из *A. membranaceus* выпускают препарат «PG-2», который обладает противоопухолевым действием [51, с. 20].

Несмотря на то что в научных работах встречается информация об эффективности экстрактов из астрагалов, пока медицинских препаратов на их основе производится немного. Это связано с тем, что большая часть видов данного рода изучена недостаточно. Но уже имеющиеся данные показывают, что экстракты из разных видов астрагалов отличаются друг от друга по компонентному составу и эффективности. Это связано с генетическими различиями и влиянием окружающей среды на экспрессию генов. Несмотря на огромное количество видов данного рода, многие представители астрагалов являются исчезающими видами.

A. gorodkovii – узколокальный эндемик Полярного и Приполярного Урала. Его находят в окрестностях реки Харута и в верховьях реки Кожим. В исследовании 2021 г. были секвенированы последовательности участков внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS) ядерной ДНК, было показано место данного вида на филогенетическом древе. Было установлено, что *A. gorodkovii* встал в одну субкладу с *A. norvegicus* и *A. australis* var. *glabriusculus*, отделившись от остальных видов этого рода. При этом астрагал Городкова заметно выделяется в этой субкладе [52, с. 30].

Методология и методы исследования (Methods)

Близкие виды *A. gorodkovii* и *A. gorczakovskii* являются редкими представителями уральской флоры, а *A. gorodkovii* – эндемик Урала [53, с. 16]. Эти виды характеризуются разным уровнем пloidности: *A. gorodkovii* – диплоид с $2n = 16$, а *A. gorczakovskii* – тетраплоид с $2n = 32$ [54]. Число известных популяций на Урале невелико. При введении в культуру *A. gorodkovii* выявлен ряд трудностей при выращивании коллекционных растений. Они обусловлены медленной скоростью роста сеянцев, выращиваемых традиционным способом (посев семян в разводочные ящики), а также большим отпадом молодых растений в течение первого вегетационного сезона и последующей за ним зимовки. Все это не позволяет вырастить посадочный материал в достаточном объеме. В результате из 100 семян было получено лишь 6 весьма некрupных годовалых растений. Ограниченность имеющегося количества семян требует значительно более эффективных методов получения посадочного материала, что и явилось причиной применения методов размножения в культуре *in vitro* отобранных видов.

В работу включили следующие популяции: *A. gorodkovii* – Республика Коми, окрестности ст. Хорота, сбор 2004 г.; *A. gorczakovskii* – Свердловская обл., пос. Елкино; Пермский край, д. Верх-Ирень, где сбор зрелых семян был проведен в летний период 2019 г. Зрелые семена предварительно простерилизовали не более 2 мин. в этаноле, далее выдержали 15 мин. в водном растворе белизны (1:1) с трехкратной отмывкой в стерильной воде в течение 10 мин. Семена предварительно подвергли скарификации перед посадкой с помощью накалывания оболочки препаровальной иглой. Далее проращивали на безгормональной среде Мурасига и Скуга [55]. Проростки в стадии развитых семядолей пересаживались на четыре варианта среды с использованием двух фитогормонов: бензил-амино-пурина (БАП) и альфа-нафтилуксусной кислоты (НУК): 1 вариант – без гормонов; 2 вариант – 1 мг/л БАП и 0,1 мг/л НУК; 3 вариант – 0,1 мг/л БАП и 1 мг/л НУК; 4 вариант – 1 мг/л БАП и 1 мг/л НУК. Культивация эксплантов проходила в условиях 16/8 светового режима и комнатной температуре

в течение двух месяцев. При следующей пересадке выбирали отдельные побеги и рассаживали уже на 9 вариантов среды: 1-й вариант – без гормонов; 2-й вариант – 0,5 мг/л; 3-й вариант – 1 мг/л БАП; 4-й вариант – 0,5 мг/л НУК; 5-й вариант – 0,5 мг/л БАП и 0,5 мг/л НУК; 6-й вариант – 1 мг/л БАП и 0,5 мг/л НУК; 7-й вариант – 1 мг/л НУК; 8-й вариант – 0,5 мг/л БАП и 1 мг/л НУК; 9-й вариант – 1 мг/л БАП и 1 мг/л НУК.

Результаты (Results)

Семена начали активно прорастать на 4-й день, максимальное число проросших семян фиксировалась нами к пятым суткам. Всхожесть семян составила 77 % у *A. gorodkovii* и 83 % у *A. gorczakovskii*. Часть семян у *A. gorodkovii* так и не образовала полноценных проростков, останавливаясь на стадии выхода семядолей. Только 55 % из общего числа проросших семян формировали проростки с первым настоящим листом, продолжали активно расти и развиваться. При проращивании на фильтровальной бумаге в нестерильных условиях всхожесть семян *A. gorodkovii* составляла 39 %. Таким образом, проращивание семян в стерильных условиях явно повышало всхожесть, особенно для семян с очень длительным сроком хранения, как у *A. gorodkovii*, чьи семена хранятся до 15 лет.

Уже через несколько дней на безгормональной среде отмечен эффект сильного разрастания семядолей, соприкасающихся с агаром, и гипокотилия у части проростков. На поврежденных в результате стратифицирования семядолях началось образование каллусных клеток. После пересадки присутствие в среде гормонов увеличило каллусообразование, что привело к сильному разрастанию гипокотилия. У проростков в данном варианте также отмечали разрастание тканей гипокотилия с образованием небольшой каллусной массы на поверхности. При отделении части семядоли и куса гипокотилия при пересадке и помещении их на среду также происходило их активное разрастание. Впоследствии формировались адвентивные почки и побеги. Во время первой пересадки на четыре варианта среды были помещены и части гипокотилия, и половинки семядолей. На свежей среде наблюдали процессы активного роста данных эксплантов в вариантах сред 2, 3, 4. В последующем на эксплантах происходила закладка почек, из которых шло развитие побегов. Наибольшее количество адвентивных побегов на отделенных частях семядоли и гипокотилия образовывалось в вариантах 4 и 2.

После пересадки проростков рост апикальной почки не останавливался, далее шло развитие первичного побега, в основании которого просыпались боковые почки. Таким образом, побег довольно быстро начинал ветвиться, и уже через два месяца большинство проростков имели по несколько побегов. На количество развивающихся побегов оказы-

вают влияние ряд факторов: гормональный состав среды, индивидуальная изменчивость, а также принадлежность к различным географическим популяциям. К концу второго месяца формировались адвентивные побеги из увеличившегося гипокотила, а также частей семядолей. Развитие корневой системы шло со значительным отставанием и в основном только на безгормональной среде. Дополнительно фиксировали ненормальное утолщение корневой системы в третьем варианте.

Наибольшее количество побегов у проростков – до 10 штук – развивалось во втором и четвертом вариантах. При этом в варианте 4 регулярно происходило ненормальное утолщение части побегов и приобреталась прозрачность – верификация побегов. Такие растения в дальнейшем не формировали нормотипичных листьев и совсем не развивали корневую систему. В первом варианте среды количество образовавшихся побегов было минимально (2–3 шт.). Наблюдался довольно большой разброс в способности к образованию дополнительных побегов у разных проростков (индивидуальная изменчивость), а также в целом для различных популяций. Наблюдали различия в росте и образовании побегов в зависимости от вида и географической приуроченности популяций. Наибольшее количество побегов у проростков образовывалось у *A. gorodkovii* (в среднем до 10 шт.), чуть меньше – у *A. gorczakovskii* из популяции близ д. Верх-Ирень (в среднем до 8 шт.), а наименьшее – из популяции около пос. Елкино (в среднем 5–6 побегов).

Корневая система у проростков на всех вариантах развивалась со значительным запозданием. Наиболее интенсивный рост корневой системы наблюдали у проростков на безгормональной среде. Во втором и четвертом вариантах корневая система практически не развивалась, а в третьем наблюдали значительное ее утолщение.

При второй пересадке на 9 вариантов среды отбирались проростки, показавшие лучший рост для каждой популяции. При этом отделялись одиночные побеги и рассаживались на свежую среду в новые пробирки. В дальнейшем продолжалось ветвление и разрастание побегов. Сильного утолщения листьев или оси побегов, как и формирование адвентивных почек нами не отмечено.

Анализ роста побегов показал, что наличие лишь НУК (варианты 4 и 7) не оказывало заметного стимулирующего эффекта на рост и ветвление побегов. Наличие одного БАП в концентрации 0,5 и 1 мг/л (варианты 2 и 3) оказывало хороший стимулирующий эффект, выражавшийся в активном росте и ветвлении побегов, особенно у *A. gorodkovii*.

Для *A. gorczakovskii* вариант 3 показал лучшие результаты, чем вариант 2. При одинаковом количестве БАП и НУК (варианты 5 и 9) более активный рост и ветвление наблюдались в варианте 9. Варианты 6 и 8 показали также довольно активный рост и ветвление побегов обоих видов. В этих же вариантах часть побегов верифицировалась, особенно в девятом. Таким образом, оптимальным вариантом для последующего микроклонального размножения этих видов являются среды 2, 3, 6, содержащие 0,5–1 мг/л БАП и меньшее количество НУК. Оптимальным для деления и пересадки побегов является срок в 1,5–2 месяца. Более длительное культивирование (3–4 месяца) приводит к торможению роста, отмиранию нижних листьев, а в дальнейшем и к полному отмиранию растений, что, вероятнее всего, объясняется обеднением питательной среды. Активно процесс отмирания происходит на вариантах, обеспечивающих наиболее активный рост. Заложение корней на побегах в данных вариантах не происходило. Возможно, для стимуляции корнеобразования требуется более бедная среда или другой состав фитогормонов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Морфогенетический повышенный потенциал характерен лишь для зародышевых тканей проростка – семядолей и гипокотила *A. gorodkovii*, *A. gorczakovskii*. Данный потенциал выражается в разрастании и последующем заложении адвентивных побегов, а также почек. Листовые пластинки настоящих листьев сеянцев уже не обладали такой способностью. Основным способом микроклонального размножения является отделение побегов при пересадке регенерантов. Благодаря дальнейшему ветвлению данная операция может повторяться. Наилучшими вариантами для размножения *A. gorodkovii* и *A. gorczakovskii* оказались варианты, содержащие 0,5–1 мг/л БАП и меньшее количество НУК. В этих вариантах дихотомия побегов происходит весьма активно при отсутствии их верификации. В морфогенетической активности проростков можно выделить межпопуляционные и индивидуальные различия. Наиболее активно происходил рост у *A. gorodkovii*. Оптимальным для деления и пересадки является срок в 1,5–2 месяца. Более длительное культивирование приводит к отмиранию растений. Для выявления условий образования корней у регенерантов требуется дальнейший подбор среды и, возможно, условий культивирования.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа реализована в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

Библиографический список

1. Черевченко Т. М., Лаврентьева А. Н., Иванников Р. В. Биотехнология тропических и субтропических растений in vitro. Киев: Наукова думка, 2008. 362 с.

2. Yildirim A., Uyar E., Turker A. In vitro culture of endemic *Astragalus gymmolobus* Fischer and comparison of its antibacterial, antioxidant, and phenolic profiles with field grown plants [e-resource] // Journal of Agricultural Science and Technology. 2020. Vol. 22. No. 3. Pp. 815–828. URL: <http://jast.modares.ac.ir/article-23-29681-en.html> (дата обращения: 12.07.2022).
3. Закирова Р. П., Агзамова М. А., Исаев И. М. О. Фитохимическое исследование *Astragalus babatagi* и введение растения в культуру in vitro // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2018. № 2 (64). С. 26–34.
4. Shkondrov A. et al. Flavonoids in in vitro cultures of *Astragalus hamosus* // Pharmacia. 2021. Vol. 68. Pp. 927–931. DOI: 10.3897/pharmacia.68.e76460.
5. Popova P. et al. Induction of flavonoid biosynthesis by in vitro cultivation of *Astragalus glycyphyllos* L. // Pharmacia. 2020. Vol. 67. Pp. 95–99. DOI: 10.3897/pharmacia.67.e50390.
6. Shkondrov A. et al. Production of saponins from in vitro cultures of *Astragalus glycyphyllos* and their anti-neoplastic activity // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2019. Vol. 33. No. 1. Pp. 1413–1418. DOI: 10.1080/13102818.2019.1671222.
7. Karakas F. P., Turker A. U. The development of clonal propagation and determination of phenolic profiles of in vitro-raised and field-raised leaves of *Astragalus brachypterus* Fischer (milkvetch) by LC-ESI-MS/MS analysis // In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant. 2021. Vol. 57. No. 6. Pp. 987–997. DOI: 10.1007/s11627-021-10176-2.
8. Zhang H. et al. Isoflavonoids from *Astragalus membranaceus* Hairy Roots // Chemistry of Natural Compounds. 2022. No. 58. Pp. 541–544. DOI: 10.1007/s10600-022-03729-3.
9. Ван С. и др. Культивирование растений *Astragalus alopecurus* Pall. in vitro: выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 06.03.01 – Биология. Томск, 2021. 54 с.
10. Dziurka K., Skrzypek E., Dubert F. Breaking seed dormancy of *Astragalus penduliflorus* Lam // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2019. Vol. 88. No. 1. Pp. 1–5. DOI: 10.5586/asbp.3617.
11. Амброс Е. В., Коцупий О. В., Новикова Т. И., Высочина Г. И. Клональное микроразмножение редкого вида *Astragalus sericeosanus* Gontsch. и содержание фенольных соединений в условиях in vitro // Turczaninowia. 2018. Т. 21. № 4. С. 87–99. DOI: 10.14258/turczaninowia.21.4.10.
12. Умралина А. Р., Ким Д. Введение в культуру in vitro эндемика *Astragalus duanensis* Saposhn. Ex Summ. (астрала дуанского) // Известия ВУЗов Кыргызстана. 2013. № 5. С. 66–70.
13. Park Y. J., Kim J. K., Park S. U. Yeast extract improved biosynthesis of astragalosides in hairy root cultures of *Astragalus membranaceus* // Preparative Biochemistry & Biotechnology. 2021. Vol. 51. No. 5. Pp. 467–474. DOI: 10.1080/10826068.2020.1830415.
14. Wang J. et al. Extraction, structure, and pharmacological activities of *Astragalus polysaccharides* // Applied Sciences. 2018. Vol. 9. No. 1 (122). Pp. 1–15. DOI: 10.3390/app9010122.
15. Abd El-Ghani M. M. et al. Biosystematic study on some Egyptian species of *Astragalus* L. (fabaceae) // Agriculture. 2021. Vol. 11. No. 2 (125). Pp. 1–16. DOI: 10.3390/agriculture11020125.
16. Bagheri A. et al. Pollen morphology of *Astragalus* section *Hymenostegis* (Fabaceae) and evaluation of its systematic implications // Grana. 2019. Vol. 58. No. 5. Pp. 328–336. DOI: 10.1080/00173134.2019.1621931.
17. Atasagun B. et al. Morphological, anatomical, palynological, karyological and ecological remarks of *Astragalus argaeus* (Fabaceae) endemic to Turkey // Phytotaxa. 2018. Vol. 379. No. 1. Pp. 118–130. DOI: 10.11646/phytotaxa.379.1.10.
18. Uzun A., Aytac Z., TÜLÜCÜ F. *Astragalus nurhakdagensis* (sect. *Hololeuce* Bunge/Fabaceae), a new species from Turkey // Turkish Journal of Botany. 2021. Vol. 45. No. 6. Pp. 573–586. DOI: 10.3906/bot-2102-14.
19. Jones M. R., Winkler D. E., Massatti R. The demographic and ecological factors shaping diversification among rare *Astragalus* species // Diversity and Distributions. 2021. Vol. 27. No. 8. Pp. 1407–1421. DOI: 10.1111/ddi.13288.
20. Li Y. et al. The composition of root-associated bacteria and fungi of *Astragalus mongholicus* and their relationship with the bioactive ingredients // Frontiers in microbiology. 2021. Vol. 12. Pp. 1–15. DOI: 10.3389/fmicb.2021.642730.
21. Babich O. et al. Identification and quantification of phenolic compounds of Western Siberia *Astragalus danicus* in different regions // Heliyon. 2019. Vol. 5. No. 8. Article number e02245. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02245.
22. Li Y. et al. Comparative analysis of twenty-five compounds in different parts of *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* and *Astragalus membranaceus* by UPLC-MS/MS // Journal of Pharmaceutical Analysis. 2019. Vol. 9. No. 6. Pp. 392–399. DOI: 10.1016/j.jpha.2019.06.002.
23. Shang H. et al. Influences of extraction methods on physicochemical characteristics and activities of *Astragalus cicer* L. polysaccharides // Process Biochemistry. 2018. Vol. 73. Pp. 220–227. DOI: 10.1016/j.procbio.2018.07.016.

24. Shemetova T. et al. Seed morphology of the genus *Astragalus* L. from North Asia // *Turkish Journal of Botany*. 2018. Vol. 42. No. 6. Pp. 710–721. DOI: 10.3906/bot-1802-25.
25. Sharifi-Rad M. et al. Green synthesis of silver nanoparticles using *Astragalus tribuloides delile*. root extract: Characterization, antioxidant, antibacterial, and anti-inflammatory activities // *Nanomaterials*. 2020. Vol. 10. No. 12. Article number 2383. DOI: 10.3390/nano10122383.
26. Atasagun B. et al. Reproductive Biology of *Astragalus argaeus* (Fabaceae), a critically endangered endemic species // *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2021. Vol. 93. Article number e20201613. DOI: 10.1590/0001-3765202120201613.
27. Graziani V. et al. Chemical diversity and biological activities of the saponins isolated from *Astragalus* genus: focus on Astragaloside IV // *Phytochemistry Reviews*. 2019. Vol. 18. No. 4. Pp. 1133–1166. DOI: 10.1007/s11101-019-09626-y.
28. Noreen H. et al. Biochemical Analysis and Mineral Elements Composition of Methanolic Extract of *Astragalus Gummifer* // *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 2019. Vol. 20. No. 1. Pp. 14736–14741. DOI: 10.26717/BJSTR.2019.20.003387.
29. Durazzo A. et al. *Astragalus* (*Astragalus membranaceus* Bunge): botanical, geographical, and historical aspects to pharmaceutical components and beneficial role // *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*. 2021. Vol. 32. No. 3. Pp. 625–642. DOI: 10.1007/s12210-021-01003-2.
30. Lin S. et al. Meta-analysis of astragalus-containing traditional Chinese medicine combined with chemotherapy for colorectal cancer: efficacy and safety to tumor response // *Frontiers in oncology*. 2019. Vol. 9 (749). DOI: 10.3389/fonc.2019.00749.
31. Zheng Y. et al. A review of the pharmacological action of *Astragalus polysaccharide* // *Frontiers in Pharmacology*. 2020. Vol. 11. Article number 349. DOI: 10.3389/fphar.2020.00349.
32. Kondeva-Burdina M. et al. In vitro/in vivo antioxidant and hepatoprotective potential of defatted extract and flavonoids isolated from *Astragalus spruneri* Boiss. (Fabaceae) // *Food and Chemical Toxicology*. 2018. Vol. 111. Pp. 631–640. DOI: 10.1016/j.fct.2017.12.020.
33. Chen Y. et al. Water extract of ginseng and astragalus regulates macrophage polarization and synergistically enhances DDP's anticancer effect // *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. Vol. 232. Pp. 11–20. DOI: 10.1016/j.jep.2018.12.003.
34. Zhou R. et al. Extract from *Astragalus membranaceus* inhibit breast cancer cells proliferation via PI3K/AKT/mTOR signaling pathway // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2018. Vol. 18. No. 1. Article number 83. DOI: 10.1186/s12906-018-2148-2.
35. Li Z. X. et al. Immunomodulatory effects of a new whole ingredients extract from *Astragalus*: a combined evaluation on chemistry and pharmacology // *Chinese medicine*. 2019. Vol. 14. Article number 12. DOI: 10.1186/s13020-019-0234-0.
36. Amiri M. S. et al. Ethnobotanical knowledge of *Astragalus* spp.: The world's largest genus of vascular plants // *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2020. Vol. 10. No. 2. Pp. 128–142.
37. Bratkov V. M. et al. Flavonoids from the genus *Astragalus*: phytochemistry and biological activity // *Pharmacognosy Reviews*. 2016. Vol. 10. No. 19. Pp. 11–32. DOI: 10.4103/0973-7847.176550.
38. Karagöz A. et al. Cytotoxic activity of crude extracts from *Astragalus chrysochlorus* (Leguminosae) // *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2007. Vol. 21. No. 2. Pp. 220–222. DOI: 10.1080/13102818.2007.10817449.
39. Chu D. T. et al. Fractionated extract of *Astragalus membranaceus*, a Chinese medicinal herb, potentiates LAK cell cytotoxicity generated by a low dose of recombinant interleukin-2 // *Journal of clinical & laboratory immunology*. 1988. Vol. 26. No. 4. Pp. 183–187.
40. Salem M. A. et al. Spectrometric analysis, chemical constituents and cytotoxic evaluation of *Astragalus sieberi* DC (Fabaceae) // *Scientific African*. 2020. Vol. 7. Article number e00221. DOI: 10.1016/j.sciaf.2019.e00221.
41. Egamberdieva D. et al. Medicinal plants from Chatkal Biosphere Reserve used for folk medicine in Uzbekistan // *Medicinal and aromatic plant science and biotechnology*. 2013. Vol. 7. No. 1. Pp. 56–64.
42. Camazine S., Bye R. A. A study of the medical ethnobotany of the Zuni Indians of New Mexico // *Journal of Ethnopharmacology*. 1980. Vol. 2. No. 4. Pp. 365–388. DOI: 10.1016/S0378-8741(80)81017-8.
43. Yimam M. et al. Hepatoprotective activity of an herbal composition, MAP, a standardized blend comprising *Myristica fragrans*, *Astragalus membranaceus*, and *Poria cocos* // *Journal of medicinal food*. 2016. Vol. 19. No. 10. Pp. 952–960. DOI: 10.1089/jmf.2016.0048.
44. Allam R. M. et al. Hepatoprotective effects of *Astragalus kahiricus* root extract against ethanol-induced liver apoptosis in rats // *Chinese journal of natural medicines*. 2013. Vol. 11. No. 4. Pp. 354–361. DOI: 10.1016/S1875-5364(13)60052-7.
45. Balachandar S. et al. Antimicrobial activity of *Astragalus membranaceus* against diarrheal bacterial pathogens // *International Journal of Pharmacy*. 2012. Vol. 2. No. 2. Pp. 416–418.

46. Albayrak S., Kaya O. Antioxidant and antimicrobial activities of four *Astragalus* species growing wild in Turkey // Turkish Journal of Biochemistry. 2018. Vol. 43. No. 4. Pp. 425–434. DOI: 10.1515/tjb-2017-0241.
47. Wang D. et al. Study of the effects of total flavonoids of *Astragalus* on atherosclerosis formation and potential mechanisms // Oxidative medicine and cellular longevity. 2012. Vol. 2012. Article number 282383. DOI: 10.1155/2012/282383.
48. Agyemang K. et al. Recent advances in *Astragalus membranaceus* anti-diabetic research: pharmacological effects of its phytochemical constituents // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2013. Vol. 2013. Article number 654643. DOI: 10.1155/2013/654643.
49. Abd Elkader H. T. A. E., Essawy A. E., Al-Shami A. S. *Astragalus* species: Phytochemistry, biological actions and molecular mechanisms underlying their potential neuroprotective effects on neurological diseases // Phytochemistry. 2022. Vol. 202. Article number 113293. DOI: 10.1016/j.phytochem.2022.113293.
50. Wang Y. et al. *Astragalus* saponins improves stroke by promoting the proliferation of neural stem cells through phosphorylation of Akt // Journal of Ethnopharmacology. 2021. Vol. 277. Article number 114224. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114224.
51. Березуцкий М. А. [и др.] Фармакологические свойства препаратов, созданных на основе экстракта астрагала (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. 2020. Т. 54. № 4. С. 20–25. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-4-20-25.
52. Чикурова А. Д., Валуйских О. Е., Шадрин Д. М. Последовательность ITS в молекулярной идентификации редкого вида Уральской флоры *Astragalus gorodkovii* Jurtz // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы докладов XXVIII Всероссийской молодежной научной конференции (с элементами научной школы). Сыктывкар, 2021. С. 27–31.
53. Тетерюк Л. В. [и др.] Редкие и охраняемые растения Национального парка «Югыд ва» (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. Т. 5. № 4. С. 16–29. DOI: 10.24189/ncr.2020.051.
54. Филиппов Е. Г., Куликов П. В., Князев М. С. Числа хромосом видов *Astragalus* и *Hedysarum* (Fabaceae) флоры России // Ботанический журнал. 2008. Т. 93. № 10. С. 1614–1619.
55. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. Москва: ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.

Об авторе:

Евгений Геннадьевич Филиппов¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экспериментальной экологии и акклиматизации растений, ORCID 0000-0001-5447-674X, AuthorID 91366; filorch@mail.ru

¹ Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

In vitro clonal micropropagation of *Astragalus gorodkovii* Jurtz., *Astragalus gorczakovsky* L. Vassil.

E. G. Filippov¹✉

¹ Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉ Email: filorch@mail.ru

Abstract. Microclonal propagation of rare plant species solves the problem of biodiversity conservation, because received explants can be introduced into natural conditions to maintain the stability of plant communities. **The purpose** of the research was to obtain in vitro cultures of rare species of plants from *Fabaceae* family: *Astragalus gorodkovii* and *Astragalus gorczakovskyi*. **Materials and methods:** seeds of *Astragalus gorodkovii* were selected from the population of Komi Republic in 2004. Seeds of *Astragalus gorczakovskyi* were collected in 2019 in Perm region and Sverdlovsk region. After sterilization and scarification, the seeds were placed on a hormone-free Murashige-Skoog medium. The resulting seedlings were placed on the medium in 4 variants of the concentration of phytohormones BAP and NAA, germinated at room temperature and 16-hour light day. Then the resulting explants were transplanted onto the medium in 9 variants of the concentrations of hormones. **The results.** 1.5–2 months can be considered as the optimal period for division and transplantation. Variants of the medium containing 0.5–1 mg/l of BAP and a smaller amount of NAA turned out to be the best for the reproduction of *A. gorodkovii* and *A. gorczakovskyi*, because active branching of seedlings was observed without verification. *A. gorodkovii* showed the most active growth. **The originality** of this research is in the selection of the optimal medium composition for the

germination of seeds of rare species *A. gorodkovii* and *A. gorczakovskii*. This biotechnological method is a tool for preserving the genetic diversity of plant communities of the Ural flora.

Keywords: *Astragalus gorodkovii* Jurtz., *Astragalus gorczakovskii* L. Vassil., *Fabaceae*, clonal micropropagation, Murashige and Skoog medium, 6-benzylaminopurine (BAP), alpha-naphthylacetic acid (NAA), introduction to culture, rare species, endemic.

For citation: Filippov E. G. Klonal'noe mikrorazmnozhenie *Astragalus gorodkovii* Jurtz., *Astragalus gorczakovskii* L. Vassil. s ispol'zovaniem metodov in vitro [In vitro clonal micropropagation of *Astragalus gorodkovii* Jurtz., *Astragalus gorczakovskii* L. Vassil.] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 66–76. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-66-76. (In Russian.)

Date of paper submission: 05.08.2022, **date of review:** 21.09.2022, **date of acceptance:** 14.10.2022.

References

- Cherevchenko T. M., Lavrent'eva A. N., Ivannikov R. V. Biotekhnologiya tropicheskikh i subtropicheskikh rasteniy in vitro [In vitro biotechnology of tropical and subtropical plants]. Kiev: Naukova dumka, 2008. 362 p. (In Russian.)
- Yildirim A., Uyar E., Turker A. In vitro culture of endemic *Astragalus gymmolobus* Fischer and comparison of its antibacterial, antioxidant, and phenolic profiles with field grown plants [e-resource] // Journal of Agricultural Science and Technology. 2020. Vol. 22. No. 3. Pp. 815–828. URL: <http://jast.modares.ac.ir/article-23-29681-en.html> (date of reference: 12.07.2022). (In Russian.)
- Zakirova R. P., Agzamova M. A., Isaev I. M. O. Fitokhimicheskoe issledovanie *Astragalus babatagi* i vvedenie rasteniya v kul'turu in vitro [Phytochemical study of *Astragalus babatagi* and introduction of the plant into culture in vitro] // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M. K. Ammosova. 2018. No. 2 (64). Pp. 26–34. (In Russian.)
- Shkondrov A. et al. Flavonoids in in vitro cultures of *Astragalus hamosus* // Pharmacia. 2021. Vol. 68. Pp. 927–931. DOI: 10.3897/pharmacia.68.e76460.
- Popova P. et al. Induction of flavonoid biosynthesis by in vitro cultivation of *Astragalus glycyphyllos* L. // Pharmacia. 2020. Vol. 67. Pp. 95–99. DOI: 10.3897/pharmacia.67.e50390.
- Shkondrov A. et al. Production of saponins from in vitro cultures of *Astragalus glycyphyllos* and their anti-neoplastic activity // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2019. Vol. 33. No. 1. Pp. 1413–1418. DOI: 10.1080/13102818.2019.1671222.
- Karakas F. P., Turker A. U. The development of clonal propagation and determination of phenolic profiles of in vitro-raised and field-raised leaves of *Astragalus brachypterus* Fischer (milkvetch) by LC-ESI-MS/MS analysis // In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant. 2021. Vol. 57. No. 6. Pp. 987–997. DOI: 10.1007/s11627-021-10176-2.
- Zhang H. et al. Isoflavonoids from *Astragalus membranaceus* Hairy Roots // Chemistry of Natural Compounds. 2022. No. 58. Pp. 541–544. DOI: 10.1007/s10600-022-03729-3.
- Van S. et al. Kul'tivirovanie rasteniy *Astragalus alopecurus* Pall. in vitro: vypusknaya bakalavrskaya rabota po napravleniyu podgotovki: 06.03.01 – Biologiya [Cultivation of plants of *Astragalus alopecurus* Pall. in vitro: final bachelor's work in the field of training: 06.03.01 – Biology]. Tomsk, 2021. 54 p. (In Russian.)
- Dziurka K., Skrzypek E., Dubert F. Breaking seed dormancy of *Astragalus penduliflorus* Lam // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2019. Vol. 88. No. 1. Pp. 1–5. DOI: 10.5586/asbp.3617.
- Ambros E. V., Kotsupiy O. V., Novikova T. I., Vysochina G. I. Klonal'noe mikrorazmnozhenie redkogo vida *Astragalus sericeocanus* Gontsch. i sodержanie fenol'nykh soedineniy v usloviyakh in vitro [Clonal micropropagation of the rare species *Astragalus sericeocanus* Gontsch. and the content of phenolic compounds under in vitro conditions] // Turczaninowia. 2018. Vol. 21. No. 4. Pp. 87–99. DOI: 10.14258/turczaninowia.21.4.10. (In Russian.)
- Umralina A. R., Kim D. Vvedenie v kul'turu in vitro endemika *Astragalus duanensis* Saposhn. Ex Sumn. (astragala duanskogo) [Introduction to in vitro culture of the endemic *Astragalus duanensis* Saposhn. Ex Human. (astragalus of duansky)] // Izvestiya VUZov Kyrgyzstana. 2013. No. 5. Pp. 66–70. (In Russian.)
- Park Y. J., Kim J. K., Park S. U. Yeast extract improved biosynthesis of astragalosides in hairy root cultures of *Astragalus membranaceus* // Preparative Biochemistry & Biotechnology. 2021. Vol. 51. No. 5. Pp. 467–474. DOI: 10.1080/10826068.2020.1830415.
- Wang J. et al. Extraction, structure, and pharmacological activities of *Astragalus* polysaccharides // Applied Sciences. 2018. Vol. 9. No. 1 (122). Pp. 1–15. DOI: 10.3390/app9010122.
- Abd El-Ghani M. M. et al. Biosystematic study on some Egyptian species of *Astragalus* L. (fabaceae) // Agriculture. 2021. Vol. 11. No. 2 (125). Pp. 1–16. DOI: 10.3390/agriculture11020125.

16. Bagheri A. et al. Pollen morphology of *Astragalus* section *Hymenostegis* (Fabaceae) and evaluation of its systematic implications // *Grana*. 2019. Vol. 58. No. 5. Pp. 328–336. DOI: 10.1080/00173134.2019.1621931.
17. Atasagun B. et al. Morphological, anatomical, palynological, karyological and ecological remarks of *Astragalus argaeus* (Fabaceae) endemic to Turkey // *Phytotaxa*. 2018. Vol. 379. No. 1. Pp. 118–130. DOI: 10.11646/phytotaxa.379.1.10.
18. Uzun A., Aytac Z., TÜLÜCÜ F. *Astragalus nurhakdagensis* (sect. *Hololeuce* Bunge/Fabaceae), a new species from Turkey // *Turkish Journal of Botany*. 2021. Vol. 45. No. 6. Pp. 573–586. DOI: 10.3906/bot-2102-14.
19. Jones M. R., Winkler D. E., Massatti R. The demographic and ecological factors shaping diversification among rare *Astragalus* species // *Diversity and Distributions*. 2021. Vol. 27. No. 8. Pp. 1407–1421. DOI: 10.1111/ddi.13288.
20. Li Y. et al. The composition of root-associated bacteria and fungi of *Astragalus mongholicus* and their relationship with the bioactive ingredients // *Frontiers in microbiology*. 2021. Vol. 12. Pp. 1–15. DOI: 10.3389/fmicb.2021.642730.
21. Babich O. et al. Identification and quantification of phenolic compounds of Western Siberia *Astragalus danicus* in different regions // *Heliyon*. 2019. Vol. 5. No. 8. Article number e02245. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02245.
22. Li Y. et al. Comparative analysis of twenty-five compounds in different parts of *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* and *Astragalus membranaceus* by UPLC-MS/MS // *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 2019. Vol. 9. No. 6. Pp. 392–399. DOI: 10.1016/j.jpha.2019.06.002.
23. Shang H. et al. Influences of extraction methods on physicochemical characteristics and activities of *Astragalus cicer* L. polysaccharides // *Process Biochemistry*. 2018. Vol. 73. Pp. 220–227. DOI: 10.1016/j.procbio.2018.07.016.
24. Shemetova T. et al. Seed morphology of the genus *Astragalus* L. from North Asia // *Turkish Journal of Botany*. 2018. Vol. 42. No. 6. Pp. 710–721. DOI: 10.3906/bot-1802-25.
25. Sharifi-Rad M. et al. Green synthesis of silver nanoparticles using *Astragalus tribuloides delile*. root extract: Characterization, antioxidant, antibacterial, and anti-inflammatory activities // *Nanomaterials*. 2020. Vol. 10. No. 12. Article number 2383. DOI: 10.3390/nano10122383.
26. Atasagun B. et al. Reproductive Biology of *Astragalus argaeus* (Fabaceae), a critically endangered endemic species // *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2021. Vol. 93. Article number e20201613. DOI: 10.1590/0001-3765202120201613.
27. Graziani V. et al. Chemical diversity and biological activities of the saponins isolated from *Astragalus* genus: focus on Astragaloside IV // *Phytochemistry Reviews*. 2019. Vol. 18. No. 4. Pp. 1133–1166. DOI: 10.1007/s11101-019-09626-y.
28. Noreen H. et al. Biochemical Analysis and Mineral Elements Composition of Methanolic Extract of *Astragalus Gummifer* // *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 2019. Vol. 20. No. 1. Pp. 14736–14741. DOI: 10.26717/BJSTR.2019.20.003387.
29. Durazzo A. et al. *Astragalus* (*Astragalus membranaceus* Bunge): botanical, geographical, and historical aspects to pharmaceutical components and beneficial role // *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*. 2021. Vol. 32. No. 3. Pp. 625–642. DOI: 10.1007/s12210-021-01003-2.
30. Lin S. et al. Meta-analysis of astragalus-containing traditional Chinese medicine combined with chemotherapy for colorectal cancer: efficacy and safety to tumor response // *Frontiers in oncology*. 2019. Vol. 9 (749). DOI: 10.3389/fonc.2019.00749.
31. Zheng Y. et al. A review of the pharmacological action of *Astragalus* polysaccharide // *Frontiers in Pharmacology*. 2020. Vol. 11. Article number 349. DOI: 10.3389/fphar.2020.00349.
32. Kondeva-Burdina M. et al. In vitro/in vivo antioxidant and hepatoprotective potential of defatted extract and flavonoids isolated from *Astragalus spruneri* Boiss. (Fabaceae) // *Food and Chemical Toxicology*. 2018. Vol. 111. Pp. 631–640. DOI: 10.1016/j.fct.2017.12.020.
33. Chen Y. et al. Water extract of ginseng and astragalus regulates macrophage polarization and synergistically enhances DDP's anticancer effect // *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. Vol. 232. Pp. 11–20. DOI: 10.1016/j.jep.2018.12.003.
34. Zhou R. et al. Extract from *Astragalus membranaceus* inhibit breast cancer cells proliferation via PI3K/AKT/mTOR signaling pathway // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2018. Vol. 18. No. 1. Article number 83. DOI: 10.1186/s12906-018-2148-2.
35. Li Z. X. et al. Immunomodulatory effects of a new whole ingredients extract from *Astragalus*: a combined evaluation on chemistry and pharmacology // *Chinese medicine*. 2019. Vol. 14. Article number 12. DOI: 10.1186/s13020-019-0234-0.
36. Amiri M. S. et al. Ethnobotanical knowledge of *Astragalus* spp.: The world's largest genus of vascular plants // *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2020. Vol. 10. No. 2. Pp. 128–142.
37. Bratkov V. M. et al. Flavonoids from the genus *Astragalus*: phytochemistry and biological activity // *Pharmacognosy Reviews*. 2016. Vol. 10. No. 19. Pp. 11–32. DOI: 10.4103/0973-7847.176550.

38. Karagöz A. et al. Cytotoxic activity of crude extracts from *Astragalus chrysochlorus* (Leguminosae) // *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2007. Vol. 21. No. 2. Pp. 220–222. DOI: 10.1080/13102818.2007.10817449.
39. Chu D. T. et al. Fractionated extract of *Astragalus membranaceus*, a Chinese medicinal herb, potentiates LAK cell cytotoxicity generated by a low dose of recombinant interleukin-2 // *Journal of clinical & laboratory immunology*. 1988. Vol. 26. No. 4. Pp. 183–187.
40. Salem M. A. et al. Spectrometric analysis, chemical constituents and cytotoxic evaluation of *Astragalus sieberi* DC (Fabaceae) // *Scientific African*. 2020. Vol. 7. Article number e00221. DOI: 10.1016/j.sciaf.2019.e00221.
41. Egamberdieva D. et al. Medicinal plants from Chatkal Biosphere Reserve used for folk medicine in Uzbekistan // *Medicinal and aromatic plant science and biotechnology*. 2013. Vol. 7. No. 1. Pp. 56–64.
42. Camazine S., Bye R. A. A study of the medical ethnobotany of the Zuni Indians of New Mexico // *Journal of Ethnopharmacology*. 1980. Vol. 2. No. 4. Pp. 365–388. DOI: 10.1016/S0378-8741(80)81017-8.
43. Yimam M. et al. Hepatoprotective activity of an herbal composition, MAP, a standardized blend comprising *Myristica fragrans*, *Astragalus membranaceus*, and *Poria cocos* // *Journal of medicinal food*. 2016. Vol. 19. No. 10. Pp. 952–960. DOI: 10.1089/jmf.2016.0048.
44. Allam R. M. et al. Hepatoprotective effects of *Astragalus kahiricus* root extract against ethanol-induced liver apoptosis in rats // *Chinese journal of natural medicines*. 2013. Vol. 11. No. 4. Pp. 354–361. DOI: 10.1016/S1875-5364(13)60052-7.
45. Balachandar S. et al. Antimicrobial activity of *Astragalus membranaceus* against diarrheal bacterial pathogens // *International Journal of Pharmacy*. 2012. Vol. 2. No. 2. Pp. 416–418.
46. Albayrak S., Kaya O. Antioxidant and antimicrobial activities of four *Astragalus* species growing wild in Turkey // *Turkish Journal of Biochemistry*. 2018. Vol. 43. No. 4. Pp. 425–434. DOI: 10.1515/tjb-2017-0241.
47. Wang D. et al. Study of the effects of total flavonoids of *Astragalus* on atherosclerosis formation and potential mechanisms // *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2012. Vol. 2012. Article number 282383. DOI: 10.1155/2012/282383.
48. Agyemang K. et al. Recent advances in *Astragalus membranaceus* anti-diabetic research: pharmacological effects of its phytochemical constituents // *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2013. Vol. 2013. Article number 654643. DOI: 10.1155/2013/654643.
49. Abd Elkader H. T. A. E., Essawy A. E., Al-Shami A. S. *Astragalus* species: Phytochemistry, biological actions and molecular mechanisms underlying their potential neuroprotective effects on neurological diseases // *Phytochemistry*. 2022. Vol. 202. Article number 113293. DOI: 10.1016/j.phytochem.2022.113293.
50. Wang Y. et al. *Astragalus* saponins improves stroke by promoting the proliferation of neural stem cells through phosphorylation of Akt // *Journal of Ethnopharmacology*. 2021. Vol. 277. Article number 114224. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114224.
51. Berezutskiy M. A. et al. Farmakologicheskie svoystva preparatov, sozdannykh na osnove ekstrakta astragala (obzor) [Pharmacological properties of drugs created on the basis of astragalus extract (review)] // *Khimiko-Farmatsevticheskiy Zhurnal*. 2020. Vol. 54. No. 4. Pp. 20–25. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-4-20-25. (In Russian.)
52. Chikurova A. D., Valuyskikh O. E., Shadrin D. M. Posledovatel'nost' ITS v molekulyarnoy identifikatsii redkogo vida Ural'skoy flory *Astragalus gorodkovii* Jurtz [ITS sequence in the molecular identification of a rare species of Ural flora *Astragalus gorodkovii* Jurtz] // *Aktual'nye problemy biologii i ekologii: materialy dokladov XXVIII Vserossiyskoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii (s elementami nauchnoy shkoly)*. Syktyvkar, 2021. Pp. 27–31. (In Russian.)
53. Teteryuk L. V. et al. Redkie i okhranyaemye rasteniya Natsional'nogo parka “Yugyd va” (Rossiya) [Rare and protected plants of the Yugyd Va National Park (Russia)] // *Nature Conservation Research*. 2020. Vol. 5. No. 4. Pp. 16–29. DOI: 10.24189/ncr.2020.051. (In Russian.)
54. Filippov E. G., Kulikov P. V., Knyazev M. S. Chisla khromosom vidov *Astragalus* i *Hedysarum* (Fabaceae) flory Rossii [The chromosome numbers of *Astragalus* and *Hedysarum* (Fabaceae) species of the flora of Russia] // *Botanicheskiy zhurnal*. 2008. Vol. 93. No. 10. Pp. 1614–1619. (In Russian.)
55. Butenko R. G. *Biologiya kletok vysshikh rasteniy in vitro i biotekhnologii na ikh osnove* [Biology of higher plant cells in vitro and biotechnology based on them]. Moscow: FBK-PRESS, 1999. 160 p. (In Russian.)

Author's information:

Evgeniy G. Filippov¹, candidate of biological sciences, senior researcher at the laboratory of experimental ecology and plant acclimatization, ORCID 0000-0001-5447-674X, AuthorID 91366; filorch@mail.ru

¹ Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Проблема социального отчуждения и эффективность продовольственного потребления (теоретико-методологические аспекты)

Б. А. Воронин¹, Я. В. Воронина¹, Д. К. Стожко², К. П. Стожко¹✉

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: kostskp@mail.ru

Аннотация. В условиях неуклонно меняющейся макроэкономической и геополитической ситуации и формирования новой социальной реальности вопросы эффективности продовольственного обеспечения и потребления выдвигаются на передний план в политике любого государства. В связи с этим **цель** настоящего исследования состоит в анализе и оценке феномена социального отчуждения в продовольственном потреблении и его роли в развитии системы продовольственного обеспечения населения нашей страны в условиях макроэкономической нестабильности и турбулентности. Задачами исследования являются выявление важнейших причин, вызывающих сохранение феномена социального отчуждения в сфере продовольственного потребления в современном российском обществе; оценка главных факторов и возможных последствий социального отчуждения в социально-экономическом развитии страны; анализ зависимости между социальным отчуждением, эффективностью продовольственного потребления и уровнем бедности в сфере продовольственного потребления населения. **Методы исследования.** Для реализации цели использованы индуктивно-дедуктивный, программно-целевой, структурно-функциональный, экспертно-аналитический и историко-ретроспективный методы. **Научная новизна** состоит в раскрытии фундаментальных причин и главных факторов сохранения социального отчуждения в сфере продовольственного потребления и определении способов его преодоления в условиях новой социальной реальности. Среди причин социального отчуждения в сфере продовольственного потребления – эндогенные и экзогенные факторы: рудиментарное сохранение пережитков прошлой номенклатурной системы организации питания и ее возрождение в условиях растущего бюрократизма; сравнительно невысокая доля импортной качественной продовольственной продукции и высокая доля некачественной отечественной продовольственной продукции; низкий уровень прозрачности организации продовольственного обеспечения; слабый правовой контроль и высокий уровень безответственности должностных лиц в сфере организации различных (особенно специальных) практик питания; сравнительно высокие темпы инфляции и роста цен на продукты питания по сравнению с другими группами товаров. **Практическая значимость** исследования заключается в разработке теоретико-методологических аспектов данной проблемы и возможностях ее применения в продовольственной политике государства.

Ключевые слова: продовольственная политика, продовольственное потребление, продовольственное обеспечение, социальное отчуждение, социальная дифференциация.

Для цитирования: Воронин Б. А., Воронина Я. В., Стожко Д. К., Стожко К. П. Проблема социального отчуждения и эффективность продовольственного потребления (теоретико-методологические аспекты) // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 77–86. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-77-86.

Дата поступления статьи: 14.12.2022, **дата рецензирования:** 23.12.2022, **дата принятия:** 30.12.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Проблема социального отчуждения в сфере продовольственного потребления, его конкретные причины, характер, формы проявления и пути устранения являются актуальной научной проблемой современности, особенно в контексте растущей угрозы глобального голода, об опасности которого предупреждает ООН и отдельные проявления при-

ближения которого уже можно наблюдать в мире. Анализ характера и роли всей системы социальных отношений в современном российском обществе, которые обуславливают уровень и качество продовольственного потребления и их эффективность, заставляет обратиться к теоретико-методологическим (историческим, философским, социологическим, экономическим) аспектам состояния продо-

вольственной проблемы, в частности, к таким ее важнейшим признакам, как продовольственная безопасность, качество продовольствия, доступность продуктов питания и т. д. В связи с этим в статье выявляются разные стороны социального отчуждения, особое внимание уделено социальным причинам его возникновения и сохранения, компаративному анализу данной проблематики в нашей стране и за рубежом.

Методология и методы исследования (Methods)

Для реализации цели использованы индуктивно-дедуктивный, программно-целевой, структурно-функциональный, экспертно-аналитический и историко-ретроспективный методы. Предметом исследования является феномен социального отчуждения и его конкретные проявления в сфере продовольственного потребления россиян. Объектом исследования является сфера продовольственного обеспечения и потребления в современном российском обществе.

Результаты (Results)

Понятие «социальное отчуждение» впервые наиболее полно в науке охарактеризовал Г. В. Ф. Гегель. Немецкий философ рассматривал категорию «отчуждение» в трех аспектах. Во-первых, в онтологическом, который выражал переход от логической идеи в свое инобытие, т. е. в бытие естественной и социальной природы. Второй аспект – гносеологический, суть которого состояла в том, что отчуждение и его преодоление связывались с переходом истины в заблуждение, и наоборот. Третий – социальный аспект, связанный с анализом социальных отношений и их ролью в процессе отчуждения, например, результатов деятельности от самой деятельности [1, с. 102–103].

Впоследствии К. Маркс сосредоточил свое исследование категории отчуждения именно на классовом характере социальных отношений и доказывал, что буржуазный их характер, основанный на эксплуатации наемного труда и господстве частной собственности, является основой социального отчуждения. В первую очередь, отчуждения результатов труда от самих тружеников, от труда как такового.

Иначе говоря, социальное отчуждение представляет собой процесс отдаления субъекта деятельности от результатов своей деятельности, работника – от продукта его труда, сокращение доступности этих результатов труда или даже лишение работника этих результатов [2, с. 86]. К вопросам организации питания и продовольственного обеспечения населения это относится самым непосредственным образом, поскольку главная статья расходов бюджета работников – это затраты на продукты питания. В настоящее время существуют разные трактовки феномена «социальное отчуждение» [3–5].

Крайним проявлением такого социального отчуждения в сфере питания населения являлись случаи массового голода, который не раз происходил в мире и в России [6]. Ярким примером социального отчуждения в сфере организации продовольственного обеспечения населения страны стало начало XVII в. В 1601 г. начался невиданный ранее голод, когда за три последующих года вымерло до половины населения Москвы, не говоря уже о провинции. При этом в Москве на тот момент проживало около 100 тыс. чел. Результатом неготовности власти к ситуации стала гибель так и не состоявшейся в стране династии Годуновых.

Историки называют разные причины голода 1601 г. Сегодня с учетом анализа глобальных факторов на национальное развитие обнаруживаются и новые обстоятельства. Так, в феврале 1600 г. в Южной Америке произошло извержение вулкана Уайнапутина. Выброшенный в небо пепел привел тогда к глобальному похолоданию (так называемый «малый ледниковый период»). Для России это была экологическая и экономическая катастрофа. Урожай не успевал вызревать, хлеб подорожал в 18 раз. Запасы зерна имелись в монастырских амбарах и у богатых бояр, но ими делились неохотно [7].

Из более свежих примеров массового голода – голодомор 1932–1933 гг. в России, засуха, поразившая страны Европы и Азии в 1946 г., крайне жаркое лето и засуха в странах Западной Европы в 2022 г. В настоящее время в ООН прогнозируется возможность «планетарного голода». В 2021 г. с голодом столкнулись 828 млн чел., что на 46 млн чел. больше, чем годом ранее, на 150 млн чел. больше, чем в 2019 г. [8].

И причины этих катаклизмов кроются не столько в экологии, сколько именно в социальной сфере, в неэффективной системе социальных отношений, в мировом кризисе таких отношений. Ведь современный капитализм – это уже не местечковый капитализм XVII–XIII вв., а капитализм глобальный и постиндустриальный со всеми вытекающими последствиями. Историография голода как крайней формы социального отчуждения свидетельствует об этом достаточно красноречиво [9–13].

Поскольку рыночная экономика и современное общество суть рыночно-капиталистические, то анализ феномена социального отчуждения в новых условиях актуализируется именно деформациями рынка («хэт-энд-ран», «прайс-тайкер», «дедвейт-убытки» и др.) и, соответственно, разными формами социально отчужденного продовольственного обеспечения населения: миллионы людей на планете голодают, еще большее их количество не доедает, подавляющая часть жителей мира питается неправильно, употребляет некондиционные (вредные, с истекшим сроком годности и т. д.) продукты питания, что наносит ущерб их здоровью.

Разные люди питаются по-разному. В силу разницы в собственных доходах, вкусах или состоянии здоровья они выбирают различные модели питания, наиболее соответствующие их возможностям и желаниям. Но далеко не всегда эти возможности совпадают с желаниями. Социально-экономическое неравенство и реальный уровень бедности в современном российском обществе негативно сказываются и на сфере питания. Многие виды продуктов оказываются недоступными социальным слоям населения с низкими доходами, а некоторые вообще оказываются «подпольными», «контрабандными» (осетрина, черная икра, некоторые виды алкогольной и табачной продукции, лекарств и т. д.). Здесь довольно частым явлением стала экономическая дискриминация. Так, Министерство здравоохранения в 2021 г. разрешило столичным клиникам – участницам Московского международного медицинского кластера (МММК) в инновационном центре «Сколково» ввозить не зарегистрированные в России лекарства. Тем самым на периферии клиники оказались лишены такой возможности, что негативно сказывается на местном населении, ведь все в Москву ехать лечиться не могут. И специальный разрешительный документ – заключение Минздрава – каждая областная или городская клиника получить не может, это не предусмотрено. Во многом схожей является ситуация и с продуктами, обогащенными витаминами: особенно остро стоит вопрос о недостаточной обеспеченности микронутриентами продуктов для больных [14, с. 32].

К сожалению, все в большей степени в российском обществе формируются потребительский «верх» и «низ». Представители «верха» наслаждаются высокой и молекулярной кухней, натуральными органическими продуктами питания, а представители «низа» довольствуются продуктами с высоким содержанием ГМО, других вредных веществ, с истекшим сроком годности и т. д. Даже дети (например, школьники) оказываются жертвами такого социально-экономического неравенства. Новые санитарно-эпидемиологические требования к организации питания населения, вступившие в действие с 1 января 2020 г., предписывают школам использовать особое меню для организации лечебного питания. Это понятно: в условиях пандемии многие школьники болеют не только ОРЗ, обостряются и другие заболевания. Согласно санитарным правилам СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения», для детей отдельных категорий вообще предусматривается особое (индивидуальное) меню в питании. Но в действительности школ и других образовательных учреждений с таким «лечебным» и «индивидуальным» питанием в стране явно недостаточно.

Определенная дифференциация в организации общественного питания как в нашей стране, так и в других странах существовала всегда: в советское время, например, в системе образования функционировали так называемые профзалы – отдельные зоны для профессорско-преподавательского состава, в которых было особое меню (в основном учитывавшее характер здоровья педагогов, людей уже немолодых и имевших определенные ограничения в питании), различные варианты комплексного питания по разным ценам. В системе управления процессом продовольственного обеспечения (снабжения) действовали так называемые специальные распределители, из которых кормилась правительственная и партийно-комсомольская номенклатура того времени. Однако до сих пор пропускная способность мест общественного питания во многих учебных заведениях не соответствует численности обучающихся и ППС, в связи с чем в качестве альтернативы в этих организациях открываются коммерческие центры питания, в которых цены оказываются недоступными для значительной массы потенциальных потребителей.

Сейчас мало что изменилось и в особой организации питания представителей так называемой номенклатуры. Подобная организация питания для руководителей разного уровня существует в нашей стране с 1918 г. И она была сохранена после распада Советского Союза. В 1995 г. возник комбинат «Кремлевский», обслуживающий систему продовольственного обеспечения высшего политического и государственного руководства. В ряде случаев аналогичные структуры появились и на местах.

Если говорить о комбинате питания «Кремлевский» при Управлении делами Президента Российской Федерации, то в рационе и меню этого комбината не увидишь продуктов с истекшим сроком годности или содержащих ГМО, вредные пищевые добавки и т. д. Зато в порядке вещей термостатные йогурты, горячие бельгийские вафли, нежные пирожные с черносливом и иные изыски. Из более «суущественных» произведений – мексиканские буррито, японские вареники гедзе с курицей и креветками, ломтики жаренного в меде угря на подушке из морских водорослей, сибирский муксун холодного копчения, жульены из отборных грибов, заливной судак, ассорти деликатесов из дичи со свежими ягодами, дорадо с летними овощами и соусом провансаль, корейка ягненка на кости с мильфеем из баклажанов и соусом портвейн и т. д. В обычных столовых и даже ресторанах такое вряд ли встретишь.

Продукты питания поставляют специальные (собственные) аграрные предприятия Управления делами Президента под брендом «Кремлевское качество». В условиях демократизации и гласности закономерным шагом стало открытие этим комби-

натом своего специального интернет-магазина для всех желающих, только вот доставка в нем не работает, предполагается самовывоз, а на спецтерриторию комбината попадает далеко не каждый. Но для администрации губернаторов российских регионов или руководящего состава различных ведомств доступ открыт. Но ведь в условиях свободной рыночной экономики такого быть в принципе не может. Следовательно, напрашивается вывод о том, что российская рыночная экономика еще до конца не сформировалась, она все еще, как и десятки лет тому назад, связана с существованием в сфере потребления феномена социального отчуждения.

Еще одним свидетельством социального отчуждения в сфере продовольственного обеспечения населения нашей страны и социальной дифференциации в системе общественного питания может служить работа ОРСов – отделов рабочего снабжения. Впервые они появились в 1932 г. в соответствии с Постановлением ЦК ВКП(б) и СНК СССР «О расширении прав заводууправлений в деле снабжения рабочих и улучшения карточной системы». А как же иначе, в стране диктатуры пролетариата приоритетным было продовольственное обеспечение именно рабочего класса. К началу 1945 г. в СССР функционировало более 3000 ОРСов, которые обслуживали свыше 20 млн рабочих и их семей. А уже через год их число достигло 7600.

Несмотря на развитие в послевоенное время розничных торговых сетей, ОРСы продолжали свою работу: к 1971 г. их доля в общем товарообороте страны составила 21 %. Однако мало кто обращает внимание на тот факт, что в работе ОРСов приоритетным направлением было не столько продовольственное обеспечение самих рабочих промышленных предприятий, сколько снабжение продовольствием сотрудников различных наркоматов и министерств. Даже в военное время ОРСы были нацелены на продовольственное обеспечение именно работников наркоматов, тогда как рабочие получали свои пайки по карточкам. Так, снабжение сотрудников Наркомата танковой промышленности в 1943 г. свидетельствует о существенном увеличении лимитов дополнительного питания по сравнению с концом 1942 г. почти в 6 раз [15, с. 90].

Исследование социального отчуждения в сфере продовольственного потребления и обеспечения позволяет констатировать тот факт, что в современном российском обществе существующие практики питания были и остаются социально стратифицированными. Они отражают сложившееся в обществе социальное и экономическое неравенство. Но, к сожалению, справедливо мнение о том, что современная «социология далека от проведения прямых причинных связей между социальным положением, уровнем достатка и характером питания» людей [16, с. 47]. Отсылая неравенство в питании

к культурно-историческим традициям или даже пытаюсь обосновать его объективный характер природно-климатической спецификой, многие авторы признают, что «стратификация практик питания, основанная на экономическом неравенстве, должна быть дополнена сложной дифференциацией этих практик на основе различных габитусов, сформировавших предпочтения разных групп и отражающих условия их становления и социального бытия» [16, с. 48]. Это в первую очередь относится к российской молодежи, молодому поколению наших граждан, которые в массе своей не имеют достаточных материальных средств для здорового и полноценного питания и равного (с другими социальными категориями населения) доступа к еде [17]. Эта проблема социального неравенства в питании касается не только отдельных категорий граждан, но и многих российских семей (неполные семьи, многодетные семьи и т. д.), разных форм организации хозяйственных практик, прежде всего домашних хозяйств [18].

Основные причины такого социального отчуждения и социального неравенства в сфере продовольственного обеспечения населения можно в целом свести к следующим группам:

1. Растущее в условиях современной макроэкономической нестабильности общее социально-экономическое неравенство, которое проявляется практически во всех сферах жизни человека: в доступе к качественному здравоохранению, качественному образованию, качественному отдыху и т. д.

2. Рудиментарное сохранение пережитков прошлой номенклатурной системы организации питания, ее частичное возрождение в условиях растущего бюрократизма и современной теневой экономики.

3. Определенная и сравнительно невысокая доля импортной качественной продовольственной продукции и высокая доля некачественной отечественной продовольственной продукции, что является основой для перекоса в организации питания разных слоев населения и решения вопроса о продовольственной безопасности нашей страны в целом.

4. Низкий уровень прозрачности, слабый правовой контроль и высокий уровень безответственности и безнаказанности должных лиц в сфере организации различных (особенно специальных) практик питания.

5. Сравнительно высокие темпы инфляции и роста цен на продукты питания по сравнению с другими группами товаров, что ведет к удорожанию потребительской корзины и, как следствие, выпадению из нее многих видов продовольственной продукции, вынужденному отказу от их потребления.

В качестве особенностей социально-экономического неравенства в питании россиян можно отметить следующие обстоятельства:

1. Специфика бедности в России: если по уровню ВВП на душу населения Российская Федерация находится на 40-м месте среди 150 стран мира, то по уровню реальных доходов и конечного потребления домашних хозяйств – на 50-м месте, а по уровню жизни – ближе к концу первой сотни стран [19, с. 66].

2. Высокая динамика роста социально-экономического неравенства в питании по сравнению с другими странами ОЭСР.

3. Высокая доля генно-модифицированной продовольственной продукции в структуре питания россиян.

4. Низкое качество базовых продуктов питания отечественного происхождения (хлебобулочные изделия, молочные продукты и др.).

5. Массовая практика использования канцерогенных и вредных видов сырья, например, пальмового и соевого масла для производства разных групп продовольственных товаров и, наоборот, крайне низкий уровень использования полезных растительных масел (оливкового, льняного, кунжутного, кукурузного, конопляного).

Для иллюстрации приведем данные Центра Агроаналитики, в соответствии с которыми наблюдается экспонентный рост потребления пальмового и соевого масла и снижение потребления подсолнечного, рапсового, кукурузного и другого растительного масла. За последние пять лет среднегодовое производство пальмового масла превышало производство и выпуск подсолнечного масла в 3,6 раза, рапсового – в 2,6 раза и т. д. [16]. А это свидетельствует об ухудшении качества питания, о том, что качественное питание в настоящее время уже недоступно почти половине жителей мира (3 млрд чел.) [20].

Эти тревожные тенденции обнаруживаются и в сфере отечественного продовольственного обеспечения населения. Несмотря на достаточно заметные темпы экономического роста в производстве ключевых продовольственных товаров, их потребление все еще остается на сравнительно низком уровне. Цены на основные продукты питания в стране растут быстрее, чем среднегодовая инфляция: в 2020 г. этот рост составил от 10 % по 51 товарной группе до 25 % по 10 товарным группам [21]. Аналогичной оказалась ситуация и в 2021 г.: при общем показателе инфляции 8 % продукты питания подорожали на 10,8 % [22]. Об этом же свидетельствуют и исследования Мирового банка, согласно которым индекс цен производителей продовольствия к концу 2021 г. превысил соответствующий показатель прошлого года на 25 % и имеет тенденцию к росту [23].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Сохранение социального отчуждения и неравенства в сфере продовольственного потребления чревато рядом негативных последствий.

Во-первых, деформацией в действии экономического закона Э. Энгеля, согласно которому поведение потребителей связано с размером получаемого ими дохода, и по мере роста доходов потребление возрастает, а по мере снижения доходов – снижается, причем непропорционально. Структура потребления продуктов питания у лиц с растущими доходами изменяется в сторону более качественных продуктов, а у лиц с падающими доходами – в сторону некачественных или низкокачественных продуктов. А ведь от этого зависит воспроизводство способности к труду, воспроизводство рабочей силы, ее производительности и качества. Не в этом ли скрыта одна из фундаментальных причин низкой конкурентоспособности отечественного производства и отечественных товаров по сравнению с зарубежными аналогами?

Во-вторых, растущей социально-политической поляризацией в обществе, обусловленной, среди прочего, и недоеданием или неполноценным питанием значительной части населения страны. Заметное обесценивание национальной валюты и снижение ее покупательной способности уже привели к тому, что в бюджете россиян доля затрат на продукты питания в 2021 г. составила в среднем 46 % [24]. Для сравнения: жители европейских стран расходовали в тот же период от 8 % (Люксембург) до 12 % (Австрия, Германия, Ирландия, Норвегия, Финляндия) своего бюджета на питание [25].

В-третьих, так называемым мультипликативным эффектом, который представляет собой совокупное интегрированное и, соответственно, многократно усиленное воздействие конкретных факторов на ситуацию. Среди таких факторов необходимо выделить эндогенные (свойственные собственно российской экономике и системе управления ею) и экзогенные (свойственные мировой экономике в целом и не зависящие от национальной экономики). Если учесть текущее соотношение рубля к другим валютам, соотношение удельных значений расходов на питание в бюджете россиян и жителей экономически развитых стран, соотношение органической и неорганической продукции на продовольственном рынке Российской Федерации и других государств, а также ряд других ключевых факторов, то складывается картина, которая позволяет объяснить и низкие демографические показатели в развитии страны. Вряд ли при такой ситуации возможно выйти за рамки суженного типа воспроизводства населения и рассчитывать на его существенный прирост в ближайшем будущем. В первую очередь потому, что «произошедшее в течение четырех последних лет падение реальных доходов населения, которое не было компенсировано растущими и достаточными инвестиционными расходами государства, привело к сокращению совокупного спроса не менее чем на 10 %» [26, с. 126].

Подобные проблемы стоят сегодня и в других странах. Например, в КНР борьба с бедностью являлась главной линией партии и правительства в последние десятилетия, а понимание того факта, что эта борьба «играет важную роль в объединении различных социальных субъектов, интеграции ресурсов, координации общественных механизмов, повышении уровня благосостояния, стимулировании внутренней мотивации и улучшении управления в сельской местности» [27, с. 156], способствовало превращению страны в «первую экономику» мира. Но одновременно власти стали проводить и активную saniрующую продовольственную политику, борьбу с разного рода проявлениями мошенничества со стороны крупнейших поставщиков продовольственных товаров на внутреннем рынке [28].

В Российской Федерации в связи с форс-мажорными обстоятельствами (последствия COVID-пандемии, экономические санкции стран Запада и др.) ситуация также выглядит тревожной: уровень бедности растет [29]. По данным ФАО, показатель распространения недоедания в обществе находится на отметке в 2,5 % от общей численности населения страны, а показатель лиц, живущих за чертой продовольственной безопасности, составляет 8,8 млн чел., неправильно питающихся и страдающих ожирением – 26,9 млн чел. [30]. Правда, существуют и другие мнения, согласно которым бедность будто бы сокращается, хотя и недостаточно быстро. При этом Президент страны В. В. Путин поставил задачу сократить уровень бедности в 2024 г. в 2 раза [31]. Тем не менее справедливо суждение о том, что современный МРОТ свидетельствует даже не об уровне бедности в обществе, а об уровне нищеты [32, с. 58].

Реальный курс на борьбу с бедностью должен в нашей стране проводиться более активно. Связь между социальным отчуждением в его различных проявлениях (количественное, качественное, логистическое, ценовое и др.) в сфере продовольственного потребления и эффективностью такого потребления (правильное питание, восстановительный эффект, здоровье людей, трудовая активность и др.) обратная: чем меньше степень такого отчуждения, тем выше социальная и экономическая эффективность продовольственного потребления, и наоборот. Влияние регулирующих мер и политики поддержки на экономическую стабильность продовольственной сферы и на эффективность сельскохозяйственного (в том числе и продовольственного) производства признана многими авторами и за рубежом [33]. Рост макроэкономической турбулентности и глобальной напряженности только подтверждает эту зависимость, а сохранение социального отчуждения в форме разного рода проявлений дискриминации на продовольственных рынках только усугубляет ситуацию. Особое значение в этом отношении играет повышение бюджетного финансирования агропроизводителей, поскольку объем финансовой поддержки в 2021 г. опустился до минимального за последнее десятилетие уровня и составил 3,3 млрд долл. [34, с. 43]. Главным условием успеха в этом направлении является ликвидация социального отчуждения в сфере продовольственного обеспечения населения. Иными словами, устранение неравенства в сфере продовольственного потребления, повышение его эффективности и ликвидация бедности в современном российском обществе – проблемы взаимосвязанные [35].

Библиографический список

1. Хандруев А. А. Гегель. Москва: Экономика, 1990. 127 с.
2. Исаченко Н. Н. Отчуждение как социальный феномен современного общества // Вестник Челябинского государственного университета. Серия: Философские науки. 2018. № 5 (415). С. 66–70.
3. Пахарь Л. И. Отчуждение: современное состояние и перспективы развития общества // Философская мысль. 2021. № 5. С. 46–61.
4. Ходжа К. Феномен отчуждения субъектов и объектов собственности в современной экономике // Креативная экономика. 2020. № 4. С. 465–474.
5. Канатаев Д. В. Предпосылки формирования экономического и политического отчуждения человека // Аллея науки. 2018. Т. 4. № 10 (26). С. 385–388.
6. Просеков А. Ю. Научное осмысление голода в XVIII–XX вв. и формирование продовольственной политики России // Пищевая промышленность. 2018. № 1. С. 31–34.
7. Голод в мировой истории [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5405552> (дата обращения 14.12.2022).
8. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Доклад ООН [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/un-report-global-hunger-SOFI-2022-FAO/ru> (дата обращения: 13.12.2022).
9. Гамсун К. Голод. Москва: АСТ, 2009. 256 с.
10. Толстой Л. Голод. Москва: Тип. А. П. Печковского и К°, 1906. 76 с.
11. Сорокин П. А. Голод и идеология общества. // Квинтэссенция. Философский альманах. Москва, 1990. С. 376–413.

12. Сорокин П. А. Голод как фактор: Влияние голода на поведение людей, социальную организацию и общественную жизнь. Москва: Academia, 2003. 684 с.
13. Кастро Ж. География голода. Москва: Иностранная литература, 1954. 387 с.
14. Коденцова В. М., Вржесинская О. А. Анализ отечественного и международного опыта использования обогащенных витаминных пищевых продуктов // Вопросы питания. 2016. № 2. С. 32–50.
15. Запарий В. В. Система ОРСов и их роль в организации материального обеспечения работников танковой промышленности Урала в 1942–1945 гг. // Годы поисков и свершений: кафедра истории науки и техники УГТУ-УПИ – УрФУ, 1999–2014 гг.: в рамках пятой ежегодной научной конференции кафедры истории науки и техники в современной системе знаний. Екатеринбург, 2015. С. 89–92.
16. Зарубина Н. Н. Практика питания как маркер неравенства в России: история и современность // Историческая психология и социология истории. 2014. № 2. С. 46–61.
17. Носкова А. В. Питание как объект социологии и маркер социального неравенства // Вестник Института социологии. 2015. № 14. С. 49–64.
18. Неравенство в потреблении домашних хозяйств. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики [Электронный ресурс]. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/20223.pdf> (дата обращения: 13.12.2022).
19. Аганбегян А. Г. Преодоление бедности и сокращение неравенства по доходам и потреблению в России // ЭКО. 2017. № 9. С. 66–84.
20. Булавин Р. Как и почему пальмовое масло стало лидером мировой торговли растительными маслами [Электронный ресурс]. URL: <https://specagro.ru/news/202007/kak-i-pochemu-palmovoe-maslo-stalo-liderom-mirovoy-torgovli-rastitelnykh-masel> (дата обращения: 13.12.2022).
21. «Еда объединяет нас всех» – в Риме стартовал саммит по продовольственным системам [Электронный ресурс]. URL: <https://news.un.org/ru/story/2021/07/1407072> (дата обращения: 13.12.2022).
22. Цены на продукты питания в России и их изменение за год (данные на сентябрь 2020 года) [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/news/ceny-na-produkty-pitaniya-v-rossii-i-ih-izmenenie-za-god-dannye-na-sentyabr-2021-goda> (дата обращения: 13.12.2022).
23. Цены на продукты [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/sujet/3131> (дата обращения: 13.12.2022).
24. Итоги 2021 г. // Независимая газета [Электронный ресурс]. URL: https://www.ng.ru/economics/2020-05-25/1_7869_research.html (дата обращения: 13.12.2022).
25. Расходы семей на еду в странах Европы – рейтинг 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://riarating.ru/countries/20201215/630192514.html> (дата обращения: 13.12.2022).
26. Рязанов В. Т. Системные ограничения и возможности неоиндустриального развития экономики России // Труды вольного экономического общества России. 2020. Т. 221. С. 114–135.
27. Цзяньган В. Борьба с бедностью в Китае: опыт и перспективы // Социология. 2021. № 4. С. 156–164.
28. Li D., Zang M., Li X., Zhang K., Zhang Z., Wang S. A study on the food fraud of national food safety and sample inspection of China // Food Control. 2020. No. 116. Article number 107306. DOI: 10.1016/j.foodcont.2020.107306.
29. Росстат зафиксировал рост бедности на пике пандемии [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/18/09/2020/5f64ba649a794707f1dd59d1> (дата обращения: 13.12.2022).
30. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2021. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome, FAO [e-resource]. URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4474en> (date of reference: 13.12.2022).
31. Как санкции повлияют на бедность в России [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/20/07/2022/62d693e29a794779cea0b327> (дата обращения: 13.12.2022).
32. Махалина О. М., Махалин В. Н. Проблемы бедности населения в России и пути их решения // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2022. № 1. С. 56–66.
33. Caponea R., Bottalicoa F., Ottomano G. O. Food systems sustainability, food security and nutrition in the Mediterranean Region: The contribution of the Mediterranean diet // In: Encyclopedia of food security and sustainability / P. Ferranti, E. M. Berry, J. R. Anderson, eds. Amsterdam, Cambridge, MA: Elsevier. 2019. No. 2. Pp. 176–180.
34. Бородин А. И., Выгодчикова И. Ю., Дзюба Е. И., Панаедова Г. И. Продовольственная безопасность: меры финансовой господдержки устойчивого развития сельского хозяйства регионов России // Финансы: теория и практика. 2021. № 25 (2). С. 35–52.
35. Роиц В. Д. Экономика развития: неравенство, бедность и развитие. Москва: Юрайт, 2021. 474 с.

Об авторах:

Борис Александрович Воронин¹, доктор юридических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ORCID 0000-0002-0912-7839, AuthorID 574258; voroninba@yandex.ru

Яна Викторовна Воронина¹, кандидат экономических наук, доцент Научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ORCID 0000-0002-4271-6264, AuthorID 874832

Дмитрий Константинович Стожко², кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры креативного управления и гуманитарных наук, ORCID 0000-0003-3186-877X, AuthorID 709934; d.k.stozhko@mail.ru

Константин Петрович Стожко¹, доктор исторических наук, кандидат экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ORCID 0000-0001-6139-8030, AuthorID 443558; kostskp@mail.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

The problem of social exclusion and the efficiency of food consumption: theoretical and methodological aspects

B. A. Voronin¹, Ya. V. Voronina¹, D. K. Stozhko², K. P. Stozhko¹✉

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: kostskp@mail.ru

Abstract. In the context of a steadily changing macroeconomic and geopolitical situation and the formation of a new social reality, the issues of the efficiency of food supply and consumption are coming to the fore in the policy of any state. In this regard, **the object of this study** is to analyze and evaluate the phenomenon of social exclusion in food consumption and its role in the development of the food supply system for the population of our country in the context of macroeconomic instability and turbulence. The objectives of the study are: to identify the most important reasons that cause the persistence of the phenomenon of social exclusion in the field of food consumption in modern Russian society; assessment of the main factors and possible consequences of social exclusion in the socio-economic development of the country; analysis of the relationship between social exclusion, the efficiency of food consumption and the level of poverty in the sphere of food consumption of the population. **Methods.** To achieve the goal, inductive-deductive, program-target, structural-functional, expert-analytical and historical-retrospective methods were used. **Scientific novelty** consists in revealing the fundamental causes and main factors of maintaining social exclusion in the sphere of food consumption and determining ways to overcome it in the new social reality. Among the causes of social exclusion in the field of food consumption are endogenous and exogenous factors: the rudimentary preservation of the remnants of the past nomenclature system of catering and its revival in the face of growing bureaucracy; a relatively low share of imported high-quality food products and a high share of low-quality domestic food products; low level of transparency in the organization of food supply; weak legal control and a high level of irresponsibility of officials in the organization of various (especially special) food practices; comparatively high rates of inflation and growth in food prices compared to other groups of goods. **The practical significance of the study** lies in the development of theoretical and methodological aspects of this problem and the possibilities of its application in the food policy of the state.

Keywords: food policy, food consumption, food security, social exclusion, social differentiation.

For citation: Voronin B. A., Voronina Ya. V., Stozhko D. K., Stozhko K. P. Problema sotsial'nogo otchuzhdeniya i effektivnost' prodoval'stvennogo potrebleniya: teoretiko-metodologicheskie aspekty [The problem of social exclusion and the efficiency of food consumption: theoretical and methodological aspects] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 77–86. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-77-86. (In Russian.)

Date of paper submission: 14.12.2022, **date of review:** 23.12.2022, **date of acceptance:** 30.12.2022.

References

1. Khandruiev A. A. Gegel' [Hegel]. Moscow: Economica, 1990. 127 p. (In Russian.)
2. Isachenko N. N. Otchuzhdenie kak sotsial'nyy fenomen sovremennogo obshchestva [Alienation as a social phenomenon of modern society] // Bulletin of the Chelyabinsk State University. Series: Philosophical Sciences. 2018. No. 5 (415). Pp. 66–70. (In Russian.)
3. Pakhar L. I. Otchuzhdenie: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya obshchestva [Alienation: the current state and prospects for the development of society] // Philosophical Thought. 2021. No. 5. Pp. 46–61. (In Russian.)
4. Khodzha K. Fenomen otchuzhdeniya sub"ektov i ob"ektov sobstvennosti v sovremennoy ekonomike [The phenomenon of alienation of subjects and objects of property in the modern economy] // Creative Economy. 2020. No. 4. Pp. 465–474. (In Russian.)
5. Kanataev D. V. Predposylki formirovaniya ekonomicheskogo i politicheskogo otchuzhdeniya cheloveka [Pre-requisites for the formation of economic and political alienation of a person] // Alleva nauki. 2018. Vol. 4. No. 10 (26). Pp. 385–388. (In Russian.)
6. Prosekov A. Yu. Nauchnoe osmyslenie goloda v XVIII–XX vv. i formirovanie prodovol'stvennoy politiki Rossii [Scientific understanding of the famine in the XVIII – XX centuries. and formation of food policy in Russia] // Food industry. 2018. No. 1. Pp. 31–34. (In Russian.)
7. Golod v mirovoy istorii [Hunger in world history]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5405552> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
8. Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya OON. Doklad OON [Food and Agriculture Organization of the United Nations. UN Report]. URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/un-report-global-hunger-SOFI-2022-FAO/ru> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
9. Gamsun K. Golod [Hunger]. Moscow: AST, 2009. 256 p. (In Russian.)
10. Tolstoy L. Golod [Hunger]. Moscow: Tip. A. P. Pechkovskogo and Co., 1906. 76 p. (In Russian.)
11. Sorokin P. A. Golod i ideologiya obshchestva [Hunger and the ideology of society] // Kvintessentsiya. Filosofskiy al'manakh Moscow, 1990. Pp. 376–413. (In Russian.)
12. Sorokin P. A. Golod kak faktor: Vliyaniye goloda na povedeniye lyudey, sotsial'nyuyu organizatsiyu i obshchestvennyuyu zhizn' [Hunger as a factor: The impact of hunger on people's behavior, social organization and social life]. Moscow: Academia, 2003. 684 p. (In Russian.)
13. Kastro Zh. Geografiya goloda [Geography of hunger]. Moscow: Inostrannaya literatura, 1954. 387 p. (In Russian.)
14. Kodentsova V. M., Vrzhesinskaya O. A. Analiz otechestvennogo i mezhdunarodnogo opyta ispol'zovaniya obogashchennykh vitaminnykh pishchevykh produktov [Analysis of domestic and international experience in the use of fortified vitamin foods] // Problems of nutrition. 2016. No. 2. Pp. 32–50. (In Russian.)
15. Zapariy V. V. Sistema ORSov i ikh rol' v organizatsii material'nogo obespecheniya rabotnikov tankovoy promyshlennosti Urals v 1942–1945 gg. [The system of working supply department and their role in the organization of material support for workers in the tank industry of the Urals in 1942–1945] // Gody poiskov i sversheniy: kafedra istorii nauki i tekhniki UGTU-UPI – UrFU, 1999–2014 gg.: v ramkakh pyatoy ezhegodnoy nauchnoy konferentsii kafedry istorii nauki i tekhniki v sovremennoy sisteme znaniy. Ekaterinburg, 2015, pp. 89–92. (In Russian.)
16. Zarubina N. N. Praktika pitaniya kak marker neravenstva v Rossii: istoriya i sovremennost' [Nutrition practice as a marker of inequality in Russia: history and modernity] // Historical psychology & Sociology. 2014. No. 2. Pp. 46–61. (In Russian.)
17. Noskova A. V. Pitaniye kak ob"ekt sotsiologii i marker sotsial'nogo neravenstva [Nutrition as an object of sociology and a marker of social inequality] // Bulletin of the Institute of Sociology. 2015. No. 14. Pp. 49–64. (In Russian.)
18. Neravenstvo v potreblenii domashnikh khozyaystv. Byulleten' o tekushchikh tendentsiyakh rossiyskoy ekonomiki [Inequality in household consumption. Bulletin on current trends in the Russian economy] [e-resource]. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/20223.pdf> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
19. Aganbegyan A. G. Preodoleniye bednosti i sokrashcheniye neravenstva po dokhodam i potrebleniyu v Rossii [Overcoming poverty and reducing inequality in income and consumption in Russia] // EKO. 2017. No. 9. Pp. 66–84. (In Russian.)
20. Bulavin R. Kak i pochemu pal'movoe maslo stalo liderom mirovoy trgovli rastitel'nymi maslami [How and why palm oil became the leader in the world trade in vegetable oils] [e-resource]. URL: <https://specagro.ru/news/202007/kak-i-pochemu-palmovoe-maslo-stalo-liderom-mirovoy-torgovli-rastitelnykh-masel> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)

21. "Eda ob"edinyayet nas vsekh" – v Rime startoval sammit po prodovol'stvennym sistemam ["Food unites us all" – the summit on food systems started in Rome] [e-resource]. URL: <https://news.un.org/ru/story/2021/07/1407072> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
22. Tseny na produkty pitaniya v Rossii i ikh izmenenie za god (dannye na sentyabr' 2020 goda) [Food prices in Russia and their 2020] [e-resource]. URL: <https://ab-centre.ru/news/ceny-na-produkty-pitaniya-v-rossii-i-ih-izmenenie-za-god-dannye-na-sentyabr-2021-goda> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
23. Tseny na produkty [Food prices] [e-resource]. URL: <https://rg.ru/sujet/3131> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
24. Itogi 2021 g. [Results of 2021] [e-resource] // Independent newspaper. URL: https://www.ng.ru/economics/2020-05-25/1_7869_research.html (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
25. Raskhody semey na edu v stranakh Evropy – reyting 2020 [Family spending on food in European countries – rating 2020] [e-resource]. URL: <https://riarating.ru/countries/20201215/630192514.html> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
26. Ryazanov V. T. Sistemnye ogranicheniya i vozmozhnosti neoindustrial'nogo razvitiya ekonomiki Rossii [Systemic restrictions and opportunities for neo-industrial development of the Russian economy] // Russian Proceedings of the Free Economic Society of Russia. 2020. Vol. 221. Pp. 114–135. (In Russian.)
27. Tszyan'gan V. Bor'ba s bednost'yu v Kitae: opyt i perspektivy [Fighting poverty in China: experience and prospects] // Sociology. 2021. No. 4. Pp. 156–164. (In Russian.)
28. Li D., Zang M., Li X., Zhang K., Zhang Z., Wang S. A study on the food fraud of national food safety and sample inspection of China // Food Control. 2020. No. 116. Article number 107306. DOI: 10.1016/j.foodcont.2020.107306.
29. Rosstat zafiksiroval rost bednosti na pike pandemii [Rosstat recorded an increase in poverty at the peak of the pandemic] [e-resource]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/18/09/2020/5f64ba649a794707f1dd59d1> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
30. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2021. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome, FAO [e-resource]. URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4474en> (date of reference: 13.12.2022).
31. Kak sanktsii povliyayut na bednost' v Rossii [How sanctions will affect poverty in Russia]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/20/07/2022/62d693e29a794779cea0b327> (date of reference: 13.12.2022). (In Russian.)
32. Makhalina O. M., Makhalin V. N. Problemy bednosti naseleniya v Rossii i puti ikh resheniya [Problems of poverty of the population in Russia and ways to solve them] // Bulletin of the Russian State Humanitarian University. Series "Economics. Control. Right". 2022. No. 1. Pp. 56–66.
33. Caponea R., Bottalico F., Ottomano G. O. Food systems sustainability, food security and nutrition in the Mediterranean Region: The contribution of the Mediterranean diet // In: Encyclopedia of food security and sustainability / P. Ferranti, E. M. Berry, J. R. Anderson, eds. Amsterdam, Cambridge, MA: Elsevier. 2019. No. 2. Pp. 176–180.
34. Borodin A. I., Vygodchikova I. Yu., Dzyuba E. I., Panaedova G. I. Prodovol'stvennaya bezopasnost': mery finansovoy gospodderzhki ustoychivogo razvitiya sel'skogo khozyaystva regionov Rossii [Food security: measures of financial state support for the sustainable development of agriculture in Russian regions] // Finance: theory and practice. 2021. No. 25 (2). Pp. 35–52. (In Russian.)
35. Roik V. D. Ekonomika razvitiya: neravenstvo, bednost' i razvitie [Economic development: inequality, poverty and development]. Moscow: Yurayt, 2021. 474 p.

Authors' information:

Boris A. Voronin¹, doctor of law, professor, director of the Research institute of agrarian and environmental problems and agricultural management, ORCID 0000-0002-0912-7839, AuthorID 574258; voroninba@yandex.ru
 Yana V. Voronina¹, candidate of economic sciences, associate professor of the research institute of agrarian and environmental problems and agricultural management, ORCID 0000-0002-4271-6264, AuthorID 874832
 Dmitriy K. Stozhko², candidate of philosophical sciences, associate professor of the department of creative management and humanities, ORCID 0000-0003-3186-877X, AuthorID 709934; d.k.stozhko@mail.ru
 Konstantin P. Stozhko¹, doctor of historical sciences, candidate of economical sciences, professor, chief researcher of the Research institute of agrarian and environmental problems and agricultural management, ORCID 0000-0001-6139-8030, AuthorID 443558; kostskp@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Minority households' participation in farm economy development: evidence from the Central Highlands of Vietnam

T. N. L. Nguyen^{1, 2}✉

¹ Volgograd State University, Volgograd, Russia

² The University of Danang – Campus in Kontum, Kontum, Vietnam

✉ E-mail: ngocloi99@gmail.com

Abstract. Previous studies have highlighted relationships between socioeconomic factors and farmers' participation in agricultural development program but have not found it under minority people contexts. **The aim of the study** is to quantify the participation levels of minority households and identify the determinants of their participation in farm development policies and programs (FDPAP). **Methods.** To achieve this, both primary and secondary sources of data are used. The data are gathered through survey 438 farmers from the 5 most populous ethnic groups (namely Jarai, Bahnar, E De, Tay, and Nung) in 10 communes and towns in 8 districts of study area by a questionnaire that was designed on a five-point Likert scale. Content analysis is used to determine the participation extent to which the research model includes five groups of factors (Perception of the householder about the farm economy; Mechanisms and policies of the government/state agency on agriculture; Household characteristics; Economic benefits; Production capacity) corresponded to the identified 24 criteria. **Results.** The findings indicate that their participation is only at a manipulative or passive level. The main factors tending to deter their participation are households' characteristics and production capacity. In contrast, specific policies and tangible economic benefits are the factors that motivate them to participate more deeply. **Scientific novelty** lies in reliable information on the livelihoods and culture of minority farmers based on these results, plays an extremely important role in the success of agricultural policies as public officials push to integrate them into the national agenda.

Keywords: participation, minority household, factor, Likert scale, FDPAP, Central highlands, Vietnam.

For citation: Nguyen T. N. L. Minority households' participation in farm economy development: evidence from the Central Highlands of Vietnam // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 01 (230). Pp. 87–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-87-98.

Date of paper submission: 10.11.2022, **date of review:** 30.11.2022, **date of acceptance:** 20.12.2022.

Участие домохозяйств этнических меньшинств в развитии фермерского хозяйства: свидетельство Центрального нагорья Вьетнама

Т. Н. Л. Нгуен^{1, 2}✉

¹ Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

² Университет Дананга – кампус в Контуме, Контум, Вьетнам

✉ E-mail: ngocloi99@gmail.com

Аннотация. Предыдущие исследования подчеркивали взаимосвязь между социально-экономическими факторами и участием фермеров в программах развития сельского хозяйства, но не обнаружили эту взаимосвязь в контексте этнических меньшинств. **Цель** исследования состояла в том, чтобы количественно оценить уровень участия домохозяйств этнических меньшинств и определить детерминанты их участия в политике и программах развития фермерских хозяйств (FDPAP). **Методы.** Для достижения цели используются как первичные, так и вторичные источники данных. Данные были собраны путем опроса 438

фермеров из 5 самых густонаселенных этнических групп (а именно Джарай, Бахнар, Эдэ, Тай и Нунг) в 10 коммунах и городах 8 районов изучаемой территории с использованием вопросника, составленного по 5-балльной шкале Лайкерта. Содержание анализа используется для определения уровня участия. Модель исследования включает 5 групп факторов (восприятие фермерского хозяйства домохозяйством; государственный механизм и политика в области сельского хозяйства; оценка домохозяйства; экономические выгоды; производственный потенциал), соответствующих 24 выявленным критериям. **Результаты.** Результаты показали, что их участие было либо манипулятивным, либо пассивным. Основными факторами, препятствовавшими их участию, были характеристики домохозяйств и производственный потенциал. Именно конкретная политика и ощутимые экономические выгоды побуждают их к более активному участию. **Научная новизна** заключается в достоверной информации о средствах к существованию и культуре фермеров из числа меньшинств, основанной на этих результатах, что играет жизненно важную роль в успехе сельскохозяйственной политики, поскольку сельскохозяйственные государственные учреждения способствуют их включению в национальную повестку дня.

Ключевые слова: участие, домохозяйство этнического меньшинства, фактор, шкала Лайкерта, FDPAP, Центральное нагорье, Вьетнам.

Для цитирования: Нгуен Т. Н. Л. Участие домохозяйств этнических меньшинств в развитии фермерского хозяйства: свидетельство Центрального нагорья Вьетнама // Аграрный вестник Урала. 2023. № 01 (230). С. 87–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-230-01-87-98.

Дата поступления статьи: 10.11.2022; **дата рецензирования:** 30.11.2022; **дата принятия:** 10.12.2022.

Introduction

In the context of international cooperation and economic integration, Vietnam's economy has entered a new stage with a qualitative transformation, a change in the growth model, the transformation of the economic structure, the promotion of comparative advantages, increased efficiency and competitiveness to ensure stable development [32]. By implementing this policy, some farmers are successfully developing their farms, accumulating capital, hiring more workers, applying scientific achievements in production and business; their farms are becoming more and more profitable in terms of capacity, results and production efficiency compared to other households. The economic development of farms therefore leads to diversification of the scale and level of production [10; 22].

The Central Highlands of Vietnam includes Kon Tum, Gia Lai, Dak Lak, Dak Nong and Lam Dong provinces and covers 54,508.3 sq km (accounting for 16.46 % of the country's area) with over 5,93 million inhabitants (accounting for 6.1 % of the total population), an average population density of 109 people per sq km (GSO 2022). It also includes a large percentage of ethnic minorities, about 38 percent of the population. The Jarai, Bahnar, E De, Tay and Nung are the largest minority groups [35; 38].

In recent years, the socio-economic situation of the Central Highlands in general and the life of minorities in the region in particular has improved significantly thanks to the policy of developing large-scale agricultural production [33], the farm economy has been formed and developed both qualitatively and quantitatively. Earlier studies have shown that the development of farms is an inevitable trend that contributes to an increase in the area of cultivated land, creating more jobs, reducing poverty, increasing the production of

goods, and transforming the economic structure of agriculture [23; 24]. There is no doubt about the presence, potential and role of farms in the Central Highlands. As can be seen, the farm economy has been discovered to be a poverty-reduction strategy. However, a number of restrictions (informed, price, customs, investment, resource, management, etc.) hinder the development of a productive farming economy, reduces its stability and competitiveness [22].

In line with the actual situation, local authorities have launched many farm development programs and policies (FDPAP) has a history of more than thirty years, and is entrusted to bring about meaningful change to farmers, especially minorities. For instance, through encouraging small business diversification [27]; providing technology and extension, such as access to improved seeds [25] or developing output markets for agricultural products [28; 29]; building programs of new rural construction, poverty reduction and infrastructure development [33] and resolving job difficulties, allocating land for production to minorities, settling land disputes, educating and training minority human resources [34]. According to data from the General Statistics Office, the Central Highlands region has 439,892 minority households, with the agricultural production scale greater than 0.5 ha [36]. This is really the core force, a division that will thrive and become farms.

However, life of minority households continues to be challenging, with 35.5 percent of poor and near-poor households, which has significantly affected the socio-economic development of the Central Highlands region [35]. This is because the farmer, as the owner-manager, makes the final strategic choice to grow the farm which creates a relatively independent position in decision-making [30]. The poor adoption and failure of agricultural programs/projects is the result of the lack

of target group participation in all phases of the projects [9]. Accordingly, it is impossible not to emphasize the importance of farmers' participation in agricultural development.

Participatory approaches to strategy formulation, agricultural program development and new technology implementation for smallholder farmers have been widely advocated over the past decade [14; 15; 26; 37; 39]. The advantages of this approach have been demonstrated in B. Haverkort's study: "The outcome of participatory technology development is twofold: locally adapted improved technologies and improved experimental capacities of farmers. Practical field experiences reveal that impressive results can be achieved when farmers and outsiders join hands" [14]. This is also a method of assisting disadvantaged people and women in gaining access to and control over resources or services such as training, farmer visits, inputs, information, and other services that are required to maintain and develop their livelihoods [37]. Although participatory farmer research is a promising idea, but assessing its effectiveness is difficult as they are context sensitive [19]. Farmers' lack of knowledge, confidence, time, and attitudes are only some of the challenges that make active involvement so challenging [5]. Farmers' capacity to completely govern their participation in agricultural growth is hampered by a lack of land ownership,

capital, skills, knowledge, and resources [26]. Farmers' engagement in agricultural initiatives and projects is hampered by a lack of information. Lack of incentives for participants, a lack of regulatory procedures, and a lack of competent organizations are all issues that lead to farmer involvement being limited in terms of planning and decision-making [1]. Thus, farmers with their own knowledge, experience and indigenous cultural traditions are resources for the development of agricultural activities. The decision of farmers to participate or not to participate in, support or oppose agricultural activities greatly affects the sustainability of the local agricultural development program [31].

Therefore, this study seeks to provide real evidence on the participation of ethnic minority households in farming activities and its possible implications. This research would contribute to the ongoing policy debate by identifying a research model of minority households' participation in FDPAP in the Central Highlands. It also provides insights into the understudied the characteristics of minority households in the Central Highlands. The results of the participation assessment and identification of the determinants of minority household participation in the FDPAP will assist policymakers in discovering how their best implementation practices can be effective to increase income and improve livelihoods for minority farmers.

Table 1
Comparison of scales of farmer participation in agricultural development policies/programs

Participation scale	Types	Characteristics	Types	Characteristics
<i>Author</i>	<i>Arnstein S. R. [2]</i>		<i>Pretty J. N. [31]</i>	
<i>Origin and meaning of typology</i>	<i>Participation takes the form of an eight-tiered ladder, each corresponding to a citizen's level of decision-making responsibility or authority in determining desired outcomes</i>		<i>A typology upon participation has developed where seven clear types of participation are mentioned that can neutralizes the possible questions to be posed upon the participation</i>	
<i>Manipulative participation / Non-participation</i>	<i>Manipulation</i>	<i>Allow the government and project management committee to "educate" or "cure" participants</i>	<i>Manipulative participation</i>	<i>Participate in pretense as well as unelected and powerless manner</i>
	<i>Therapy</i>		<i>Passive participation</i>	<i>Only receiving unilateral information from authorities and project management</i>
<i>Symbolic participation</i>	<i>Inform</i>	<i>Participate as a listener and their views may go unnoticed</i>	<i>Participation by consultation</i>	<i>Provide information by answering questions</i>
	<i>Consultation</i>		<i>Participation for material incentives</i>	<i>Participate by leasing resources like land and labor, etc.</i>
	<i>Placation</i>	<i>Participate by agreement of the government and management committee</i>	<i>Functional participation</i>	<i>Participate by forming teams to meet predefined goals related to the project</i>
<i>Genuine participation</i>	<i>Partnership</i>	<i>Allow them to negotiate and engage in trade-offs with traditional power holders</i>	<i>Interactive participation</i>	<i>Participate in analysis, development of action plans, and establishment or strengthening of local institutions</i>
	<i>Delegated power</i> <i>Citizen control</i>	<i>Participants are only given a part of decision-making and management power</i>	<i>Self-mobilization</i>	<i>Participate by proactively changing the system, independent of external organizations</i>

Source: compiled by the author.

The remainder of the work is structured as follows: Section 2 discusses the data and empirical methods, while the results and their discussion are devoted in Section 3, as well as conclusions of the paper summarized in section 4.

Methods

Research model

Therefore, the study applied Pretty’s model to classify participation levels of minority households in the FDPAP in the Central Highlands. The specific criteria for Pretty’s 7-level model are as follows:

- criteria for level 1 (Manipulative): Farmers who are informed about agricultural development will change their livelihoods by large-scale production (farm);
- criteria for level 2 (Inform): Farmers provide information or answer questions related to local farm economic development when consulted by agencies and organizations;
- criteria for level 3 (Consultation): Farmers participate in meetings related to changing traditional livelihoods to developing local farm economy;
- criteria for level 4 (Incentive): Farmers participating in agricultural cooperatives; provide goods and food for businesses;
- criteria for level 5 (Functional): Farmers participate in agricultural functional groups (management group, distribution group, extension service group, production and processing group) under the supervision of the government authority or outside organizations;
- criteria for level 6 (Interactive): Farmers own agribusiness enterprises, participate in the analysis, planning process, contribute to decision making related to the development of the farm economy locally;
- criteria for level 7 (self-mobilization): Farmers take their own initiative and actively contact to seek outside support, keep control, make decisions, invest on their own and expand agribusiness activities.

In order to analyze the factors affecting the participation of ethnic minority households in the FDPAP, the authors have conducted interviews with representatives of organizations and conducted a sociological survey by questionnaires on ethnic minority households have engaged in farming activities, incorporating the ap-

plication of previous research models [1; 5; 26; 37], the study has drawn out the factors that have a strong impact on the level of household participation in farm activities. The process of building the content of the questionnaire and the scale will remove the unnecessary elements and add or change the names of the factors to match the actual situation.

Therefore, the results will be the basis for adjusting the research model. The qualitative research results agree on the following factors: Perception of the householder about the farm economy; Mechanisms and policies of the government/state agency on agriculture; Household characteristics; Economic benefits, Production capacity has a great influence on the interest of ethnic minority households in developing the local farm economy. The research model to assess the level of factors affecting ethnic minority households’ participation in the FDPAP is presented in Fig. 1.

Sampling procedure

The study is a survey with a correlation design that aims to describe how minority households feel about farm economic development and identify factors that determine their level of participation on a basis of the outstanding characteristics of minorities.

Based on the analysis of qualitative data through reports on “socio-economics of 53 minority groups” from the General Statistics Office, the report on minorities in the Central Highlands of the People’s Committee provinces including Kon Tum, Gia Lai, Dak Lak, Dak Nong, Lam Dong and statistics of the Committee for Minority Affairs to identify areas with a large concentration of minorities and select minorities group according to specific areas which have normal communication ability, agricultural land and income from selling agricultural products. The survey sample selection was carried out by stratification combined with randomization in June 2022. The authors collect data by collaborating with the Department of Agriculture and Rural Development in Kon Tum, Gia Lai, Dak Nong visited the surveyed households when participating in a program to disseminate new agricultural extension support services, which was implemented in 10 communes and towns in 8 districts in the Central Highlands. The survey sites are presented in Table 2.

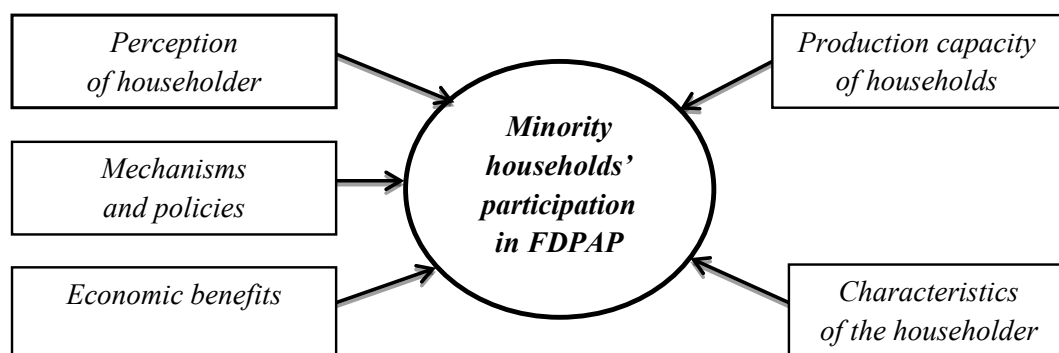


Fig. 1. Research model of the study
Source: adapted by the author

Table 2
Survey sites

No.	Provinces	Districts	Communes and Towns
1	Đak Lak	Ea H'leo	Cu Amung
		Krong Nang	Đliêya Ea Ho
		Cu M'gar	Cu M'gar
2	Gia lai	Kbang	Kroong Son Lang
		Phu Thien	Chu A Thai
		Dak Ha	Đak Hring
3	Kon Tum	Sa Thay	Sa Nhon
		Kon Tum City	Đak bla
Total	3 provinces	8 districts	10 communes

Source: compiled by the author.

Table 3
Surveyed minority households

No.	Minority groups	Production types				Total	%
		Cultivation	Animal husbandry	Aquaculture	Others		
1	Gia Rai	83	27	0	14	124	28.18
2	Ede	53	17	1	7	78	17.73
3	Ba Na	66	32	3	6	107	24.32
4	Tay	58	22	4	0	84	19.09
5	Nung	28	14	2	1	45	10.23
6	Invalid responds					2	0.45
Total						440	100.00

Source: compiled by the author.

Table 3 shows that the survey was conducted with 5 minorities namely Jarai, Bahnar, E De, Tay, and Nung. These are the most populous ethnic groups in the Central Highlands of Vietnam.

On a basis of the established research model, the authors have set up a survey of 438 minority farmers. To validate the content, a panel of three experts from the Faculty of Economics of the University of Danang-Campus in Kontum, the Central Highlands Institute of Social Sciences and the Minority Committee of Dak Lak province evaluated the questionnaire. After collecting the survey questionnaire, data correction and unsatisfactory questionnaire removal are conducted by the statistical analysis method using SPSS 22.0 software. The author uses the five-point Likert scale to quantify the participation levels of minority households.

Results

Characteristics of minority households in the Central Highlands of Vietnam

Promoting the advantages of appropriate land use, resources and climate in the Central Highlands, all minority farmers participate in agricultural production (mainly cultivation and animal husbandry) to satisfy their needs and increase household income.

While gender plays an important role in mediating access to information and agricultural development program [3; 12]. The analysis results show that 76.7 % of households belong to male-headed households and 23.3 % are female (described in Table 4).

This finding coincides with A. D. Beyene's study [3], who found that agricultural projects are mostly male-headed. He said that the gender of the household-er affects the participation of the household because the householder is male. As male – headed households have more opportunities to access than the female-headed households, they are more involved in agricultural projects. Recognizing the inequalities and disproportionate house working burdens that limit women's ability to participate in agricultural projects more than men [11]. The average family size of each minority household is above 5 people. This is considered the main agricultural labor force of households in particular and rural areas in general.

A prominent characteristics of households is the old age of administrators (average age is 50.64). The majority of farmers are male (239 or 71.1 %) and female (71 or 69.6 %) in the age group of 41 to 59. The mean age of male and female farmers is 51.46 and 47.91 years respectively.

Out of five educational status categories, the majority of male farmers (75.6 %) were in the "untrained" category, followed by 10.7 % in the "Primary, intermediate" category and 5.7 % in the "Primary and Intermediate" category. As for female farmers, more than 80.6 % belong to the group of "untrained" and "trained but not yet certified". Therefore, the low level of education in ethnic minority areas, especially among female farmers, is also a prominent feature in the Cen-

tral Highlands. This implies that most householders depend on the local language to access farm information, especially through their own farmers. Several studies have reported the importance of farmer education for extension effectiveness. Farmers' education level is positively correlated with participation in decision-making due to the assumed link between education and knowledge [13]. H. S. Korgitet and M. W. Biru argue

that the higher the education level of the head of household, the stronger is their ability to accept and master new things or new technologies [17]. In addition, education may have a positive impact on participation, as well-educated farmers are more likely to make better use of agricultural advisory services and agricultural production activities [7].

Table 4
Some selected characteristics of minority households

Characteristics	Sex disaggregated values					
	Male		Female		Total	
	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%
Householder	336	76.7	102	23.3	438	100.0
Household scale (person)						
Mean	5.74		5.04		5.58	
Std Deviation	1.33		0.96		1.287	
Age (year)						
15–20	0	0.0	0	0.0	0	0.0
21–40	42	12.5	13	12.7	55	12.6
41–59	239	71.1	71	69.6	310	70.8
60 and above	55	16.4	18	17.6	73	16.7
Mean	51.46		47.91		50.64	
Std Deviation	9.59		9,34		9.63	
Educational status						
Untrained	141	42.0	69	67.6	210	47.9
Trained but no certificate	149	44.3	17	16.7	166	37.9
Beginner, Intermediate	33	9.8	14	13.7	47	10.7
College	2	0.6	1	1.0	3	0.7
University	11	3.3	1	1.0	12	2.7
Production experiences (year)						
1–10	12	3.6	4	3.9	16	3.7
11–20	85	25.3	27	26.5	112	25.6
21–30	137	40.8	46	45.1	183	41.8
31–40	79	23.5	19	18.6	98	22.4
41–50	14	4.2	6	5.9	20	4.6
51 and above	9	2.7	0	0.0	9	2.1
Mean	27.24		21.81		25.98	
Std Deviation	10.16		8.86		10.13	
Production scale (ha)						
≤ 1	42	12.5	61	59.8	103	23.5
1–5	153	45.5	38	37.3	191	43.6
5–10	90	26.8	2	2.0	92	21.0
> 10	51	15.2	1	1.0	52	11.9
Mean	6.93		1.26		5.61	
Std Deviation	10.73		1.95		9.74	
Revenue per year (million VND)						
≤ 500	56	16.7	41	40.2	97	22.1
500–1000	121	36.6	26	25.5	147	33.6
1000–1500	94	28.0	17	16.7	111	25.3
1500–2000	24	7.1	10	9.8	34	7.8
> 2000	41	12.2	8	7.8	49	11.2
Mean	1183.24		910.14		1119.64	
Std Deviation	1037.21		933.55		1017.55	

Source: calculated by the author.

Access to information on farm development programs and policies

	Frequency	Percentages
Programs and policies of farm development		
Known	352	80.4
Unknown	86	19.6
Source of information		
Television	89	20.32
Radio	43	9.82
Newspaper	32	7.31
Internet	19	4.34
Other farm owners	136	31.05
Agricultural extension officer	119	27.17

Source: calculated by the author.

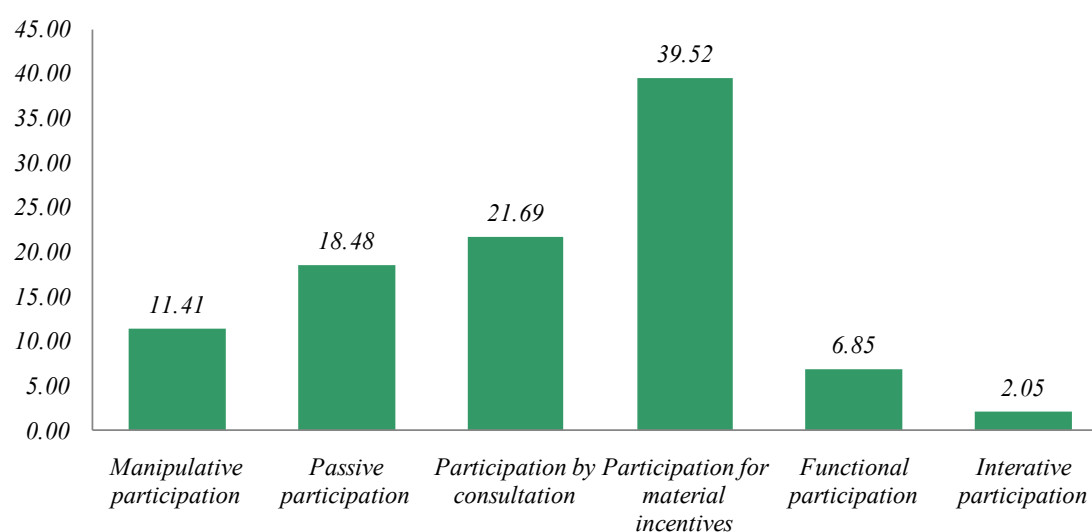


Fig. 2. Participation level of minority households in FDPAP

Source: calculated by the author

In this regard, women farmers are more disadvantaged in the study area. In addition, the study by B. N. Wasihun and others [41] showed that younger farmers were better engaged in consultation than older farmers because of their flexibility. In terms of farming experience, the majority of male and female farmers are between the ages of 11–20 and 21–30. The average agricultural experience is 27.24 years for male farmers and 21.81 years for female farmers. This shows that in the study area, female farmers have less farming experience than male farmers.

On the other hand, ethnic minority households often live in high mountains, face language and cultural barriers and ethnic inferiority. These are the reasons for people's accessibility of minorities in the production of agricultural commodities, including farms, took place more slowly, with a low level [40]. Among the 438 surveyed minority households, 103 households have a land size of less than 1 hectare and 244 households have a revenue of less than 1 billion VND/year. However, according to the provisions of Circular No. 02/2020/

TT-BNNPTNT dated February 28, 2020 on criteria and procedures for granting certificates of farm economy must meet both criteria on the value of goods (from 1–2 billion VND/year) and on the production scale of the farm (from 1 hectare/farm) [6]. The results show that only 193 minority households are eligible for the certificate of farm economy (accounting for 44.06 %). Other households will be the main drive for farm development if there is an appropriate management mechanism and government policy.

Participation level of minority households in the FDPAP

The survey results in Table 5 show that 80.4 % of respondents know about programs and policies to develop farm economy. This shows that most farmers are now aware of the benefits they can get from participating in agricultural projects such as capacity building, exposure to new technology and empowerment which helps them to increase their productivity and hunger eradication and poverty alleviation.

Table 6
Determinants of minority households' participation in the FDPAP

<i>Factors</i>	<i>Criteria</i>	<i>Mean</i>	<i>Sex</i>	<i>Age</i>	<i>Level of education</i>
Households' perception	<i>Farm economy is a form of agricultural production on a large enough land to specialize and apply technology to supply products to the market and save production costs.</i>	4.03	0.703	0.320	0.875
	<i>Resource value for local farm development such as land, climate, water resources, labor, etc.</i>	4.34	0.033**	0.538	0.159
	<i>Is the exploitation of resources sustainable?</i>	3.48	0.658	0.187	0.172
	<i>The locality has many distinct advantages to develop farms in particular and agriculture in general</i>	3.66	0.032**	0.193	0.587
Mechanism and policy	<i>Farming development policy in line with local practical conditions</i>	3.90	0.976	0.529	0.411
	<i>Local facilities and infrastructure</i>	3.87	0.456	0.243	0.104
	<i>Agricultural management mechanism, administrative procedures for land, credit, etc.</i>	3.89	0.410	0.931	0.336
	<i>Organize agricultural extension services</i>	4.16	0.043**	0.745	0.521
	<i>Organize a cohesive dialogue between stakeholders such as farmers, businesses, extension workers, scientists and managers</i>	3.28	0.040**	0.100	0.200
	<i>Consulting/solving difficult problems in production</i>	3.32	0.900	0.608	0.003**
Economic benefits	<i>Agriculture is a household's livelihood activity</i>	4.48	0.727	0.787	0.919
	<i>Job opportunities for people</i>	4.37	0.652	0.810	0.301
	<i>Increase salary</i>	4.11	0.041**	0.362	0.096*
	<i>Farm economy promotes local economic development</i>	3.06	0.763	0.398	0.014**
Production capacity of the household	<i>Facilities and production equipment</i>	4,17	0.772	0.597	0.905
	<i>Land size</i>	4,19	0.894	0.467	0.933
	<i>Human resources of the household</i>	4,07	0.046**	0.047**	0.773
	<i>Finance</i>	4,17	1.000	0.277	0.530
	<i>Access to information, credit and technology application in production</i>	3,29	0.172	0.011**	0.416
	<i>The ability to manage, plan and make decisions</i>	3,29	0.670	0.938	0.009**
Characteristics of householder	<i>Knowledge of agriculture</i>	3,51	0.082*	0.673	0.000**
	<i>Have experience in agricultural production</i>	3,44	0.065**	0.561	0.001**
	<i>Skilled in managing and operating agricultural production</i>	3,18	0.881	0.063*	0.378
	<i>Interested in expanding production scale and increasing family income?</i>	3,01	0.150	0.812	0.002**

Note. 1. For the factor of Perception of households: On a scale of 1 to 5: Totally disagree to Strongly agree.

2. For the remaining factors: On a scale from 1 to 5: Not at all important to Very important.

3. Significance level: $p \leq 0.05$ (**); $0.05 < p \leq 0.10$ (*); Sig. > 0.1: There is no statistically significant difference.

Source: calculated by the author.

Farmers' participation manifests itself primarily in learning and updating sources of information about them. There are 6 main types of means, in which access through other farms is the most with 31.05 %, followed by agricultural extension workers (27.17 %) and just fewer than 10 % use radio and Internet as their source of information. The reason may be that most of them are not properly trained which leads them to not be able to read or access the Internet while they can communicate with other ranchers and extension workers in their own language. On the other hand, stemming from the "community" in the village, from the close relationship between the people of the same village and the same ethnic group, to the fact that they often exchange in-

formation about the issues they are interested in, especially problems affecting their own lives [21].

The study uses a Pretty's scale to measure community participation in local farm development policies and programs, going from the lowest level of passive to the highest level. Fig. 2 shows that minority households have the highest participation rate at the encouragement level (level 4) with 39.52 %, followed by the consultation level (level 3) with 21.69 %. It means that households have realized benefits from farm activities such as creating more jobs, increasing income sources, improving rural livelihoods, so the percentage of households mainly participating in this level is relatively higher than other participants. In addition, Interac-

tion and Activeness, which are the two highest levels in terms of participation, achieved the lowest rate (6.85 % and 0 % respectively) as participants at these two levels required must have a high level of education to be able to participate in the strategic planning process and farm development planning of the region.

Determinants of minority households' participation in the FDPAP

Attitudes to participate in farm production are measured by the five-point Likert scale consisting of 24 criteria of the following factors: (1) Perception of households to the farm economy; (2) Mechanisms and policies of the government/state agency on farm economic development; (3) Economic benefits; (4) Production capacity of the household and (5) Characteristics of households (Table 6).

All criteria are above the average score of 3. These findings show that farmers generally have a positive attitude towards participating in farm-oriented agricultural production. However, all five groups of factors above affect their participation in farm activities with different degrees of influence. According to the results of data processing and analysis, the factor "Economic benefits" is the biggest drive and has the strongest impact on the participation of ethnic minority households in the development of the local farm economy (the mean of all criteria is 4.00). Economic benefits are always the top concern of farmers. Next, in turn, it is the influence of factors of mechanisms, policies and production capacity of households.

For the factor of "Mechanism and policy": The results show that farmers highly appreciate the criteria "Farming development policy in line with local practical conditions" and "Agricultural management mechanism and administrative procedures" with mean values of 3.90 and 3.89. Meanwhile, the criteria "Organizing a dialogue among stakeholders" and "Consulting/solving difficult problems in production" were underestimated with average values of 3.28 and 3.32. From the above results, the requirement for the government/state agency in agricultural development is to build a clear legal framework, according to which farmers share difficulties and benefits gained with farmers.

For the factor "Production capacity", most of the criteria are highly appreciated with the average value above 4. Particularly, the two criteria "Access to information, credit and technology application in production" and "The ability to manage, plan and make decisions" was rated the lowest with an average value of 3.29. The cause of this phenomenon is the small and fragmented production habits and practices of farmers, low educational attainment, which greatly affects the efficiency of technology transfer to rural farmers and the application of measures to reduce environmental pollution [22; 40]. People's perception of resource value, economic benefits and production capacity are important factors in forming interest in local farm oper-

ations. This enhances the ability to attract more capital for agriculture, develop human resources and increase access to information and science and technology [16; 18; 20].

According to the results of the independent sample student test and one-way analysis of variance, by gender, there is a high difference in the farmer's assessment for the criteria "Resource value"; "Locality has many distinct advantages"; "Organization of agricultural extension services"; "Organizing a dialogue between stakeholders"; "Increase salary"; "Human resources"; "Agricultural knowledge" and "Production experience". The reason is due to the difference in educational attainment, roles, land ownership and specific jobs between men and women participating in the survey. Men are the breadwinners of the family, mainly directly involved in production and management (requiring a high level of education, having a lot of exposure to policies and regimes). In contrast, women in the locality have a low level of education, little land ownership and are mainly engaged in both housework and agricultural production. This is also the cause of the difference in income between them.

The results of comparison between groups show that by age there is a difference in the evaluation of different farmers on the criterion of "Human resources"; "Access to information, credit and technology application in production"; and "Skills in agricultural production management and administration". This difference lies in the fact that opportunities are often given to young people due to their flexibility.

In addition, the criteria "Consulting/solving difficult problems in production"; "Agricultural knowledge"; "Production experience"; "Expanding scale of production" and "Skills in agricultural production management and administration" have a high statistically significant difference when compared between groups by level. Most of the ethnic minorities in rural areas have low educational attainment, leading to a lack of initiative or shyness in the process of enjoying the government's policies. Highly educated people often actively and actively participate in the transfer of science and technology to support agriculture and farmers.

Discussion and Conclusion

Minority households enthusiastically participate in the development of the farm economy (FDPAP) in various forms, including proactive planning and effective investment with the support of local authorities that contributed to the socio-economic development of the locality.

Through reference to the level of participation (according to the Pretty scale), the local community mainly participates at the level of consultation and incentive. The form of participation of ethnic minority households in the Central Highlands is mainly to provide family motivation, participate in production and supply products for agricultural cooperatives and enterprises.

Minority farmers were interested and wanted to expand the farm size, however, different subjects had different needs to participate in.

Most of them have appreciated the value of agricultural resources and the potential of local large-scale agricultural production but tended to be hesitant to scale up production and increase income. The main reasons are low level of education and low production capacity of households such as lack of capital, low technology application and weak management skills. At the same time, there is no consulting and support system to solve difficult problems in their production and business.

Therefore, with specific characteristics, enhancing participation and overcoming identified problems of ethnic minority farmers in FDPAP in the Central Highlands should focus on solving the following tasks:

- enhancement of the quality of human resources – organizing education, training and retraining of staff, improving employment benefits for employees, improving the quality of human resources in rural areas;
- foundations of technical information systems are created by improving and stabilizing of infrastructure communications and Internet connections, introducing of precision agriculture and information technologies into production;

– improvement state-supported investment and financing mechanisms, including strengthening the relationship between minority agricultural enterprises and banks, introducing profit reinvestment tools, finding stable product consumption markets, and developing agricultural service cooperatives.

In addition, there is a need to design development strategies that are contextually appropriate and for the disadvantaged, such as interventions that enable female farmers to become more involved in farm activities by forming groups encouraging women; and recruit more female extension workers, with whom female farmers can freely communicate and promote their participation.

Acknowledgements

This research is part of a PhD program, which was funded by the Governments of the Russian Federation and Vietnam (Scholarship under the Agreements). I would like to send our gratitude the experts from the Institute, Universities, local officials and minority farmers for their support and participation. I also sincerely thank the anonymous reviewers for their comments and suggestions that improved the paper.

References

1. Aref F. Farmers' Participation in Agricultural Development: The Case of Fars Province, Iran // *Indian Journal of Science and Technology*. 2011. Vol. 4 (2). Pp. 155–158.
2. Arnstein S. R. A ladder of citizen participation // *Journal of the American Institute of Planners*. 1969. Vol. 35 (4). Pp. 216–224. DOI: 10.1080/01944366908977225.
3. Bernier Q., Meinzen-Dick R. S., Kristjanson P., Haglund E., Kovarik C., Bryan E., ..., Ringler C. Gender and Institutional Aspects of Climate Smart Agricultural Practices: Evidence from Kenya [e-resource] // *CCAFS Working Paper No. 79*. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), 2015. 64 p. URL: <https://cgspace.cgiar.org/rest/bitstreams/53043/retrieve> (date of reference: 09.09.2022).
4. Beyene A. D. Determinants of off-farm participation decision of farm households in Ethiopia // *Agrekon*. 2008. Vol. 47 (1). Pp. 140–161. DOI: 10.1080/03031853.2008.9523794.
5. Charatsari C., Istenič M. Č., Lioutas E. D. I'd like to participate, but ... women farmers' scepticism towards agricultural extension/education programmes // *Development in Practice*. 2013. Vol. 23 (4). Pp. 511–525. DOI: 10.1080/09614524.2013.790345.
6. Circular No. 02/2020/TT-BNNPTNT regulating farm economic criteria of the Ministry of Agriculture and Rural Development, effective from February 28, 2020 [e-resource] // *Ministry of Agriculture and Rural Development of Vietnam*, 2020. URL: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thuong-mai/Thong-tu-02-2020-TT-BNNPTNT-tieu-chi-kinh-te-trang-trai-437240.aspx> (date of reference: 15.09.2022). (In Vietnamese).
7. Danso-Abbeam G., Ehiakpor D. S., Aidoo R. Agricultural extension and its effects on farm productivity and income: insight from Northern Ghana // *Agric & Food Secur*. 2018. Vol. 7 (74). Pp. 1–10. DOI: 10.1186/s40066-018-0225-x.
8. Decree No. 03/2000 / NQ-CP of Vietnamese Government dated February 2, 2000 on farms [e-resource]. URL: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Linh-vuc-khac/Nghi-quyet-03-2000-NQ-CP-kinh-te-trang-trai-46153.aspx> (date of reference: 09.09.2022). (In Vietnamese).
9. Douglah M., Sicilima N. A comparative study of farmers' participation in two agricultural extension approaches in Tanzania // *Journal of International Agricultural and Extension Education*. 1997. Vol. 4 (1). Pp. 38–46.
10. Duong T. M. Economic development of livestock farms in Tan Yen district, Bac Giang province: master of thesis in Economic Management. Hanoi: Vietnam National University, University of Economics, 2016. 119 p. (In Vietnamese).

11. Gender Responsive Budgeting: A Focus on Agriculture Sector [e-resource] // UN Women, 2017. 92 p. URL <http://www.feministpolicyindia.org/documents/resources/GRB-Agriculture%20Sector.pdf> (date of reference: 01.10.2022).
12. Gumucio T., Hansen J., Huyer S., Van Huysen T. Gender-responsive rural climate services: a review of the literature // *Climate and Development*. 2019. Vol. 12(2). Pp. 1–14. DOI: 10.1080/17565529.2019.1613216.
13. Gyau A., Mbugua M., Oduol J. Determinants of participation and intensity of participation in collective action: Evidence from smallholder avocado farmers in Kenya // *Journal on Chain and Network Science*. 2016. Vol. 16 (2). Pp. 147–156. DOI: 10.3920/JCNS2015.0011.
14. Haverkort B., Van der Kamp J., Waters-Bayer A. (Eds.) Farmers experiments and participatory technology development // *Joining Farmers Experiments: Experiences in Participatory Technology Development*. London: Intermediate Technology Publications, 1991. Pp. 3–16.
15. Iqbal M. Concept and implementation of participation and empowerment: Reflection from coffee IPM-SECP // *Makara, Sosial Humaniora*. 2007. Vol. 11 (2). Pp. 57–70. DOI: 10.7454/mssh.v11i2.112.
16. Kliebenstein J. B., Barrett D. A., Heffernan W. D., Kirtley C. L. An Analysis of Farmers' Perceptions of Benefits Received from Farming // *North Central Journal of Agricultural Economics*. 1980. Vol. 2 (2). Pp. 131–136. DOI: 10.2307/1349176.
17. Korgitet H. S., Biru M. W. The Effect of Farmers Education on Farm Productivity. Evidence from Small-Scale Maize Producing Farmers in North Bench District, Bench Maji Zone // *Research on Humanities and Social Sciences*. 2019. Vol. 9 (17). Pp. 26–34. DOI: 10.7176/RHSS/9-17-04.
18. Kristjanson P. M., Okike I., Tarawali S. A., Singh B. B., Manyong V. Farmers' perceptions of benefits and factors affecting the adoption of improved dual-purpose cowpea in the dry savannas of Nigeria // *Agricultural Economics*. 2005. Vol. 32. Pp. 195–210. DOI: 10.1111/j.0169-5150.2005.00338.x.
19. Martin A., Sherington J. Participatory research methods – Implementation, effectiveness and institutional context // *Agricultural Systems*. 1997. Vol. 55 (2). Pp. 195–216. DOI: 10.1016/S0308-521X(97)00007-3.
20. Methorst R. G., Roep D., Verhees F. J. H. M., Verstegen J. A. A. M. Differences in farmers' perception of opportunities for farm development // *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*. 2017. Vol. 81 (1). Pp. 9–18. DOI: 10.1016/j.njas.2017.02.001.
21. Nguyen T. N. L. The impact of traditional culture on the sustainable social development of the Central Highlands // *Proceedings of the 2016 National Scientific Conference "Socio-economic development in the Central Highlands"*. 2017. Pp. 329–335. (In Vietnamese.)
22. Nguyen T. N. L., Mitrofanova I. V. *Fermerskaya ekonomika V'etnama: tendentsii i puti razvitiya v srednes-rochnoy perspektive [Farming Economy of Vietnam: Trends and ways of development in the Mid-Term]* // *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2021. Vol. 11 (7A). Pp. 22–32. DOI: 10.34670/AR.2021.87.87.003. (In Russian.)
23. Nguyen T. N. L., Mitrofanova I. V. Farm Development in Tay Nguyen Economic Region: Specificity of Formation and Development // *Regional Economy. South of Russia*. 2021. Vol. 9 (4). Pp. 88–97. DOI: 10.15688/re.volsu.2021.4.9.
24. Nguyen T. T. H. Solutions to develop farm economy in the Central Highlands // *Journal of Science, Technology and Environment*. 2019. Vol. 1. Pp. 30–34. (In Vietnamese.)
25. Nguyen V. C., Phung D. T., Westbrook D. Do the poorest ethnic minorities benefit from a large-scale poverty reduction program? Evidence from Vietnam // *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 2015. Vol. 56. Pp. 3–14. DOI: 10.1016/j.qref.2014.09.010.
26. Nxumalo K. K. S., Oladele O. I. Factors Affecting Farmers' Participation in Agricultural Programme in Zululand District, Kwazulu Natal Province, South Africa // *Journal of Social Science*. 2013. Vol. 34 (1). Pp. 83–88. DOI: 10.1080/09718923.2013.11893120.
27. Pham T. K. Economy and society in ethnic minority areas in the Central Highlands – Situation and development solutions // *Economic Research*. 2005. Vol. 328. Pp. 44–50. (In Vietnamese.)
28. Pham V. D., Tran V. H. Developing output markets for agricultural products in current ethnic minority areas // *Journal of Ethnic Studies – Ethnic Strategy and Policy*. 2017. Vol. 19. Pp. 45–48. (In Vietnamese.)
29. Phi H. C., Vu V. A. Market development solutions for ethnic minority households in the Northeast border region. *Journal of Ethnic Studies – Science // Education and Technology*. 2017. Vol. 18. Pp. 51–55. (In Vietnamese.)
30. Pietola K. S., Lansink O. A. Farmer response to policies promoting organic farming technologies in Finland // *European Review of Agricultural Economics*. 2001. Vol. 28 (1). Pp. 1–15. DOI: 10.1093/erae/28.1.1.
31. Pretty J. N. Participatory learning for sustainable agriculture // *World development*. 1995. Vol. 23 (8). Pp. 1247–1263. DOI: 10.1016/0305-750X(95)00046-F.

32. Resolution No. 07-NQ/TW of the Politburo dated November 27, 2001 on international economic integration [e-resource] // Politburo of Vietnam. URL: <https://lawnet.vn/vb/nghi-quyet-07-nq-tw-hoi-nhap-kinh-te-quoc-te-1b7f6.html> (date of reference: 19.09.2022). (In Vietnamese).
33. Resolution No. 10-NQ/TW of the National Assembly Session IX on Central Highlands development dated January 18, 2002 on the development of the Central Highlands in the 2011–2020 period [e-resource] // National Assembly Session IX. URL: <https://vbpl.vn/pages/portal.aspx> (date of reference: 19.09.2022). (In Vietnamese).
34. Resolution No. 88/2019/QH14 of the Politburo of Vietnam dated November 18, 2019 on approving the master plan for socio-economic development in ethnic minority and mountainous areas in the 2021–2030 period [e-resource] // Politburo of Vietnam. URL: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thuong-mai/Nghi-quyet-88-2019-QH14-De-an-phat-trien-kinh-te-xa-hoi-vung-dong-bao-dan-toc-thieu-so-va-mien-nui-429559.aspx> (date of reference: 19.09.2022). (In Vietnamese.)
35. Report on survey results on information income on socio-economic status of 53 ethnic minorities. Hanoi: Statistical Publishing House, 2019. 102 p. (In Vietnamese).
36. Socio-Economic Statistical Data in Vietnam [e-resource] // General Statistics Office of Vietnam (GSO), 2022. URL: <https://www.gso.gov.vn> (date of reference: 15.09.2022). (In Vietnamese.)
37. Subedi R. Women farmers' participation in agriculture training: In Kavre district of Nepal [e-resource] // Larenstein university of applied sciences, 2008. 85 p. URL: <https://edepot.wur.nl/1198#:~:text=The%20finding%20showed%2085.71%25%20of,leading%20farmers%20in%20the%20groups> (date of reference: 01.10.2022).
38. The Vietnam population and housing census of 00:00 hours on 1 April 2019: Implementation and preliminary results [e-resource]. Hanoi: Central Population and Housing Census Steering Committee, 2019. 45 p. URL: https://www.gso.gov.vn/wp-content/uploads/2019/10/2.-ENG_Census-on-Housing-and-Population_2019_final.pdf (date of reference: 09.09.2022).
39. Van de Fliert E., Braun A. R. Conceptualizing integrative, farmer participatory research for sustainable agriculture: from opportunities to impact // Agriculture and Human Values. 2002. Vol. 19. Pp. 25–38. DOI: 10.1023/A:1015081030682.
40. Vu T. T., Vu D., Nguyen T. M. L. Production organization capacity of ethnic minorities in northwestern region of Vietnam // E3S Web of Conferences 210. 2020. No. 16004. DOI: 10.1051/e3sconf/202021016004.
41. Wasihun B. N., Kwarteng J. A., Okorley E. L. Farmers' perception of their level of participation in extension in Ethiopia: Policy implications // Journal of Agricultural Extension and Rural Development. 2014. Vol. 6 (2). Pp. 80–86. DOI: 10.5897/JAERD2013.0516.

Author's information:

Thi Ngoc Loi Nguyen^{1,2}, postgraduate, lecturer, ORCID 0000-0003-1165-1864; ngocloi99@gmail.com

¹ Volgograd State University, Volgograd, Russia

² The University of Danang – Campus in Kontum, Kontum, Vietnam

Учредитель и издатель:

Уральский государственный аграрный университет

Адрес учредителя, издателя и редакции:

620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42



**Уральский государственный
аграрный университет**

Founder and publisher:

Ural State Agrarian University

Address of founder, publisher and editorial board:

620075, Russia, Ekaterinburg, 42 K. Liebkecht str.

Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»

Редакция журнала:

A. V. Ручкин – кандидат социологических наук, шеф-редактор

O. A. Багрецова – ответственный редактор

A. V. Ерофеева – редактор

N. A. Предеина – верстка, дизайн

Editorial:

A. V. Ruchkin – candidate of sociological sciences, chief editor

O. A. Bagretsova – executive editor

A. V. Erofeeva – editor

N. A. Predeina – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

Адрес учредителя, издателя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Ответственный редактор: факс (343) 350-97-49.

E-mail: agro-ural@mail.ru (для материалов).

Издание зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт».

620049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж.

Дата выхода в свет: 09.01.2023 г. Усл. печ. л. 11,3. Авт. л. 10.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

